

## 滚珠花键

### C-Lube自润滑滚珠花键G 滚珠花键G

MAG、LSAG

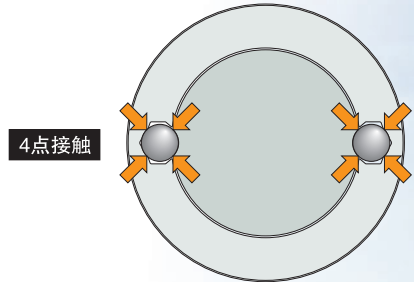


# 使2列4点接触式简单结构成为可能的紧

IKO滚珠花键是外筒在花键轴上做无限直线运动的直线导轨设备。因此不但可承受径向负荷，还可承受旋转扭矩。最适用于在传递扭矩的同时进行直线运动的机构。

## 结构紧凑而刚性高

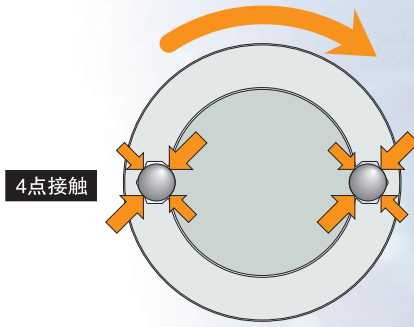
采用2列大直径钢球与轨道4点接触的简单结构，刚度高，设计紧凑。



相对于任意方向的负荷，  
均可获得良好的  
平衡型和高刚性！

## 能以高精度正确定位

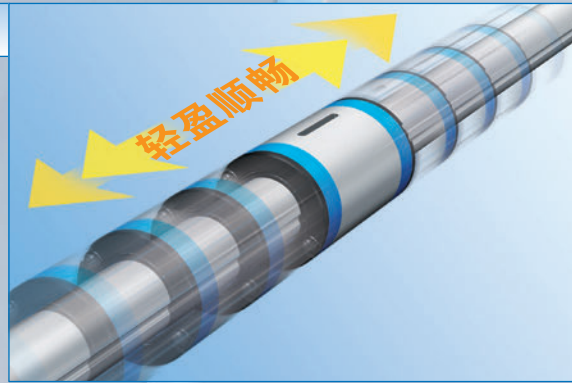
通过施加预压，消除了旋转方向的间隙，可进行正确的旋转方向定位。



没有旋转方向上的偏差！

## 以较小的摩擦顺畅运动

通过对钢球循环部进行彻底分析而进行了理想设计，可承受高速运动、以较小的摩擦实现顺畅的直线运动。



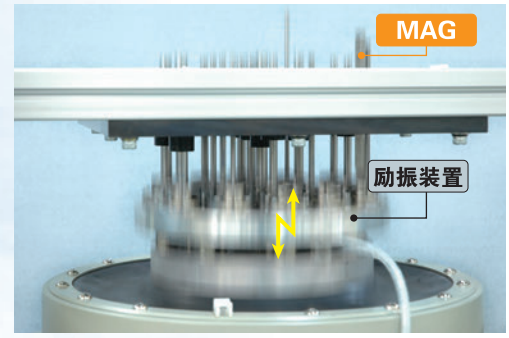
# 紧凑型滚珠花键的突出特长。

## 高速耐久性与免维护性珠联璧合

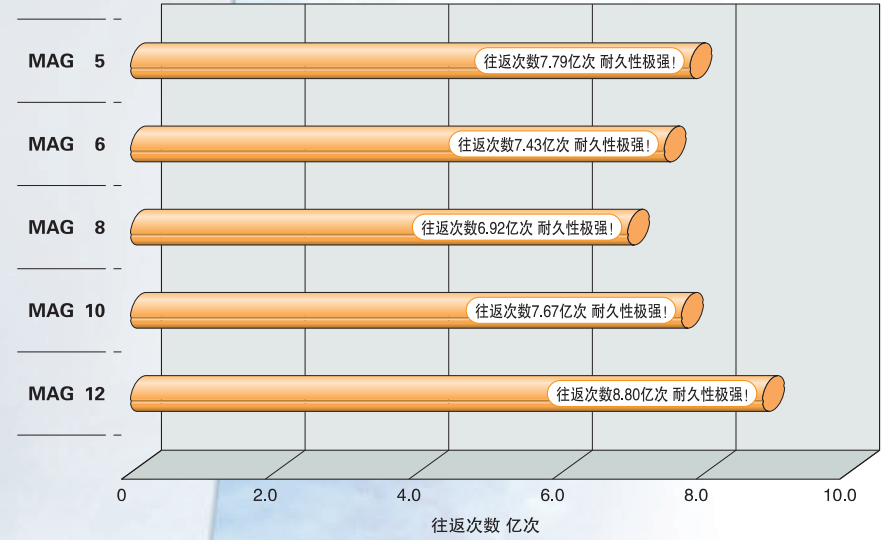
滚珠花键G外筒的钢球循环通道中内置有润滑部件C-Lube自润滑管，实现了长期免维护。由于C-Lube自润滑管内的润滑油能长期保持润滑性能，从而减少了烦琐的润滑管理工时，通过废除加油机构，可降低整个系统的成本。

### 以在贴片机上使用为例的耐久试验

|        |                             |          |
|--------|-----------------------------|----------|
| 《试验条件》 |                             |          |
| 润滑条件   | 仅C-Lube自润滑部件内的润滑油<br>未封入润滑脂 |          |
| 试验方法   | 振动试验机                       |          |
| 运行条件   | 安装姿势                        | 立轴       |
|        | 最高速度                        | 860 mm/s |
|        | 加速度                         | 10 G     |
|        | 周                           | 18.2 Hz  |
|        | 行程长度                        | 15 mm    |



### 《试验结果》



即使是立轴、超高节拍运行，也可仅由C-Lube自润滑部件内部的润滑油实现总往返次数达2亿次的极高耐久性！  
如果试验条件为在一般的贴片机上使用，可实现长达10年的免维护！！

在这样的严酷环境下，也实现了总往返次数达**6亿次以上**的免维护！！

可以将型号、精度、预压的种类等进行自由搭配!!  
卓越的互换系统  
自由组合规格



以下场合…… **Help**

- 需要提高机械刚性及寿命时
- 需要提高机械精度时
- 需要立即更换外筒时
- 外筒数量不足时
- 需要立即更换花键轴时
- 花键轴的长度不足时
- 为以防万一，只需库存外筒时

**自由组合** 的话!! **O.K.**

- 即使设计紧急变更也没关系
- 高精度的自由搭配和预压的自由选择
- 需要单独对外筒和花键轴进行管理时
- 外筒和花键轴可任意自由搭配
- 外筒和花键轴可单独库存，节省空间

只需选择自己需要的产品。



外筒互换

备有各种截面形状和长度的丰富多样的形式，各种形式均能自由地搭配在同一花键轴上。

**外筒互换**

**外筒的形状**

|     |     |
|-----|-----|
| 标准型 | 法兰型 |
|-----|-----|

**外筒的长度**

|    |       |
|----|-------|
| 标准 | 高刚性加长 |
|----|-------|

**花键轴互换**

**花键轴**

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 碳素钢制花键花键轴实心轴<br>不锈钢制花键轴实心轴 | 碳素钢制花键花键轴空心轴 |
|----------------------------|--------------|

**C-Lube自润滑滚珠花键G**  
**滚珠花键G**

**可自由选择**  
**外筒和花键轴的搭配!**

自由组合规格基于我公司独有的高加工技术，通过对外筒和花键轴进行严格的尺寸管理，实现了其他产品无与伦比的高互换水准。  
外筒或花键轴为单件，可自由选择不同的搭配，仅在需要时订购所需数量的必要部件。

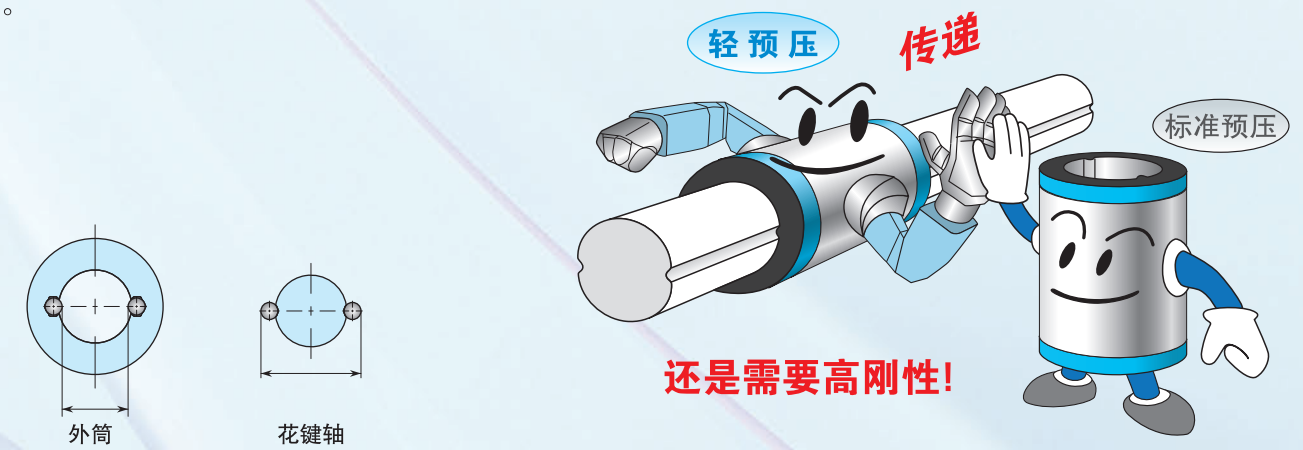
精度互换

由于是2列4点接触的简单结构，加工误差及精度测量误差小，各轨道可维持管理较高的尺寸精度。  
精度等级设定为普通级和高级2个等级，也能适应需要高行走精度的用途。

**可在不变更设计的前提下，提高装置刚性!**

预压互换

通过充分发挥简单结构的特长，进行高精度尺寸管理，实现了设有预压的外筒之间的互换性。能够支持要求更高1级刚性时的使用。

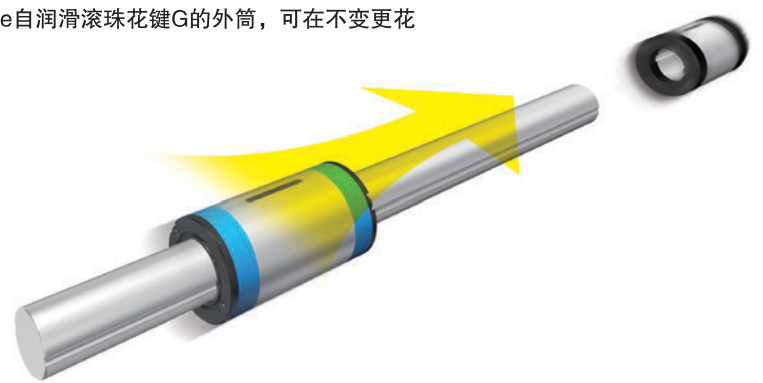


**可在不变更设计的前提下，提高装置刚性!**

只需更换外筒即可，可实现产品的免维护!

通过将自由组合规格的滚珠花键G的外筒更换为C-Lube自润滑滚珠花键G的外筒，可在不变更花键轴设计的前提下实现免维护。

**免维护 & 自由组合**



C-Lube自润滑滚珠花键G

MAG



对应长期免维护!

淡蓝色侧板是免维护的标志。

花键轴

外筒

键槽

外筒主体

钢球

C-Lube自润滑部件

侧板

密封垫片

滚珠花键G

LSAG

Points

●尺寸小巧

采用不使用保持器的独特钢球保持方法，对于轴径，外筒外径设计得较小。

●只有简单结构才能实现的超小尺寸

尺寸最小的LSAG2实现了轴径仅2mm、外筒外径仅6mm的绝无仅有的超小尺寸。

●满足多样需求的丰富产品群

外筒形状有标准型(圆筒形)和法兰型2种，外筒长度在相同的截面尺寸下有2种不同的类型。此外，花键轴有实心轴和可用于配管、配线、排气等的空心轴，可根据机械、装置的规格选择最适合的产品。

●采用耐腐蚀性优异的不锈钢制轴

不锈钢制花键轴的耐腐蚀性优异，最适合在排斥防锈油的洁净室内等场所使用。

公称型号和规格的指定

公称型号的排列例

MAG系列、LSAG系列的规格通过公称型号来指定。通过公称型号的形式标记、尺寸和部件标记、预压标记、等级标记、互换性标记、辅助标记来注明适用的各规格。

|                      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5  | 6    | 7              | 8 | 9  | 10 |
|----------------------|------|---|---|---|----|------|----------------|---|----|----|
| 非互换性规格               |      |   |   |   |    |      |                |   |    |    |
| 成套产品                 | MAG  | L | T | 5 | C1 | R150 | T <sub>1</sub> | H |    | /N |
| 自由组合规格               |      |   |   |   |    |      |                |   |    |    |
| 外筒单件                 | MAG  | L |   | 5 | C1 |      | T <sub>1</sub> | H | S1 | /N |
| 花键轴单件 <sup>(1)</sup> | LSAG |   | T | 5 |    | R150 |                | H | S1 |    |
| 成套产品                 | MAG  | L | T | 5 | C1 | R150 | T <sub>1</sub> | H | S1 | /N |

|          |       |         |
|----------|-------|---------|
| 1 形式     | 形式标记  | II-109页 |
| 2 外筒长度   | 尺寸    | II-109页 |
| 3 花键轴的形状 | 形式标记  | II-109页 |
| 4 大小尺寸   | 尺寸    | II-109页 |
| 5 外筒个数   | 部件标记  | II-109页 |
| 6 花键轴长度  | 部件标记  | II-109页 |
| 7 预压量的大小 | 预压标记  | II-111页 |
| 8 精度等级   | 等级标记  | II-112页 |
| 9 自由组合   | 互换性标记 | II-115页 |
| 10 特别配置  | 辅助标记  | II-115页 |

注<sup>(1)</sup> 不管是哪个系列以及所搭配的外筒是什么形式，花键轴单件的形式标记均请注明“LSAG”(实心轴)或“LSAGT”(空心轴)。

公称型号和规格的说明 - 形式、外筒长度、花键轴的形状、大小尺寸、

|   |        |                                                                                                                                                                      |                                                          |
|---|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | 形式     | C-Lube自润滑滚珠花键G (MAG系列)<br><br>滚珠花键G(¹) (LSAG系列)<br><br>所适用的滑块的形式和大小尺寸请参照表1。<br>不管是哪个系列以及所搭配的外筒是什么形式，花形式标记均请注明“LSAG”(实心轴)或“LSAGT”(空心轴)。<br><br>注(¹)未内置C-Lube自润滑部件的形式。 | 标准型 : MAG<br>法兰型 : MAGF<br><br>标准型 : LSAG<br>法兰型 : LSAGF |
| 2 | 外筒长度   | 标准 : 无标记<br>高刚性加长 : L                                                                                                                                                | 所适用的滑块的形式和大小尺寸请参照表1。                                     |
| 3 | 花键轴的形状 | 实心轴 : 无标记<br>空心轴 : T                                                                                                                                                 | 所适用的滑块的形式和大小尺寸请参照表1。                                     |
| 4 | 大小尺寸   | 2、3、4、5、6、8、10、12、15、20、25、30                                                                                                                                        | 所适用的滑块的形式和大小尺寸请参照表1。                                     |
| 5 | 外筒个数   | : C○                                                                                                                                                                 | 成套产品时表示1根花键轴所搭配的外筒的个数。外筒单件时仅指定“C1”。                      |
| 6 | 花键轴长度  | : R○                                                                                                                                                                 | 花键轴的长度以毫米为单位表示。<br>标准长度和最大长度请参照尺寸表。                      |

外筒个数、花键轴的长度 -

表1 MAG系列及LSAG系列的形式和大小尺寸

| 形状                     | 外筒长度             | 形式      | 大小尺寸 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|------------------------|------------------|---------|------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|                        |                  |         | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| <div>标准型<br/>实心轴</div> | <div>标准</div>    | MAG     | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAG    | ○    | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
|                        | <div>高刚性加长</div> | MAGL    | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAGL   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| <div>标准型<br/>空心轴</div> | <div>标准</div>    | MAGT    | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAGT   | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        | <div>高刚性加长</div> | MAGLT   | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAGLT  | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
| <div>法兰型<br/>实心轴</div> | <div>标准</div>    | MAGF    | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAGF   | ○    | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
|                        | <div>高刚性加长</div> | LSAGFL  | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
|                        |                  |         |      |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| <div>法兰型<br/>空心轴</div> | <div>标准</div>    | MAGFT   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  | LSAGFT  | -    | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        | <div>高刚性加长</div> | LSAGFLT | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
|                        |                  |         |      |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

备注 表中有 号的部分有自由组合规格。

MAG、LSAG

|   |        |     |                  |                  |
|---|--------|-----|------------------|------------------|
| 7 | 预压量的大小 | 间隙  | : T <sub>0</sub> | 订购成套产品或外筒单件时指定。  |
|   |        | 标准  | : 无标记            | 预压量大小的详细内容请参照表2。 |
|   |        | 轻预压 | : T <sub>1</sub> | 所适用的预压种类请参照表3。   |

表2 预压量

| 预压的种类\项目 | 预压标记           | 预压量 N               | 使用条件                          |
|----------|----------------|---------------------|-------------------------------|
| 间隙       | T <sub>0</sub> | 0 <sup>(1)</sup>    | · 极轻微运动                       |
| 标准       | (无标记)          | 0 <sup>(2)</sup>    | · 轻微的精密运动                     |
| 轻预压      | T <sub>1</sub> | 0.02 C <sub>0</sub> | · 振动极小<br>· 负荷均衡<br>· 轻微的精密运动 |

注<sup>(1)</sup> 零间隙或有微小间隙。

注<sup>(2)</sup> 零预压或轻微预压状态。

备注 C<sub>0</sub>表示基本额定静负荷。

表3 预压的适用

| 大小尺寸 | 预压的种类(预压标记)          |          |                       |
|------|----------------------|----------|-----------------------|
|      | 间隙 (T <sub>0</sub> ) | 标准 (无标记) | 轻预压 (T <sub>1</sub> ) |
| 2    | ○                    | ○        | —                     |
| 3    | ○                    | ○        | —                     |
| 4    | ○                    | ○        | —                     |
| 5    | —                    | ○        | ○                     |
| 6    | —                    | ○        | ○                     |
| 8    | —                    | ○        | ○                     |
| 10   | —                    | ○        | ○                     |
| 12   | —                    | ○        | ○                     |
| 15   | —                    | ○        | ○                     |
| 20   | —                    | ○        | ○                     |
| 25   | —                    | ○        | ○                     |
| 30   | —                    | ○        | ○                     |

备注 表中有 号的部分也适用于自由组合规格。

|   |      |     |       |                           |
|---|------|-----|-------|---------------------------|
| 8 | 精度等级 | 普通级 | : 无标记 | 自由组合规格时，请搭配相同精度等级的外筒和花键轴。 |
|   |      | 高级  | : H   | 所适用的精度等级请参照表4。            |
|   |      | 精密级 | : P   | 精度等级的详细内容请参照表5、表6、表7。     |

表4 精度等级的适用

| 大小尺寸 | 等级(等级标记)  |        |         |
|------|-----------|--------|---------|
|      | 普通级 (无标记) | 高级 (H) | 精密级 (P) |
| 2    | ○         | ○      | ○       |
| 3    | ○         | ○      | ○       |
| 4    | ○         | ○      | ○       |
| 5    | ○         | ○      | ○       |
| 6    | ○         | ○      | ○       |
| 8    | ○         | ○      | ○       |
| 10   | ○         | ○      | ○       |
| 12   | ○         | ○      | ○       |
| 15   | ○         | ○      | ○       |
| 20   | ○         | ○      | ○       |
| 25   | ○         | ○      | ○       |
| 30   | ○         | ○      | ○       |

备注 表中有 号的部分也适用于自由组合规格。

表5 各部分的容许公差

The diagram illustrates a shaft-hub assembly with various tolerance zones. Key components and labels include:

- 部件安装部** (Component Mounting Part): Located at both ends of the assembly.
- 支撑部** (Support Part): Located between the component mounting parts.
- 花键部** (Spline Part): The central part of the assembly.
- 外筒** (Outer Sleeve): The outermost part of the assembly.
- Tolerance Zones:**
  - ② A-B:** Perpendicularity of the component mounting part relative to the support part axis.
  - ③ D C:** Perpendicularity of the outer sleeve relative to the support part axis.
  - ① A-B:** Circular runout of the component mounting part.
  - 表7 A-B D C:** Circular runout of the outer sleeve.

单位  $\mu\text{m}$

| 大小尺寸 | 相对于花键轴支持部轴线的                    |           |            |                            |           |            | ③ 相对于花键轴轴线的<br>法兰安装面的垂直度 <sup>(2)</sup> |           |            |
|------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------------|-----------|------------|-----------------------------------------|-----------|------------|
|      | ① 部件安装部的半径方向圆周跳动 <sup>(1)</sup> |           |            | ② 花键部端面的垂直度 <sup>(1)</sup> |           |            |                                         |           |            |
|      | 普通级<br>(无标记)                    | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) | 普通级<br>(无标记)               | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) | 普通级<br>(无标记)                            | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) |
| 2    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 3    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 4    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 5    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 6    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 8    | 33                              | 14        | 8          | 22                         | 9         | 6          | 27                                      | 11        | 8          |
| 10   | 41                              | 17        | 10         | 22                         | 9         | 6          | 33                                      | 13        | 9          |
| 12   | 41                              | 17        | 10         | 22                         | 9         | 6          | 33                                      | 13        | 9          |
| 15   | 46                              | 19        | 12         | 27                         | 11        | 8          | 33                                      | 13        | 9          |
| 20   | 46                              | 19        | 12         | 27                         | 11        | 8          | 33                                      | 13        | 9          |
| 25   | 53                              | 22        | 13         | 33                         | 13        | 9          | 39                                      | 16        | 11         |
| 30   | 53                              | 22        | 13         | 33                         | 13        | 9          | 39                                      | 16        | 11         |

注<sup>(1)</sup> 对轴端部进行加工后的值。

注<sup>(2)</sup> 适用于法兰型。

| 表6 相对于花键部有效长度的槽扭曲 <span>单位 μm</span> |              |           |            |
|--------------------------------------|--------------|-----------|------------|
| 精度等级                                 | 普通级<br>(无标记) | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) |
| 容许值                                  | 33           | 13        | 6          |

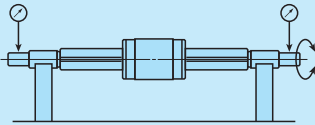
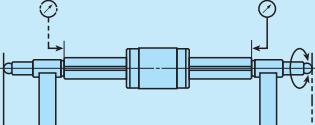
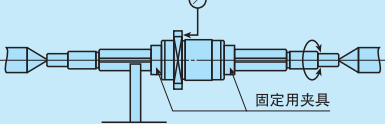
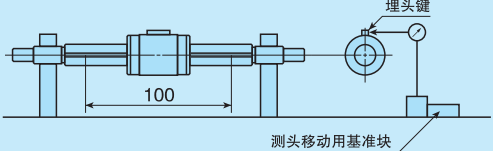
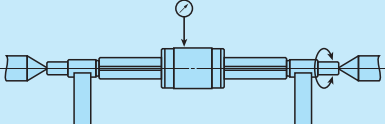
备注 适用于花键有效部的每100mm的任意位置。

表7 花键轴轴线的径向全跳动容许值

单位 μm

| 花键轴全长 mm |       | 大小尺寸与精度等级 |     | 大小尺寸         |           |            |              |           |            |              |           |            |
|----------|-------|-----------|-----|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|
|          |       |           |     | 2、3、4、5、6、8  |           |            | 10、12        |           |            | 15、20        |           |            |
|          |       |           |     | 普通级<br>(无标记) | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) | 普通级<br>(无标记) | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) | 普通级<br>(无标记) | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) |
| -        | 200   | 72        | 46  | 26           | 59        | 36         | 20           | 56        | 34         | 18           |           |            |
| 200      | 315   | 133       | 89  | 57           | 83        | 54         | 32           | 71        | 45         | 25           |           |            |
| 315      | 400   | 185       | 126 | 82           | 103       | 68         | 41           | 83        | 53         | 31           |           |            |
| 400      | 500   | 236       | 163 | 108          | 123       | 82         | 51           | 95        | 62         | 38           |           |            |
| 500      | 630   | -         | -   | -            | 151       | 102        | 65           | 112       | 75         | 46           |           |            |
| 630      | 800   | -         | -   | -            | 190       | 130        | 85           | 137       | 92         | 58           |           |            |
| 800      | 1 000 | -         | -   | -            | -         | -          | -            | 170       | 115        | 75           |           |            |
| 1 000    | 1 250 | -         | -   | -            | -         | -          | -            | -         | -          | -            |           |            |

| 花键轴全长 mm |       | 大小尺寸与精度等级 |     | 大小尺寸         |           |            |
|----------|-------|-----------|-----|--------------|-----------|------------|
|          |       |           |     | 25、30        |           |            |
|          |       |           |     | 普通级<br>(无标记) | 高级<br>(H) | 精密级<br>(P) |
| -        | 200   | 53        | 32  | 18           |           |            |
| 200      | 315   | 58        | 39  | 21           |           |            |
| 315      | 400   | 70        | 44  | 25           |           |            |
| 400      | 500   | 78        | 50  | 29           |           |            |
| 500      | 630   | 88        | 57  | 34           |           |            |
| 630      | 800   | 103       | 68  | 42           |           |            |
| 800      | 1 000 | 124       | 83  | 52           |           |            |
| 1 000    | 1 250 | 151       | 102 | 65           |           |            |

| 项目                                            | 测量方法                                                                                                              | 测量方法图                                                                               |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)<br>相对于花键轴支撑部轴线的部件安装部的半径方向圆周跳动<br>(参照表5 ①) | 用支撑部支撑住花键轴，将测头顶在部件安装部的外周面，测量花键轴转动一周时的跳动。                                                                          |  |
| (1)<br>相对于花键轴支撑部轴线的花键部端面的垂直度<br>(参照表5 ②)      | 用花键轴支撑部和花键轴单侧支撑住花键轴，将测头顶在花键部端面，通过测量花键轴转动一周时的跳动来求出垂直度。                                                             |  |
| 相对于花键轴轴线的法兰安装面的垂直度<br>(参照表5 ③)                | 用花键轴两个中心及外筒近旁的花键轴外周面支撑住花键轴，并将外筒固定于花键轴上，将测头顶在法兰安装面，通过测定花键轴转动一周时的跳动来求出垂直度。                                          |  |
| 相对于花键部有效长度的槽扭曲<br>(参照表6)                      | 固定花键轴并支撑，对外筒(或测量单元)施加适当的单向扭矩，沿着与花键轴垂直方向将测头与安装在外筒上的埋头键的侧面接触，计算外筒与测头在花键轴的花键有效位置上任意点同时轴向移动100mm时的跳动。注意测头应尽量接近外筒的外表面。 |  |
| 花键轴轴线的径向全跳动<br>(参照表7)                         | 用支撑部或两个中心支撑住花键轴，将测头顶在外筒(或测量单元)外周面，在轴向几个部位测量花键轴转动一周时的跳动,计算其最大值。                                                    |  |

注(1) 对轴端部进行加工后的值。

|    |      |                         |       |                                                                                                                            |
|----|------|-------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | 自由组合 | S1规格                    | : S1  | 订购自由组合规格时指定。请搭配使用互换性标记相同的外筒和花键轴。如需将不同的互换性标记搭配使用, 请向IKO咨询。另外, 精度不会因互换性标记的搭配而发生改变。<br>所适用的滑块的形式和大小尺寸请参照表1。<br>非互换性规格时为“无标记”。 |
|    |      | S2规格                    | : S2  |                                                                                                                            |
|    |      | 非互换性规格                  | : 无标记 |                                                                                                                            |
| 10 | 特别配置 | /BS、/N、/OH、/Q、/RE、/S、/Y |       | 所适用的特别配置请参照表9.1、表9.2。<br>几种特别配置搭配时请参照表10。<br>特别配置的详细内容请参照Ⅱ-116页、Ⅱ-117页。                                                    |
|    |      |                         |       |                                                                                                                            |
|    |      |                         |       |                                                                                                                            |

表9.1 特别配置的适用(自由组合规格、外筒单件和成套产品)

| 特别配置                       | 辅助标记 | 大小尺寸 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|------|------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|                            |      | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 无密封垫片                      | /N   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| 油孔 <sup>(1)</sup>          | /OH  | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| C-Lube自润滑部件 <sup>(1)</sup> | /Q   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |

注<sup>(1)</sup> 适用于LSAG系列。

表9.2 特别配置的适用(非互换性规格)

| 特别配置                       | 辅助标记 | 大小尺寸 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|------|------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|                            |      | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 钢制侧板 <sup>(1)</sup>        | /BS  | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | -  | -  | -  |
| 无密封垫片                      | /N   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| 油孔 <sup>(1)</sup>          | /OH  | -    | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| C-Lube自润滑部件 <sup>(1)</sup> | /Q   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  |
| 特殊环境用密封垫片 <sup>(1)</sup>   | /RE  | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | -  | -  | -  |
| 不锈钢制花键轴 <sup>(2)</sup>     | /S   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  |
| 润滑脂指定 <sup>(1)</sup>       | /Y   | -    | - | - | ○ | ○ | ○ | ○  | ○  | ○  | -  | -  | -  |

注<sup>(1)</sup> 适用于LSAG系列。

<sup>(2)</sup> 适用于实心轴。

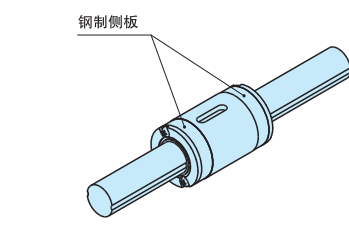
表10 辅助标记的搭配

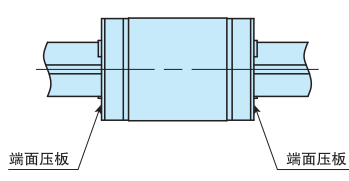
|    |    |   |    |   |    |   |
|----|----|---|----|---|----|---|
| N  | ●  |   |    |   |    |   |
| OH | ●  | ○ |    |   |    |   |
| Q  | ●  | ○ | ○  |   |    |   |
| RE | ●  | - | ●  | ● |    |   |
| S  | ●  | ● | ●  | ● | ●  |   |
| Y  | ●  | ● | ●  | - | ●  | ● |
|    | BS | N | OH | Q | RE | S |

备注1. 表中有“-”符号的不能搭配。

2. 带●符号的自由组合规格时, 请向IKO咨询。

3. 几种种类搭配使用时, 请按字母顺序排列注明标记。

|                                                                                     |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 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。外筒的全长尺寸不变。 |

|                                                                                     |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 无密封垫片 /N                                                                            |                                                       |
|  | 要减少外筒的运动阻力时, 可将两侧的密封垫片更换成与花键轴不接触的端面压板, 但是, 此规格不具防尘效果。 |

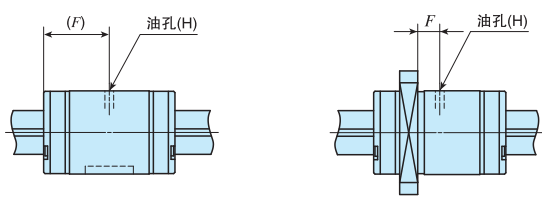
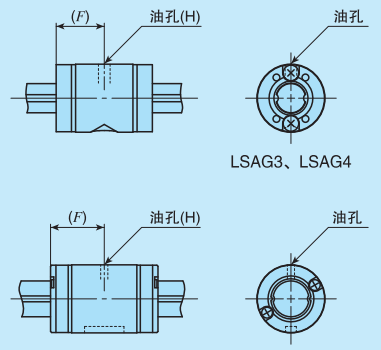
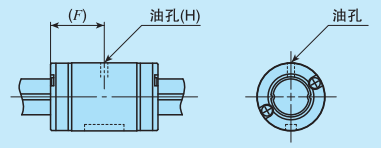
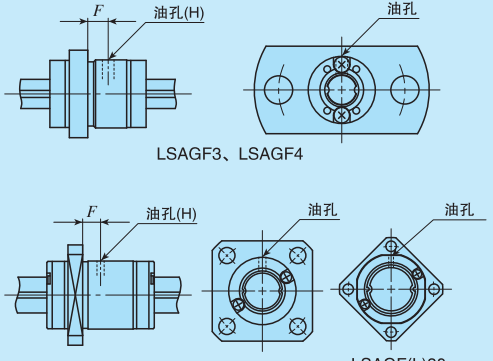
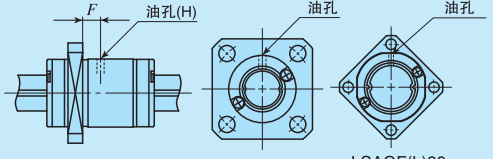
|                                                                                      |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 油孔 /OH                                                                               |                            |
|  | 在外筒上设置油孔。尺寸请参照表11.1、表11.2。 |

表11.1 标准型外筒的油孔位置和直径尺寸(辅助标记 /OH)

|                                                                                       |      |     |         |      |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|---------|------|-----|
|  |      |     |         |      |     |
| LSAG3、LSAG4                                                                           |      |     |         |      |     |
|  |      |     |         |      |     |
| 油孔                                                                                    |      |     |         |      |     |
| 单位 mm                                                                                 |      |     |         |      |     |
| 公称型号                                                                                  | F    | H   | 公称型号    | F    | H   |
| LSAG 3                                                                                | 5    | 1.2 | -       | -    | -   |
| LSAG 4                                                                                | 6    | 1.5 | -       | -    | -   |
| LSAG 5                                                                                | 9    |     | LSAGL 5 | 13   | 1.5 |
| LSAG 6                                                                                | 10.5 |     | LSAGL 6 | 15   |     |
| LSAG 8                                                                                | 12.5 |     | LSAGL 8 | 18.5 |     |
| LSAG10                                                                                | 15   | 2   | LSAGL10 | 23.5 | 2   |
| LSAG12                                                                                | 17.5 |     | LSAGL12 | 27   |     |
| LSAG15                                                                                | 20   |     | LSAGL15 | 32.5 |     |
| LSAG20                                                                                | 25   | 3   | LSAGL20 | 35.5 | 3   |
| LSAG25                                                                                | 30   |     | LSAGL25 | 42   |     |
| LSAG30                                                                                | 35   |     | LSAGL30 | 49   |     |

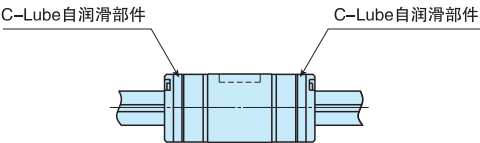
备注 只列出了代表性的公称型号, 可适用于同一大小尺寸的LSAG系列的所有标准型。

表11.2 法兰型外筒的油孔位置和直径尺寸(辅助标记 /OH)

|                                                                                       |     |     |          |      |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|------|-----|
|  |     |     |          |      |     |
| LSAGF3、LSAGF4                                                                         |     |     |          |      |     |
|  |     |     |          |      |     |
| LSAGF(L)30                                                                            |     |     |          |      |     |
| 单位 mm                                                                                 |     |     |          |      |     |
| 公称型号                                                                                  | F   | H   | 公称型号     | F    | H   |
| LSAGF 3                                                                               | 2.1 | 1.2 | -        | -    | -   |
| LSAGF 4                                                                               | 2.8 | 1.5 | -        | -    | -   |
| LSAGF 5                                                                               |     |     | LSAGFL 5 | 5.8  | 1.5 |
| LSAGF 6                                                                               |     |     | LSAGFL 6 | 8    |     |
| LSAGF 8                                                                               |     |     | LSAGFL 8 | 9.5  |     |
| LSAGF10                                                                               | 5   | 2   | LSAGFL10 | 13.3 | 2   |
| LSAGF12                                                                               | 7.5 |     | LSAGFL12 | 17   |     |
| LSAGF15                                                                               | 9   |     | LSAGFL15 | 21.5 |     |
| LSAGF20                                                                               | 11  | 3   | LSAGFL20 | 21.5 | 3   |
| LSAGF25                                                                               | 13  |     | LSAGFL25 | 25   |     |
| LSAGF30                                                                               | 14  |     | LSAGFL30 | 28   |     |

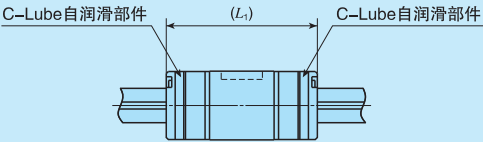
备注 只列出了代表性的公称型号, 可适用于同一大小尺寸的LSAG系列的所有法兰型。

C-Lube自润滑部件 /Q



在外筒的密封垫片内侧安装含有润滑油的C-Lube自润滑部件，可延长润滑剂的补给间隔。附带C-Lube自润滑部件的外筒全长尺寸请参照表12。

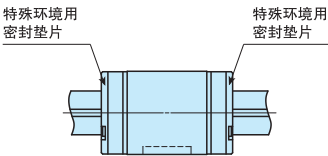
表12 附带C-Lube自润滑部件的外筒的尺寸(辅助标记 /Q)



| 单位 mm  |       |         |       |
|--------|-------|---------|-------|
| 公称型号   | $L_1$ | 公称型号    | $L_1$ |
| LSAG 5 | 24    | LSAGL 5 | 32    |
| LSAG 6 | 27    | LSAGL 6 | 36    |
| LSAG 8 | 33    | LSAGL 8 | 45    |
| LSAG10 | 38    | LSAGL10 | 55    |
| LSAG12 | 43    | LSAGL12 | 62    |

备注1. 所示尺寸为外筒两端装有C-Lube自润滑部件的规格的尺寸。  
2. 只列出了代表性的公称型号，可适用于同一大小尺寸的LSAG系列的所有形式。

特殊环境用密封垫片 /RE



将标准配备的密封垫片变更为能在高温环境下使用的特殊环境用密封垫片。外筒的全长尺寸不变。

不锈钢制花键轴 /S

实心花键轴材料变更为不锈钢制。此时的额定负荷为钢制花键轴的额定负荷乘上系数0.8后的值。

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。

## 花键轴的强度

IKO滚珠花键的花键轴能承受各个方向的负荷。因此需要考虑花键轴的强度。

### 承受弯曲负荷时

弯曲负荷作用在花键轴上时，根据(1)的公式选择满足条件的轴径。

$$M=\sigma \times Z$$

(1)

$M$  : 作用于花键轴上的最大弯曲力矩 N・mm  
 $\sigma$  : 花键轴的容许弯曲应力 98 N/mm<sup>2</sup>  
 $Z$  : 花键轴的截面系数mm<sup>3</sup> ( 参照表13 )

### 承受扭曲负荷时

扭曲负荷作用在花键轴上时，根据(2)的公式选择满足条件的轴径。

$$T=\tau a \times Zp$$

(2)

$T$  : 最大扭曲力矩 N・mm  
 $\tau a$  : 花键轴的容许扭曲应力 49 N/mm<sup>2</sup>  
 $Zp$  : 花键轴的极截面系数mm<sup>3</sup> ( 参照表13 )

### 同时承受扭曲负荷和弯曲负荷时

扭曲负荷和弯曲负荷同时作用在花键轴上时，根据等效弯曲力矩(3)的公式和等效扭曲力矩(4)的公式分别计算轴径，取其中较大的值。

等效弯曲力矩  $Me$

$$Me=\frac{1}{2}(M+\sqrt{M^2+T^2})$$

$$Me=\sigma \times Z$$

(3)

等效扭曲力矩  $Te$

$$Te=\sqrt{M^2+T^2}$$

$$Te=\tau a \times Zp$$

(4)

### 花键轴的强度

因扭曲力矩而产生的花键轴的扭角必须控制在每米0.25° 以下。

$$\theta=\frac{T \times L}{G \times Ip} \times \frac{360}{2 \pi}$$

$$0.25^{\circ} \geq \frac{1000}{L} \theta$$

(5)

$\theta$  : 扭角 °  
 $L$  : 花键轴长度 mm  
 $G$  : 横向弹性系数  $7.9 \times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>  
 $Ip$  : 花键轴的极截面二阶矩mm<sup>4</sup> ( 参照表13 )

MAG、LSAG

II-117

II-118

花键轴的截面特性

表13 花键轴的截面特性

| 大小尺寸 | 截面二阶矩<br>mm <sup>4</sup> |     | Z 断面系数<br>mm <sup>3</sup> |     | I <sub>p</sub> 极截面二阶矩<br>mm <sup>4</sup> |       | Z <sub>p</sub> 极截面系数<br>mm <sup>3</sup> |     |
|------|--------------------------|-----|---------------------------|-----|------------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-----|
|      | 实心轴                      | 空心轴 | 实心轴                       | 空心轴 | 实心轴                                      | 空心轴   | 实心轴                                     | 空心轴 |
| 2    | 0.60                     | –   | 0.65                      | –   | 1.4                                      | –     | 1.4                                     | –   |
| 3    | 3.6                      | –   | 2.5                       | –   | 7.5                                      | –     | 5.0                                     | –   |
| 4    | 12                       | 12  | 6.0                       | 6.0 | 24                                       | 24    | 12                                      | 12  |
| 5    | 29                       | 28  | 12                        | 11  | 59                                       | 58    | 24                                      | 23  |
| 6    | 61                       | 60  | 21                        | 20  | 120                                      | 120   | 41                                      | 41  |
| 8    | 190                      | 190 | 49                        | 47  | 390                                      | 380   | 98                                      | 96  |
| 10   | 470                      | 460 | 95                        | 93  | 960                                      | 940   | 190                                     | 190 |
| 12   | 990                      | 920 | 170                       | 160 | 2 010                                    | 1 880 | 330                                     | 310 |
| 15   | 1 580                    | –   | 240                       | –   | 3 260                                    | –     | 480                                     | –   |
| 20   | 5 100                    | –   | 570                       | –   | 10 500                                   | –     | 1 150                                   | –   |
| 25   | 12 000                   | –   | 1 080                     | –   | 24 800                                   | –     | 2 200                                   | –   |
| 30   | 25 300                   | –   | 1 890                     | –   | 52 200                                   | –     | 3 840                                   | –   |

订购时的公称型号和数量

MAG系列、LSAG系列根据负荷方向，在修正额定负荷后使用。  
根据表14，在修正尺寸表中所示基本额定动负荷、基本额定静负荷后再使用。

表14 修正为负荷方向的额定负荷

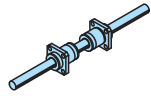
| <div><div><div>↑ 上方向载荷</div><div>↓ 下方向载荷</div></div><div><div>↔ 横向负荷</div></div></div> |         |    |       |                |                |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|-------|----------------|----------------|--------------------|
| 大小尺寸 \ 额定负荷和负荷方向                                                                       | 基本额定动负荷 |    |       | 基本额定静负荷        |                |                    |
|                                                                                        | 上侧      | 下侧 | 横向    | 上侧             | 下侧             | 横向                 |
| 2 ~ 12                                                                                 | C       | C  | 1.47C | C <sub>0</sub> | C <sub>0</sub> | 1.73C <sub>0</sub> |
| 15 ~ 30                                                                                | C       | C  | 1.13C | C <sub>0</sub> | C <sub>0</sub> | 1.19C <sub>0</sub> |

花键轴的截面二阶矩和截面系数

订购MAG系列、LSAG系列的成套产品时，请注明以花键轴根数为单位的套数。订购自由组合规格的外筒或花键轴单件时，请注明外筒的个数或花键轴的根数。

非互换性规格

成套产品



(需要1套时)

公称型号的表示例

MAGF 10 C2 R200 T1 H /N

订购数量

1套

自由组合规格

外筒单件



(需要2个时)

公称型号的表示例

MAGF 10 C1 T1 H S○ /N

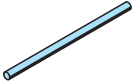
订购数量

2个

请指定S1或S2。

仅指定C1。

花键轴单件



(需要1根时)

公称型号的表示例

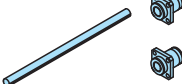
LSAG 10 R200 H S○

订购数量

1根

请指定S1或S2。

成套产品



(需要1套时)

公称型号的表示例

MAGF 10 C2 R200 T1 H S○ /N

订购数量

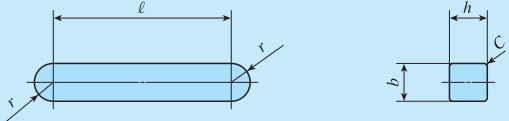
1套

请指定S1或S2。

附带的键的尺寸

MAG系列、LSAG系列的标准型附带有表15所示的键。

表15 附带的键的尺寸和容许公差

| <div></div> <div>单位 mm</div> |     |                  |     |             |      |      |             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------|-----|-------------|------|------|-------------|--|
| 大小尺寸                                                                                                              | b   | 尺寸公差             | h   | 尺寸公差        | ℓ    | r    | C           |  |
| 5                                                                                                                 | 2   | +0.016<br>+0.006 | 2   | 0<br>−0.025 | 3.8  | 1    | 0.16 ~ 0.25 |  |
| 6                                                                                                                 |     |                  | 2.5 |             | 5.8  |      |             |  |
| 8                                                                                                                 |     |                  |     |             | 7.8  |      |             |  |
| 10                                                                                                                | 3   |                  | 3   |             | 11.8 | 1.5  |             |  |
| 12                                                                                                                |     |                  |     |             | 16   | 1.75 |             |  |
| 15                                                                                                                | 3.5 | +0.024<br>+0.012 | 3.5 | 0<br>−0.030 | 21.5 | 2    | 0.25 ~ 0.4  |  |
| 20                                                                                                                | 4   |                  | 4   |             | 23.5 | 2.5  |             |  |
| 25                                                                                                                | 5   |                  | 5   |             |      |      |             |  |
| 30                                                                                                                | 7   | +0.030<br>+0.015 | 7   | 0<br>−0.036 | 27.5 | 3.5  |             |  |

备注 大小为2、3、4的系列不带键。固定方法的详细内容请参照 II - 121 页。

MAG、LSAG

II - 119

II - 120

# 润滑

MAG系列、LSAG系列中封入了添加极压添加剂的锂皂基润滑脂 (Alvania EP润滑脂2[Shell Lubricants Japan K.K.])。MAG系列在钢球循环部内置有C-Lube自润滑部件,可以延长润滑剂的补给间隔,大幅度减少加注润滑脂等的维护工时。

- 请如下所示补充润滑脂。
- ①关于大小尺寸为2、3、4的系列  
请将润滑脂直接涂抹于花键轴的轨道面或指定带油孔规格 ( /OH )。但是,大小尺寸为2的系列无法指定带油孔规格 ( /OH ), 敬请注意。
  - ②关于大小尺寸为5以上的系列  
请将润滑脂直接涂抹于花键轴的轨道面或滚动体。或请指定带油孔规格 ( /OH )。

# 防尘

MAG系列、LSAG系列的外筒虽然已经标准配备了特殊橡胶密封垫片来防尘,但大量垃圾或灰尘浮游时,或诸如切屑、沙尘等较大的异物粘附在花键轴上时,彻底防尘非常困难,因此推荐在直线运动部分安装防护盖进行防尘。

此外,大小尺寸为2、3、4的系列不附带密封垫片。大小尺寸为3、4的系列需要附带密封垫片时, 请向IKO咨询。

# 使用注意事项

- ①外筒的配合  
外筒和轴承座孔的配合,一般采用中间配合(J7)。对精度及刚性要求不高时,也可使用间隙配合(H7)。
- ②一般安装结构  
外筒安装例如图1所示。  
对大小尺寸为2、3、4的系列的外筒进行止转时,利用设在外筒上的镗锥孔,大小尺寸为2的系列使用M1.2~M1.6的螺丝、大小尺寸为3的系列使用M1.6~2的螺丝、大小尺寸为4的系列使用M2~M2.5的螺丝止转。使用时请避免因螺丝而使外筒变形。

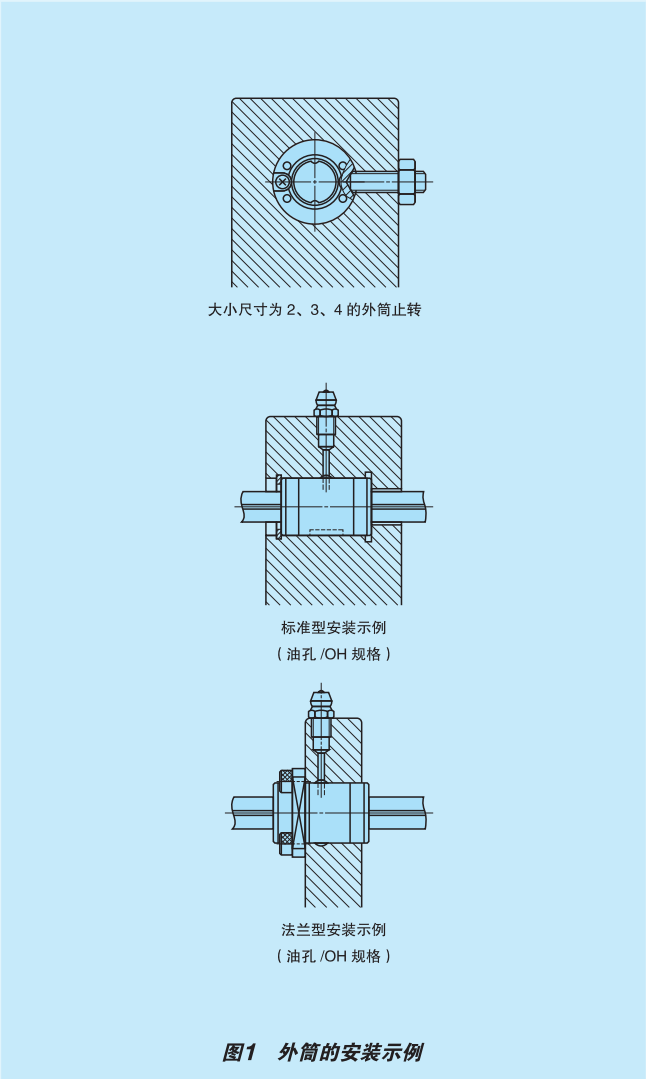


图1 外筒的安装示例

- ③使几个外筒靠近后使用时  
几个外筒紧贴使用时,根据机械、装置等的安装面及安装基准面的精度,可能会造成实际负荷超过计算的负荷值。此时必须将负载负荷估算得大于计算值。  
1根花键轴使用2个以上的外筒、使用2根以上的键固定外筒旋转方向时,将外筒的键槽位置对齐后交付。详情请咨询IKO。

- ④花键轴轴端部的追加加工  
·加工花键轴的外径时,加工外径超过尺寸表的 $d_1$ 会有轨道槽残留,因此,轴端加工部的最大直径请勿超过 $d_1$ 。  
·追加加工时请进行退火处理。  
·花键轴的轴形状可根据需要制作, 请向IKO咨询。

- ⑤工作温度  
MAG系列内置有C-Lube自润滑部件,因此工作温度最高不得超过80℃。LSAG系列的最高工作温度为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。  
LSAG系列的特殊规格中指定附带C-Lube自润滑部件 (辅助标记 /Q ) 时,最高工作温度为80℃。

- ⑥法兰型(非互换性规格)外筒的排列  
指定多个非互换性规格的法兰型外筒个数时的排列如表16所示。也可制作表16以外的排列, 请向IKO咨询。

| 外筒的个数 | 外筒的排列 |
|-------|-------|
| 1     |       |
| 2     |       |
| 3     |       |
| 4     |       |
| 5     |       |
| 6     |       |

- ⑦几套同时安装时  
自由组合规格时, 请将带有相同互换性标记(“S1”或“S2”)的外筒和花键轴安装在一起。  
使用非互换性规格的产品时, 请勿改变交货时外筒和花键轴的搭配。

- ⑧外筒和花键轴的组装  
将外筒组装到花键轴上时, 请正确对准外筒和花键轴的槽, 平行、轻轻地移动外筒。如果胡乱操作, 可能会导致密封垫片损伤或钢球脱落等问题。  
此外, 非互换性规格产品的外筒和花键轴上标记的方向一致时(参照图2)才能获得理想精度。因此, 组装时必须注意不可改变组装方向。

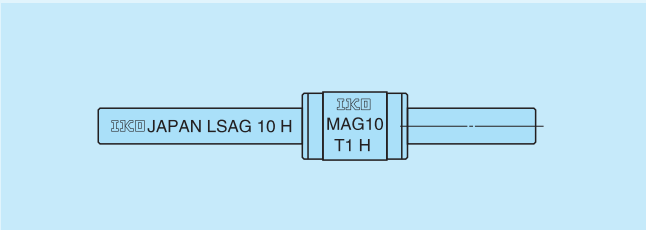


图2 外筒的安装方向

- ⑨外筒的安装  
将外筒压入轴承座中时, 应使用压入夹具, 通过冲压机等正确安装。(参照图3)

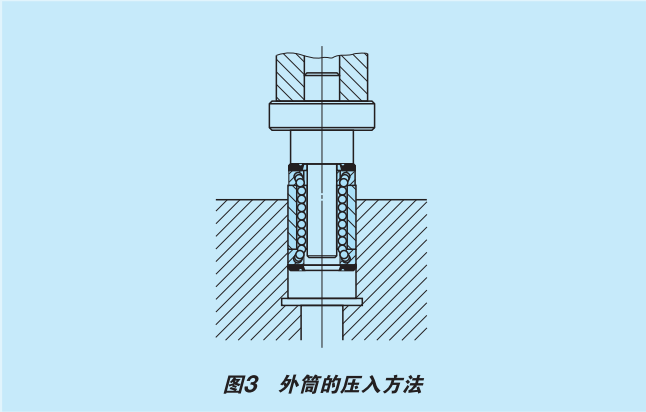
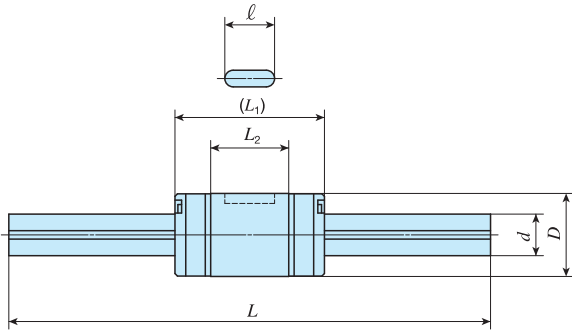
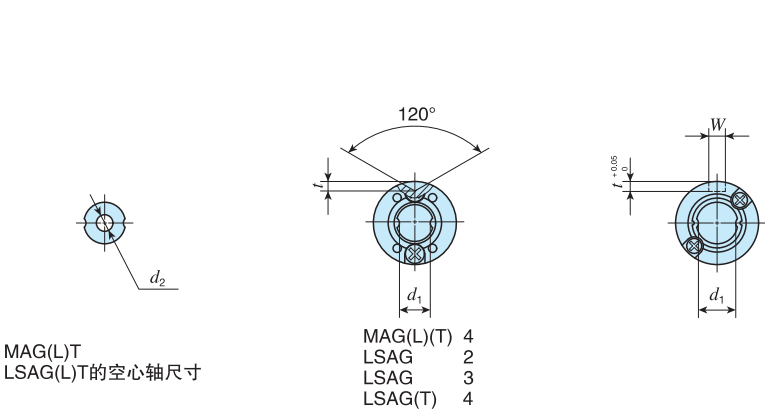


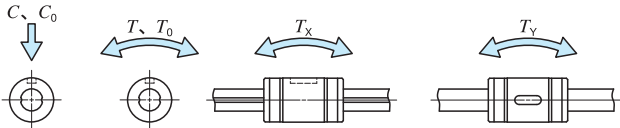
图3 外筒的压入方法

| 标准型  |                   |
|------|-------------------|
| 形状   | MAG、LSAG          |
|      |                   |
| 大小尺寸 | 2 3 4 5 6 8       |
|      | 10 12 15 20 25 30 |



| 公称型号                   |                              | 自由组合 | 质量(参考)<br>g |                 | 外筒尺寸及容许公差<br>mm |                                                     |                                                      |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     | 花键轴尺寸及容许公差<br>mm |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             | 基本额定<br>动负荷 <sup>(4)</sup> | 基本额定<br>静负荷 <sup>(4)</sup> | 额定<br>动扭矩 <sup>(4)</sup> | 额定<br>静扭矩 <sup>(4)</sup>                             | 额定静力矩 <sup>(4)</sup>                                 |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
|------------------------|------------------------------|------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|---|-----------------------------------------------------|-----|-----|-------------|------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| MAG系列                  | LSAG系列<br>(无C-Lube<br>自润滑部件) |      | 外筒          | 花键轴<br>(每100mm) | D               | 尺寸公差                                                | L <sub>1</sub>                                       | L <sub>2</sub>                                      | W    | 尺寸公差                                                | t                                                   | ℓ                                                   | d                | 尺寸公差                                                | d <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>                       | d <sub>2</sub>                                      | L <sup>(3)</sup> | 最大长度                                                 | C<br>N      | C <sub>0</sub><br>N        | T<br>N·m                   | T <sub>0</sub><br>N·m    | T <sub>x</sub><br>N·m                                | T <sub>y</sub><br>N·m                                |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| —                      | LSAG 2 <sup>(1)</sup>        | —    | 1.0         | 2.3             | 6               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.008 \end{smallmatrix}$ | 8.5                                                  | 4.7                                                 | —    | —                                                   | 0.7                                                 | —                                                   | 2                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.010 \end{smallmatrix}$ | 1.2                                                 | —                                                   | 50 100           | 100                                                  | 222         | 237                        | 0.28                       | 0.30                     | $\begin{smallmatrix} 0.22 \\ 1.4 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 0.39 \\ 2.4 \end{smallmatrix}$  |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| —                      | LSAG 3 <sup>(1)</sup>        | —    | 2.1         | 5.4             | 7               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 10                                                   | 5.9                                                 | —    | —                                                   | 0.8                                                 | —                                                   | 3                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.010 \end{smallmatrix}$ | 2.2                                                 | —                                                   | 100 150          | 150                                                  | 251         | 285                        | 0.45                       | 0.51                     | $\begin{smallmatrix} 0.31 \\ 1.9 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 0.53 \\ 3.3 \end{smallmatrix}$  |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAG 4 <sup>(1)</sup>   | —                            | —    | 2.5         | 9.6             | 8               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 15                                                   | 7.9                                                 | —    | —                                                   | 1                                                   | —                                                   | 4                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 3.2                                                 | —                                                   | 100 150          | 200                                                  | 303         | 380                        | 0.70                       | 0.87                     | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 3.80 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 6.50 \end{smallmatrix}$ |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| —                      | LSAG 4 <sup>(1)</sup>        | —    |             | 12              |                 |                                                     | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 2.9 \end{smallmatrix}$  |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 5.0 \end{smallmatrix}$  |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAGT 4 <sup>(1)</sup>  | —                            | —    |             | 15              |                 |                                                     | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 3.80 \end{smallmatrix}$ |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 6.50 \end{smallmatrix}$ |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| —                      | LSAGT 4 <sup>(1)</sup>       | —    |             | 12              |                 |                                                     | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 2.9 \end{smallmatrix}$  |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 5.0 \end{smallmatrix}$  |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAGL 4 <sup>(1)</sup>  | —                            | —    | 4.1         | 9.6             | 10              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 21                                                   | 13.9                                                | —    | —                                                   | 1                                                   | —                                                   | 4                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 3.2                                                 | 1.5                                                 | 100 150          | 150                                                  | 441         | 665                        | 1.00                       | 1.50                     | $\begin{smallmatrix} 1.50 \\ 8.60 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 2.60 \\ 15.0 \end{smallmatrix}$ |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAGLT 4 <sup>(1)</sup> | —                            | —    |             | 8.2             |                 |                                                     | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 2.9 \end{smallmatrix}$  |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 5.0 \end{smallmatrix}$  |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAG 5                  | LSAG 5                       | ○    | 4.8         | 14.9            |                 |                                                     | 18                                                   |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | 9.4                                                  |             |                            |                            |                          | 2                                                    | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$  | 1.2                                                 | 6   | 5                                                   | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 4.2 | — | 100 150                                             | 200 | 587 | 641         | 1.8                                                  | 1.9   | $\begin{smallmatrix} 1.0 \\ 7.9 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 1.8 \\ 13.6 \end{smallmatrix}$ |     |                                                      |                                                      |
| MAGT 5                 | LSAGT 5                      | ○    |             | 12.4            |                 |                                                     | 26                                                   |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  | 16.9                                                 |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       | $\begin{smallmatrix} 3.2 \\ 19.3 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 5.5 \\ 33.4 \end{smallmatrix}$ |     |                                                      |                                                      |
| MAGL 5                 | LSAGL 5                      | ○    | 8.1         | 14.9            | 12              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ | 21                                                   | 12.4                                                | 2    | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | 1.2                                                 | 6                                                   | 5                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 5.2                                                 | —                                                   | 100 150          | 200                                                  | 879         | 1 180                      | 2.6                        | 3.5                      | $\begin{smallmatrix} 3.2 \\ 19.3 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 5.5 \\ 33.4 \end{smallmatrix}$  |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAGLT 5                | LSAGLT 5                     | ○    |             | 12.4            |                 |                                                     | 30                                                   |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          | 21.4                                                 | $\begin{smallmatrix} 5.0 \\ 27.6 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 8.6 \\ 47.8 \end{smallmatrix}$ |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     |                                                      |                                                      |
| MAG 6                  | LSAG 6                       | ○    | 8.9         | 19              |                 |                                                     | 15                                                   |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$  | 21                                                   | 12.4                                                | 2   | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | 1.2                                                 | 8   | 6 | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 5.2 | 2   | 150 200     | 300                                                  | 711   | 855                                                 | 2.5                                                 | 3.0 | $\begin{smallmatrix} 1.7 \\ 11.7 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 3.0 \\ 20.3 \end{smallmatrix}$  |
| MAGT 6                 | LSAGT 6                      | ○    |             | 16.5            |                 |                                                     |                                                      |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          |                                                      | 30                                                   |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     | 21.4                                                 | $\begin{smallmatrix} 5.0 \\ 27.6 \end{smallmatrix}$  |
| MAGL 6                 | LSAGL 6                      | ○    | 14.5        | 19              | 15              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ |                                                      | 21                                                  | 12.4 | 2                                                   | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | 1.2                                                 | 8                | 6                                                   | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 5.2                                                 | —                | 150 200                                              | 300         | 1 030                      | 1 500                      | 3.6                      |                                                      | 5.2                                                  |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     | $\begin{smallmatrix} 5.0 \\ 27.6 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 8.6 \\ 47.8 \end{smallmatrix}$  |
| MAGLT 6                | LSAGLT 6                     | ○    |             | 16.5            |                 |                                                     |                                                      | 30                                                  |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             |                                                      |       |                                                     |                                                     |     | 21.4                                                 | $\begin{smallmatrix} 5.0 \\ 27.6 \end{smallmatrix}$  |
| MAG 8                  | LSAG 8                       | ○    | 15.9        | 39              |                 |                                                     | 15                                                   | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          | 25                                                   |                                                      | 14.6                                                | 2.5 | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | 1.5                                                 | 8.5 | 8 | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.015 \end{smallmatrix}$ | 7   | —   | 150 200 250 | 500                                                  | 1 190 | 1 330                                               | 5.5                                                 | 6.2 | $\begin{smallmatrix} 3.3 \\ 22.0 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 5.6 \\ 38.1 \end{smallmatrix}$  |
| MAGT 8                 | LSAGT 8                      | ○    |             | 33              |                 |                                                     |                                                      |                                                     |      |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             |                            |                            |                          | 37                                                   |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             | 26.6                                                 |       |                                                     |                                                     |     | $\begin{smallmatrix} 10.3 \\ 56.3 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 17.8 \\ 97.5 \end{smallmatrix}$ |
| MAGL 8                 | LSAGL 8                      | ○    | 26.5        | 39              | 15              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ |                                                      |                                                     | 25   | 14.6                                                | 2.5                                                 | $\begin{smallmatrix} +0.014 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | 1.5              | 8.5                                                 | 8                                                   | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.015 \end{smallmatrix}$ | 7                | —                                                    | 150 200 250 | 500                        | 1 800                      | 2 470                    | 8.4                                                  | 11.5                                                 |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             | $\begin{smallmatrix} 10.3 \\ 56.3 \end{smallmatrix}$ |       |                                                     |                                                     |     | $\begin{smallmatrix} 17.8 \\ 97.5 \end{smallmatrix}$ |                                                      |
| MAGLT 8                | LSAGLT 8                     | ○    |             | 33              |                 |                                                     |                                                      |                                                     | 37   |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                     |                                                     |                                                     |                  |                                                      |             | 26.6                       |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |     |                                                     |                                                     |     |   |                                                     |     |     |             | $\begin{smallmatrix} 10.3 \\ 56.3 \end{smallmatrix}$ |       |                                                     |                                                     |     | $\begin{smallmatrix} 17.8 \\ 97.5 \end{smallmatrix}$ |                                                      |

注<sup>(1)</sup> 不带密封垫片。  
注<sup>(2)</sup> d<sub>1</sub>为轴端加工时的最大直径。(轴端加工时请进行退火处理)  
注<sup>(3)</sup> 表示标准长度。本公司也制作标准长度外的产品，订货时请在公称型号上标出用毫米单位表示的花键轴长度。  
注<sup>(4)</sup> 基本额定动负荷(C)、基本额定静负荷(C<sub>0</sub>)、额定动扭矩(T)、额定静扭矩/力矩(T<sub>0</sub>、T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>)为下图的方向的数值。  
T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>栏中上方值为使用1个外筒时的值，下方值为使用2个紧靠的外筒时的值。

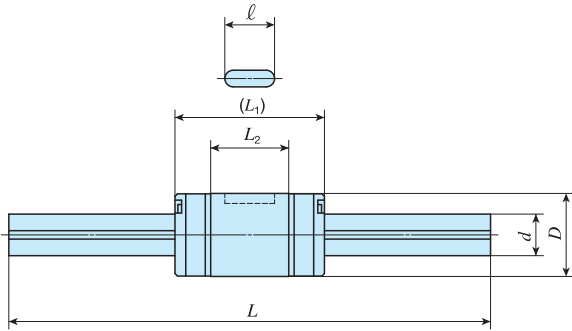


成套产品公称型号的排列例

| 形式标记       |          |          | 尺寸       | 部件标记      |             | 预压标记                 | 等级标记     | 互换性标记     | 特别配置      |
|------------|----------|----------|----------|-----------|-------------|----------------------|----------|-----------|-----------|
| <u>MAG</u> | <u>L</u> | <u>T</u> | <u>5</u> | <u>C2</u> | <u>R150</u> | <u>T<sub>1</sub></u> | <u>H</u> | <u>  </u> | <u>/N</u> |
| ①          | ②        | ③        | ④        | ⑤         | ⑥           | ⑦                    | ⑧        | ⑨         | ⑩         |

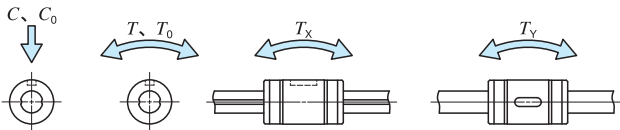
|                              |                       |                                       |                                            |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| ① 形式<br>MAG<br>LSAG<br>标准型   | ④ 大小尺寸<br>2、3、4、5、6、8 | ⑦ 预压量的大小<br>T0 间隙<br>无标记 标准<br>T1 轻预压 | ⑩ 自由组合<br>无标记 非互换性规格<br>S1 S1规格<br>S2 S2规格 |
| ② 外筒的长度<br>无标记 标准<br>L 高刚性加长 | ⑤ 外筒的个数(2个)           | ⑧ 精度等级<br>无标记 普通级<br>H 高级<br>P 精密级    | ⑨ 特别配置<br>BS、N、OH、Q、RE、S、Y                 |
| ③ 花键轴的形状<br>无标记 实心轴<br>T 空心轴 | ⑥ 花键轴的长度(150mm)       |                                       |                                            |

| 标准型  |          |    |    |    |    |    |
|------|----------|----|----|----|----|----|
| 形状   | MAG、LSAG |    |    |    |    |    |
|      |          |    |    |    |    |    |
| 大小尺寸 | 2        | 3  | 4  | 5  | 6  | 8  |
|      | 10       | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |



| 公称型号    |                              | 自由组合 | 质量(参考)<br>g |                 | 外筒尺寸及容许公差<br>mm |             |                |                |     |             |     |    | 花键轴尺寸及容许公差<br>mm |             |                                 |                |                       |       |        | 基本额定<br>动负荷 <sup>(3)</sup> | 基本额定<br>静负荷 <sup>(3)</sup> | 额定<br>动扭矩 <sup>(3)</sup> | 额定<br>静扭矩 <sup>(3)</sup> | 额定静力矩 <sup>(3)</sup>  |                       |
|---------|------------------------------|------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|-----|-------------|-----|----|------------------|-------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|-------|--------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| MAG系列   | LSAG系列<br>(无C-Lube<br>自润滑部件) |      | 外筒          | 花键轴<br>(每100mm) | D               | 尺寸公差        | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> | W   | 尺寸公差        | t   | ℓ  | d                | 尺寸公差        | d <sub>1</sub> ( <sup>1</sup> ) | d <sub>2</sub> | L( <sup>2</sup> )     |       | 最大长度   | C<br>N                     | C <sub>0</sub><br>N        | T<br>N·m                 | T <sub>0</sub><br>N·m    | T <sub>x</sub><br>N·m | T <sub>y</sub><br>N·m |
| MAG 10  | LSAG 10                      | ○    | 31.5        | 60.5            | 19              | 0<br>-0.013 | 30             | 18.2           | 3   | +0.014<br>0 | 1.8 | 11 | 10               | 0<br>-0.015 | 8.9                             | -              | 200 300               | 600   | 1 880  | 2 150                      | 10.9                       | 12.5                     | 7.0<br>41.5              | 12.1<br>71.9          |                       |
| MAGT 10 | LSAGT 10                     | ○    |             | 51              |                 |             | 4              |                |     |             |     |    |                  |             |                                 |                |                       |       |        |                            |                            |                          |                          |                       |                       |
| -       | LSAGL 10                     | ○    | 56.5        | 60.5            |                 |             | 47             | 34.9           |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 2 850                      | 4 040                      | 16.6                     | 23.4                     | 22.7<br>115           | 39.3<br>200           |
| -       | LSAGLT 10                    | ○    |             | 51              |                 |             | 4              |                |     |             |     |    |                  |             |                                 |                |                       |       |        |                            |                            |                          |                          |                       |                       |
| MAG 12  | LSAG 12                      | ○    | 44          | 87.5            | 21              | 0<br>-0.013 | 35             | 23             | 3   | +0.014<br>0 | 1.8 | 15 | 12               | 0<br>-0.018 | 10.9                            | -              | 200 300 400           | 800   | 2 180  | 2 690                      | 14.8                       | 18.3                     | 10.6<br>59.1             | 18.3<br>102           |                       |
| MAGT 12 | LSAGT 12                     | ○    |             | 66              |                 |             | 6              |                |     |             |     |    |                  |             |                                 |                |                       |       |        |                            |                            |                          |                          |                       |                       |
| -       | LSAGL 12                     | ○    | 76.8        | 87.5            |                 |             | 54             | 42             |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 3 220                      | 4 850                      | 21.9                     | 33.0                     | 32.2<br>157           | 55.7<br>272           |
| -       | LSAGLT 12                    | ○    |             | 66              |                 |             | 6              |                |     |             |     |    |                  |             |                                 |                |                       |       |        |                            |                            |                          |                          |                       |                       |
| -       | LSAG 15                      | ○    | 59.5        | 111             | 23              | 0<br>-0.013 | 40             | 27             | 3.5 | +0.018<br>0 | 2   | 20 | 13.6             | 0<br>-0.018 | 11.6                            | -              | 200 300 400           | 1 000 | 4 180  | 6 070                      | 31.3                       | 45.6                     | 27.8<br>152              | 33.2<br>181           |                       |
| -       | LSAGL 15                     | ○    | 110         |                 |                 |             | 65             | 52             |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 6 400                      | 11 500                     | 48.0                     | 86.5                     | 94.0<br>449           | 112<br>535            |
| -       | LSAG 20                      | ○    | 130         | 202             | 30              | 0<br>-0.016 | 50             | 33             | 4   | +0.018<br>0 | 2.5 | 26 | 18.2             | 0<br>-0.021 | 15.7                            | -              | 300 600 400 500       | 1 000 | 6 600  | 9 040                      | 66.0                       | 90.4                     | 48.6<br>288              | 58.0<br>343           |                       |
| -       | LSAGL 20                     | ○    | 198         |                 |                 |             | 71             | 54             |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 9 270                      | 15 100                     | 92.7                     | 151                      | 127<br>650            | 151<br>774            |
| -       | LSAG 25                      | ○    | 220         | 310             | 37              | 0<br>-0.016 | 60             | 39.2           | 5   | +0.018<br>0 | 3   | 29 | 22.6             | 0<br>-0.021 | 19.4                            | -              | 300 600 400 500 800   | 1 200 | 11 200 | 14 300                     | 139                        | 178                      | 92.8<br>551              | 111<br>656            |                       |
| -       | LSAGL 25                     | ○    | 336         |                 |                 |             | 84             | 63.2           |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 15 400                     | 23 200                     | 193                      | 290                      | 229<br>1 190          | 273<br>1 420          |
| -       | LSAG 30                      | ○    | 430         | 450             | 45              | 0<br>-0.016 | 70             | 43             | 7   | +0.022<br>0 | 4   | 35 | 27.2             | 0<br>-0.021 | 23.5                            | -              | 400 700 500 600 1 100 | 1 200 | 15 400 | 19 400                     | 231                        | 292                      | 147<br>874               | 176<br>1 040          |                       |
| -       | LSAGL 30                     | ○    | 634         |                 |                 |             | 98             | 71             |     |             |     |    |                  |             |                                 | -              |                       |       |        | 21 300                     | 31 600                     | 320                      | 474                      | 364<br>1 900          | 434<br>2 260          |

注<sup>(1)</sup> d<sub>1</sub>为轴端加工时的最大直径。(轴端加工时请进行退火处理)  
注<sup>(2)</sup> 表示标准长度。本公司也制作标准长度外的产品，订货时请在公称型号上标出用毫米单位表示的花键轴长度。  
注<sup>(3)</sup> 基本额定动负荷(C)、基本额定静负荷(C<sub>0</sub>)、额定动扭矩(T)、额定静扭矩/力矩(T<sub>0</sub>、T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>)为下图的方向的数值。  
T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>栏中上方值为使用1个外筒时的值，下方值为使用2个紧靠的外筒时的值。



成套产品公称型号的排列例

形式标记

尺寸

部件标记

预压标记

等级标记

互换性标记

特别配置

MAG

T

12

C2

R300

T<sub>1</sub>

H

/N

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

① 形式

MAG

LSAG

标准型

② 外筒的长度

无标记

L

标准

高刚性加长

③ 花键轴的形状

无标记

T

实心轴

空心轴

④ 大小尺寸

10、12、15、20、25、30

⑤ 外筒的个数(2个)

⑥ 花键轴的长度(300mm)

⑦ 预压量的大小

无标记

T<sub>1</sub>

标准

轻预压

⑧ 精度等级

无标记

H

P

普通级

高级

精密级

⑨ 自由组合

无标记

S1

S2

非互换性规格

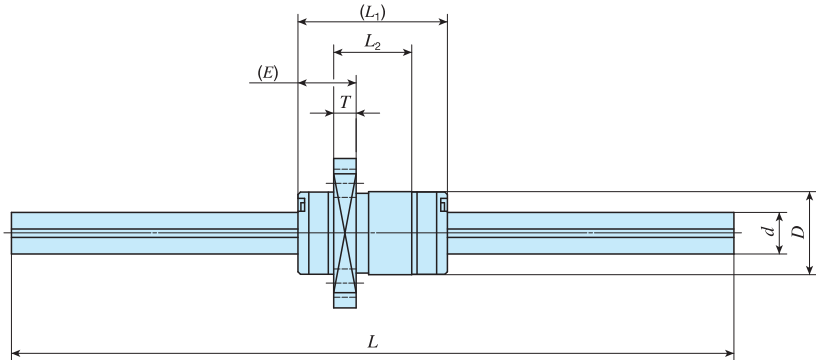
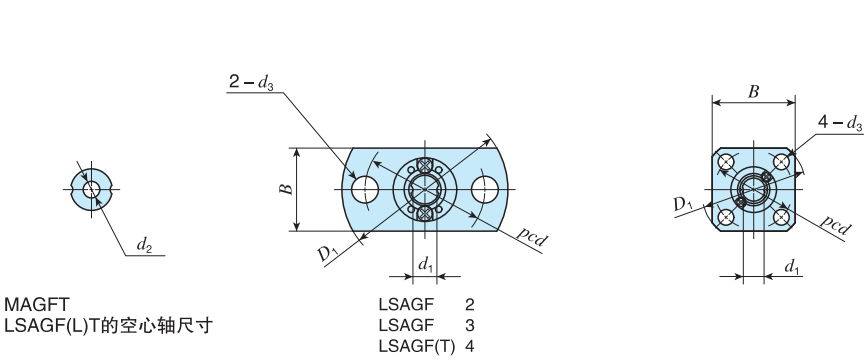
S1规格

S2规格

⑩ 特别配置

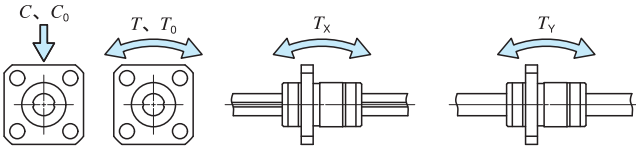
BS、N、OH、Q、RE、S、Y

| 法兰型  |                   |
|------|-------------------|
| 形状   | MAGF、LSAGF        |
|      |                   |
| 大小尺寸 | 2 3 4 5 6 8       |
|      | 10 12 15 20 25 30 |



| 公称型号    |                              | 自由组合 | 质量(参考)<br>g |                 | 外筒尺寸及容许公差<br>mm |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                | 花键轴尺寸及容许公差<br>mm |                                                     |                               |                |                  |       | 基本额定<br>动负荷 <sup>(4)</sup> | 基本额定<br>静负荷 <sup>(4)</sup> | 额定<br>动扭矩 <sup>(4)</sup> | 额定<br>静扭矩 <sup>(4)</sup>                             | 额定静力矩 <sup>(4)</sup>                                 |                                                     |
|---------|------------------------------|------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----|-----|-----|-----|----------------|------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|-------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| MAG系列   | LSAG系列<br>(无C-Lube<br>自润滑部件) |      | 外筒          | 花键轴<br>(每100mm) | D               | 尺寸公差                                                | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | B  | E   | T   | pcd | d <sub>3</sub> | d                | 尺寸公差                                                | d <sub>1</sub> <sup>(2)</sup> | d <sub>2</sub> | L <sup>(3)</sup> | 最大长度  | C<br>N                     | C <sub>0</sub><br>N        | T<br>N·m                 | T <sub>0</sub><br>N·m                                | T <sub>x</sub><br>N·m                                | T <sub>y</sub><br>N·m                               |
| -       | LSAGF 2 <sup>(1)</sup>       | -    | 1.9         | 2.3             | 6               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.008 \end{smallmatrix}$ | 8.5            | 4.7            | 15.5           | 8  | 3.4 | 1.5 | 11  | 2.4            | 2                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.010 \end{smallmatrix}$ | 1.2                           | -              | 50 100           | 100   | 222                        | 237                        | 0.28                     | 0.30                                                 | $\begin{smallmatrix} 0.22 \\ 1.4 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 0.39 \\ 2.4 \end{smallmatrix}$ |
| -       | LSAGF 3 <sup>(1)</sup>       | -    | 3.7         | 5.4             | 7               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 10             | 5.9            | 18             | 9  | 4   | 1.9 | 13  | 2.9            | 3                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.010 \end{smallmatrix}$ | 2.2                           | -              | 100 150          | 150   | 251                        | 285                        | 0.45                     | 0.51                                                 | $\begin{smallmatrix} 0.31 \\ 1.9 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 0.53 \\ 3.3 \end{smallmatrix}$ |
| -       | LSAGF 4 <sup>(1)</sup>       | -    | 5.1         | 9.6             | 8               | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 12             | 7.9            | 21             | 10 | 4.6 | 2.5 | 15  | 3.4            | 4                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 3.2                           | -              | 100 150          | 200   | 303                        | 380                        | 0.70                     | 0.87                                                 | $\begin{smallmatrix} 0.52 \\ 2.9 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 0.90 \\ 5.0 \end{smallmatrix}$ |
| -       | LSAGFT 4 <sup>(1)</sup>      | -    |             | 8.2             |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 1.5            |                  | 150   |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| MAGF 5  | LSAGF 5                      | ○    | 8.9         | 14.9            | 10              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ | 18             | 9.4            | 23             | 18 | 7   | 2.7 | 17  | 3.4            | 5                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 4.2                           | -              | 100 150          | 200   | 587                        | 641                        | 1.8                      | 1.9                                                  | $\begin{smallmatrix} 1.0 \\ 7.9 \end{smallmatrix}$   | $\begin{smallmatrix} 1.8 \\ 13.6 \end{smallmatrix}$ |
| MAGFT 5 | LSAGFT 5                     | ○    |             | 12.4            |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 2              |                  |       |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| -       | LSAGFL 5                     | ○    | 12          | 14.9            |                 |                                                     | 26             | 16.9           |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | -              |                  |       | 879                        | 1 180                      | 2.6                      | 3.5                                                  | $\begin{smallmatrix} 3.2 \\ 19.3 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 5.5 \\ 33.4 \end{smallmatrix}$ |
| -       | LSAGFLT 5                    | ○    |             | 12.4            |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 2              |                  |       |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| MAGF 6  | LSAGF 6                      | ○    | 13.9        | 19              | 12              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ | 21             | 12.4           | 25             | 20 | 7   | 2.7 | 19  | 3.4            | 6                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ | 5.2                           | -              | 150 200          | 300   | 711                        | 855                        | 2.5                      | 3.0                                                  | $\begin{smallmatrix} 1.7 \\ 11.7 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 3.0 \\ 20.3 \end{smallmatrix}$ |
| MAGFT 6 | LSAGFT 6                     | ○    |             | 16.5            |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 2              |                  |       |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| -       | LSAGFL 6                     | ○    | 19.5        | 19              |                 |                                                     | 30             | 21.4           |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | -              |                  |       | 1 030                      | 1 500                      | 3.6                      | 5.2                                                  | $\begin{smallmatrix} 5.0 \\ 27.6 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 8.6 \\ 47.8 \end{smallmatrix}$ |
| -       | LSAGFLT 6                    | ○    |             | 16.5            |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 2              |                  |       |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| MAGF 8  | LSAGF 8                      | ○    | 23.5        | 39              | 15              | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$ | 25             | 14.6           | 28             | 22 | 9   | 3.8 | 22  | 3.4            | 8                | $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.015 \end{smallmatrix}$ | 7                             | -              | 150 200 250      | 500   | 1 190                      | 1 330                      | 5.5                      | 6.2                                                  | $\begin{smallmatrix} 3.3 \\ 22.0 \end{smallmatrix}$  | $\begin{smallmatrix} 5.6 \\ 38.1 \end{smallmatrix}$ |
| MAGFT 8 | LSAGFT 8                     | ○    |             | 33              |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 3              |                  | 400   |                            |                            |                          |                                                      |                                                      |                                                     |
| -       | LSAGFL 8                     | ○    | 34.1        | 39              |                 |                                                     | 37             | 26.6           |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | -              |                  | 1 800 | 2 470                      | 8.4                        | 11.5                     | $\begin{smallmatrix} 10.3 \\ 56.3 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 17.8 \\ 97.5 \end{smallmatrix}$ |                                                     |
| -       | LSAGFLT 8                    | ○    |             | 33              |                 |                                                     |                |                |                |    |     |     |     |                |                  |                                                     |                               | 3              |                  |       |                            |                            |                          |                                                      |                                                      | 400                                                 |

注<sup>(1)</sup> 不带密封垫片。  
注<sup>(2)</sup> d<sub>1</sub>为轴端加工时的最大直径。(轴端加工时请进行退火处理)  
注<sup>(3)</sup> 表示标准长度。本公司也制作标准长度外的产品，订货时请在公称型号上标出用毫米单位表示的花键轴长度。  
注<sup>(4)</sup> 基本额定动负荷(C)、基本额定静负荷(C<sub>0</sub>)、额定动扭矩(T)、额定静扭矩/力矩(T<sub>0</sub>、T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>)为下图的方向的数值。  
T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>栏中上方值为使用1个外筒时的值，下方值为使用2个紧靠的外筒时的值。



成套产品公称型号的排列例

| 形式标记        |          |          | 尺寸       | 部件标记      |             | 预压标记                 | 等级标记     | 互换性标记     | 特别配置      |
|-------------|----------|----------|----------|-----------|-------------|----------------------|----------|-----------|-----------|
| <u>MAGF</u> | <u>L</u> | <u>T</u> | <u>5</u> | <u>C2</u> | <u>R150</u> | <u>T<sub>1</sub></u> | <u>H</u> | <u>  </u> | <u>/N</u> |
| ①           | ②        | ③        | ④        | ⑤         | ⑥           | ⑦                    | ⑧        | ⑨         | ⑩         |

|          |               |             |
|----------|---------------|-------------|
| ① 形式     | MAGF<br>LSAGF | 法兰型         |
| ② 外筒的长度  | 无标记<br>L      | 标准<br>高刚性加长 |
| ③ 花键轴的形状 | 无标记<br>T      | 实心轴<br>空心轴  |

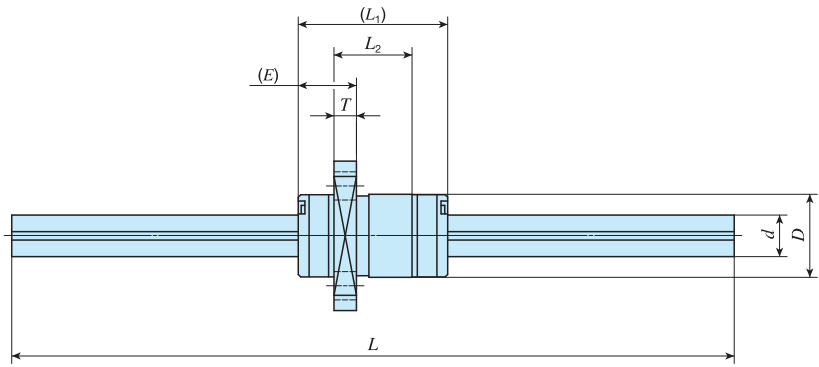
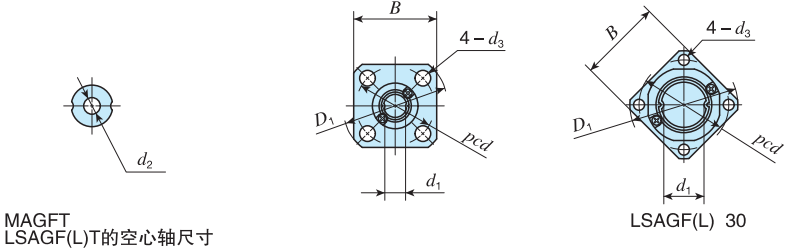
|                 |             |
|-----------------|-------------|
| ④ 大小尺寸          | 2、3、4、5、6、8 |
| ⑤ 外筒的个数(2个)     |             |
| ⑥ 花键轴的长度(150mm) |             |

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| ⑦ 预压量的大小 | T0 间隙<br>无标记 标准<br>T1 轻预压 |
| ⑧ 精度等级   | 无标记 普通级<br>H 高级<br>P 精密级  |

|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| ⑨ 自由组合 | 无标记 非互换性规格<br>S1 S1规格<br>S2 S2规格 |
| ⑩ 特别配置 | BS、N、OH、Q、RE、S、Y                 |

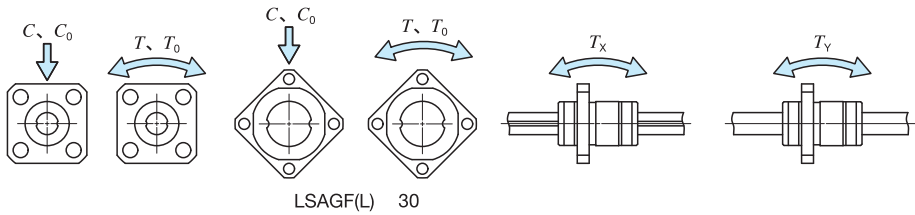
MAG、LSAG

| 法兰型        |                   |
|------------|-------------------|
| MAGF、LSAGF |                   |
| 形状         |                   |
|            |                   |
| 大小尺寸       | 2 3 4 5 6 8       |
|            | 10 12 15 20 25 30 |



| 公称型号     |                              | 自由<br>组合 | 质量(参考)<br>g |                 | 外筒尺寸及容许公差<br>mm |             |                |                |                |    |    |     |     |                | 花键轴尺寸及容许公差<br>mm |      |             |                                 |                |                       | 基本额定<br>动负荷 <sup>(3)</sup> | 基本额定<br>静负荷 <sup>(3)</sup> | 额定<br>动扭矩 <sup>(3)</sup> | 额定<br>静扭矩 <sup>(3)</sup> | 额定静力矩 <sup>(3)</sup>  |                       |                       |      |             |             |
|----------|------------------------------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----|----|-----|-----|----------------|------------------|------|-------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|-------------|-------------|
|          |                              |          |             |                 |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 |                |                       |                            |                            |                          |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| MAG系列    | LSAG系列<br>(无C-Lube<br>自润滑部件) |          | 外筒          | 花键轴<br>(每100mm) | D               | 尺寸公差        | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | B  | E  | T   | pcd | d <sub>3</sub> |                  | d    | 尺寸公差        | d <sub>1</sub> ( <sup>1</sup> ) | d <sub>2</sub> | L( <sup>2</sup> )     | 最大长度                       | C<br>N                     | C <sub>0</sub><br>N      | T<br>N·m                 | T <sub>0</sub><br>N·m | T <sub>x</sub><br>N·m | T <sub>y</sub><br>N·m |      |             |             |
| MAGF 10  | LSAGF 10                     | ○        | 45          | 60.5            | 19              | 0<br>-0.013 | 30             | 18.2           | 36             | 28 | 10 | 4.1 | 28  | 4.5            |                  | 10   | 0<br>-0.015 | 8.9                             | -              | 200 300               | 600                        | 1 880                      | 2 150                    | 10.9                     | 12.5                  | 7.0<br>41.5           | 12.1<br>71.9          |      |             |             |
| MAGFT 10 | LSAGFT 10                    | ○        |             | 51              |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | 47             |                       |                            | 34.9                       | -                        | 4                        | 2 850                 | 4 040                 | 16.6                  | 23.4 | 22.7<br>115 | 39.3<br>200 |
| -        | LSAGFL 10                    | ○        |             | 60.5            |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 |                |                       |                            |                            | -                        | 4                        |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGFLT 10                   | ○        |             | 51              |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 |                |                       |                            |                            | 4                        |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| MAGF 12  | LSAGF 12                     | ○        | 59          | 87.5            | 21              | 0<br>-0.013 | 35             | 23             | 38             | 30 | 10 | 4   | 30  | 4.5            |                  | 12   | 0<br>-0.018 | 10.9                            | -              | 200 300 400           | 800                        | 2 180                      | 2 690                    | 14.8                     | 18.3                  | 10.6<br>59.1          | 18.3<br>102           |      |             |             |
| MAGFT 12 | LSAGFT 12                    | ○        |             | 66              |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | 54             |                       |                            | 42                         | -                        | 6                        | 3 220                 | 4 850                 | 21.9                  | 33.0 | 32.2<br>157 | 55.7<br>272 |
| -        | LSAGFL 12                    | ○        |             | 87.5            |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 |                |                       |                            |                            | -                        | 6                        |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGFLT 12                   | ○        |             | 66              |                 |             |                |                |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 |                |                       |                            |                            | 6                        |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGF 15                     | ○        | 77          | 111             | 23              | 0<br>-0.013 | 40             | 27             | 40             | 31 | 11 | 4.5 | 32  | 4.5            |                  | 13.6 | 0<br>-0.018 | 11.6                            | -              | 200 300 400           | 1 000                      | 4 180                      | 6 070                    | 31.3                     | 45.6                  | 27.8<br>152           | 33.2<br>181           |      |             |             |
| -        | LSAGFL 15                    | ○        | 128         |                 |                 |             | 65             | 52             |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | -              |                       |                            | 94.0<br>449                | 112<br>535               |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGF 20                     | ○        | 150         | 202             | 30              | 0<br>-0.016 | 50             | 33             | 46             | 35 | 14 | 5.5 | 38  | 4.5            |                  | 18.2 | 0<br>-0.021 | 15.7                            | -              | 300 600 400 500       | 1 000                      | 6 600                      | 9 040                    | 66.0                     | 90.4                  | 48.6<br>288           | 58.0<br>343           |      |             |             |
| -        | LSAGFL 20                    | ○        | 218         |                 |                 |             | 71             | 54             |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | -              |                       |                            | 127<br>650                 | 151<br>774               |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGF 25                     | ○        | 255         | 310             | 37              | 0<br>-0.016 | 60             | 39.2           | 57             | 43 | 17 | 6.6 | 47  | 5.5            |                  | 22.6 | 0<br>-0.021 | 19.4                            | -              | 300 600 400 500 800   | 1 200                      | 11 200                     | 14 300                   | 139                      | 178                   | 92.8<br>551           | 111<br>656            |      |             |             |
| -        | LSAGFL 25                    | ○        | 371         |                 |                 |             | 84             | 63.2           |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | -              |                       |                            | 229<br>1 190               | 273<br>1 420             |                          |                       |                       |                       |      |             |             |
| -        | LSAGF 30                     | ○        | 476         | 450             | 45              | 0<br>-0.016 | 70             | 43             | 65             | 50 | 21 | 7.5 | 54  | 6.6            |                  | 27.2 | 0<br>-0.021 | 23.5                            | -              | 400 700 500 600 1 100 | 1 200                      | 15 400                     | 19 400                   | 231                      | 292                   | 147<br>874            | 176<br>1 040          |      |             |             |
| -        | LSAGFL 30                    | ○        | 680         |                 |                 |             | 98             | 71             |                |    |    |     |     |                |                  |      |             |                                 | -              |                       |                            | 364<br>1 900               | 434<br>2 260             |                          |                       |                       |                       |      |             |             |

注<sup>(1)</sup> d<sub>1</sub>为轴端加工时的最大直径。(轴端加工时请进行退火处理)  
注<sup>(2)</sup> 表示标准长度。本公司也制作标准长度外的产品，订货时请在公称型号上标出用毫米单位表示的花键轴长度。  
注<sup>(3)</sup> 基本额定动负荷(C)、基本额定静负荷(C<sub>0</sub>)、额定动扭矩(T)、额定静扭矩/力矩(T<sub>0</sub>、T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>)为下图的方向的数值。  
T<sub>x</sub>、T<sub>y</sub>栏中上方值为使用1个外筒时的值，下方值为使用2个紧靠的外筒时的值。



成套产品公称型号的排列例

| 形式标记     |  | 尺寸    |  | 部件标记            |  | 预压标记              |  | 等级标记           |  | 互换性标记          |  | 特别配置             |  |        |  |    |  |    |  |
|----------|--|-------|--|-----------------|--|-------------------|--|----------------|--|----------------|--|------------------|--|--------|--|----|--|----|--|
| MAGF     |  | T     |  | 12              |  | C2                |  | R300           |  | T <sub>1</sub> |  | H                |  |        |  | /N |  |    |  |
| 1        |  | 2     |  | 3               |  | 4                 |  | 5              |  | 6              |  | 7                |  | 8      |  | 9  |  | 10 |  |
| ① 形式     |  |       |  | ④ 大小尺寸          |  |                   |  | ⑦ 预压量的大小       |  |                |  | ⑨ 自由组合           |  |        |  |    |  |    |  |
| MAGF     |  | LSAGF |  | 法兰型             |  | 10、12、15、20、25、30 |  | 无标记            |  | 标准             |  | 无标记              |  | 非互换性规格 |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  | T <sub>1</sub> |  | 轻预压            |  | S1               |  | S1规格   |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  | S2               |  | S2规格   |  |    |  |    |  |
| ② 外筒的长度  |  |       |  | ⑤ 外筒的个数(2个)     |  |                   |  | ⑧ 精度等级         |  |                |  | ⑩ 特别配置           |  |        |  |    |  |    |  |
| 无标记      |  | 标准    |  |                 |  |                   |  | 无标记            |  | 普通级            |  | BS、N、OH、Q、RE、S、Y |  |        |  |    |  |    |  |
| L        |  | 高刚性加长 |  |                 |  |                   |  |                |  | H              |  | 高级               |  |        |  |    |  |    |  |
| ③ 花键轴的形状 |  |       |  | ⑥ 花键轴的长度(300mm) |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
| 无标记      |  | 实心轴   |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
| T        |  | 空心轴   |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |
|          |  |       |  |                 |  |                   |  |                |  |                |  |                  |  |        |  |    |  |    |  |