

# TQG 台崎减速机

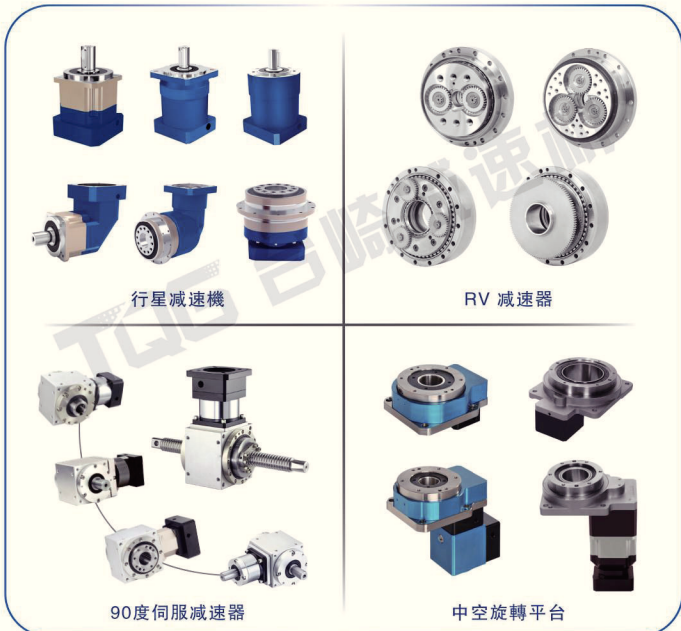
步进/伺服馬達驅動(機器人行業專配)

TQG 台崎减速机

台崎機電設備(上海)有限公司

台崎機電設備(天津)有限公司

台崎機電設備(廣東)有限公司



## TQG 台崎减速机

**台灣臺崎精密工業企業社**  
 台灣地址：台北縣新莊市丹鳳工業園中正路8號  
 電話：886-2-22198586  
 傳真：886-2-22198587

**台崎機電設備(上海)有限公司**  
 地址：上海市嘉定區嘉麟北路4777號敏機工業區  
 電話：021-69009655 / 69009656  
 傳真：021-69009657  
 Email: tqg@tqg6.com  
 https://taiqiseiko.com

**台崎機電設備(天津)有限公司**  
 地址：天津市南開區新南馬路二區六棟118-1號  
 電話：022-87809659 傳真：020-87809695  
 Email: tqg@tqg6.com  
 https://taiqiseiko.com

**台崎機電設備(廣東)有限公司**  
 地址：東莞市長安鎮振安東路158號  
 電話：0755-23344659 傳真：0755-23342973  
 Email: tqg@tqg6.com  
 https://taiqiseiko.com



高性價比-尺寸完全匹配替換日本諧波減速器

## 諧波減速器 HARMONIC REDUCER



台崎减速机

## 公司簡介 Company Introduction

臺崎減速機——是從專業製造齒輪工廠開始發展，工廠同仁和技術團隊在齒輪設計和製造有二十多年的生產經驗，後期成立行星減速器事業部，借鑒德國行星減速器的傳動原理，結合公司內部臺灣技術工藝的消化吸收，完善出系列的伺服和步進電機專用的行星減速器規格產品，所生產的台崎減速器產品具有低背隙(5.7arcmin)，低噪音(60dB)，高效率(≥95%)的特徵，減速機的輸入接口可以搭配任意品牌工廠的伺服馬達和步進馬達，行星減速器功能具有提高馬達轉子的慣性，提高剛性和縮短啟動與停止的定位時間，可以使馬達的功率小型化，提升機器在運轉時高慣性負載的安定性和降低震動的待點。

行星減速器產品規格尺寸可以直接替換德標和日標的減速機規格，產品系列齊全，尺寸與精度和日系和德系減速機完全一致，我工廠也可以承接非標的減速機型號和尺寸，產品廣泛運用工具機(龍門機床)，激光切割機，木工雕刻機，全伺服印機，精密塗布機，伺服管機，數控彈簧機等自動化程度較高設備!

工廠匹配大量庫存，希望與國內伺服電機廠家及系統集成商，共同扎根自動化機械行業和機器人行業領域，為中國機器人和自動化機械提升及工業4.0目標提供優質的自動化產品。

Taiqi Electromechanical Equipment (Shanghai) Co., Ltd. (following called TQG reducer company) is developed from a professional gear manufacturing plant. The factory colleagues and technical team have more than 20 years of production experience in gear design and manufacturing. In the later stage, the precision planetary gearbox division was established. Drawing on the transmission principle of the German planetary gearbox and combining with the digestion and absorption of the company's internal Taiwan technology, we have improved out a series of precision planetary gearboxes with full specifications for servo and stepper motors. This servo gearbox products manufactured by TQG reducer company are with features of low backlash (5.7arcmin), low noise (60dB) and high efficiency (≥95%). The input interface of TQG planetary gearbox can be matched with any brand of servo motors and stepper motors on the market.

The TQG precision planetary gearbox has the functional characteristics of improving the inertia of the motor rotor, improving the rigidity and shortening the start and stop positioning time, which can miniaturize the power of the motor, improve the stability of the high inertia load and reduce the vibration during the operation of the machine.

The product specifications of TQG reducers can directly replace the equivalent sizes of standard planetary gearbox from German and Japanese. The TQG reducer company has a complete product range, and the size and precision are exactly the same as those of the Japanese and German precision speed reducers. Besides, our factory can also accept customization of non-standard gearbox models and specifications. The TQG planetary gearboxes are widely used in tool machines (gantry machine tools), laser cutting machines, woodworking engraving machines, full servo tissue machines, precision embossing printing machines, precision coating machines, servo bending machines, CNC spring machine, and other highly automated equipment.

The TQG reducer factory matches a large number of stock and hopes to cooperate with domestic and overseas servo motor manufacturers and system integrators to take root in the field of automation machinery industry and robot industry, and provide high-quality automation products for China robot, automation machinery upgrading and industrial 4.0 goals.

## 產品目錄 / CONTENTS

PAGES

### 技術參數

Technical parameter

06-19

### CSG/CSF 系列組合型

CSG/CSF series

20-35



### SHG/SHF 系列組合型

SHG/SHF series

36-56



### CSD 系列組合型

CSD series

57-64



### SHD 系列組合型

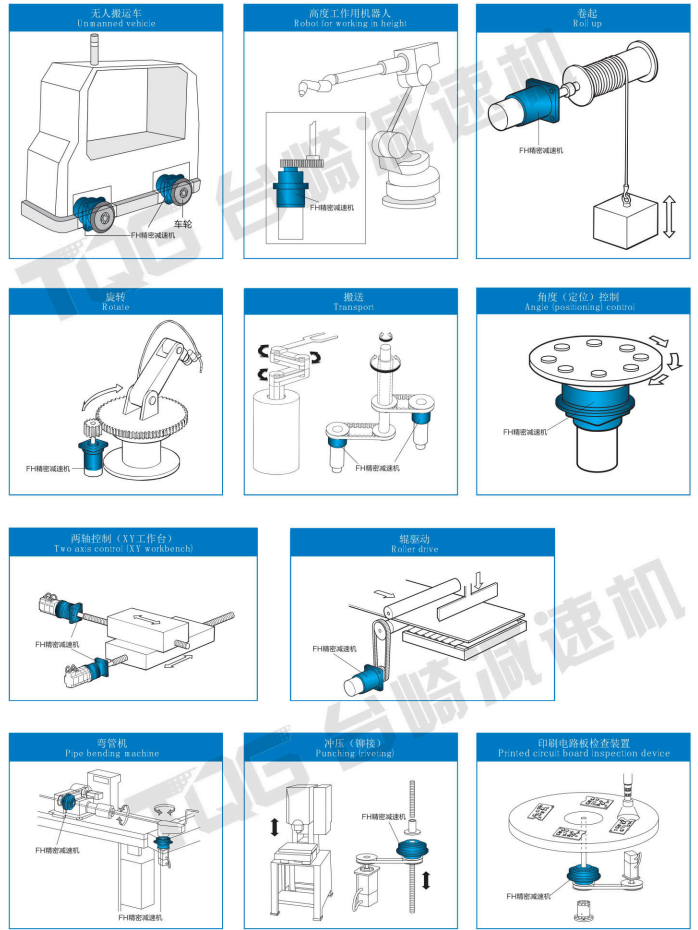
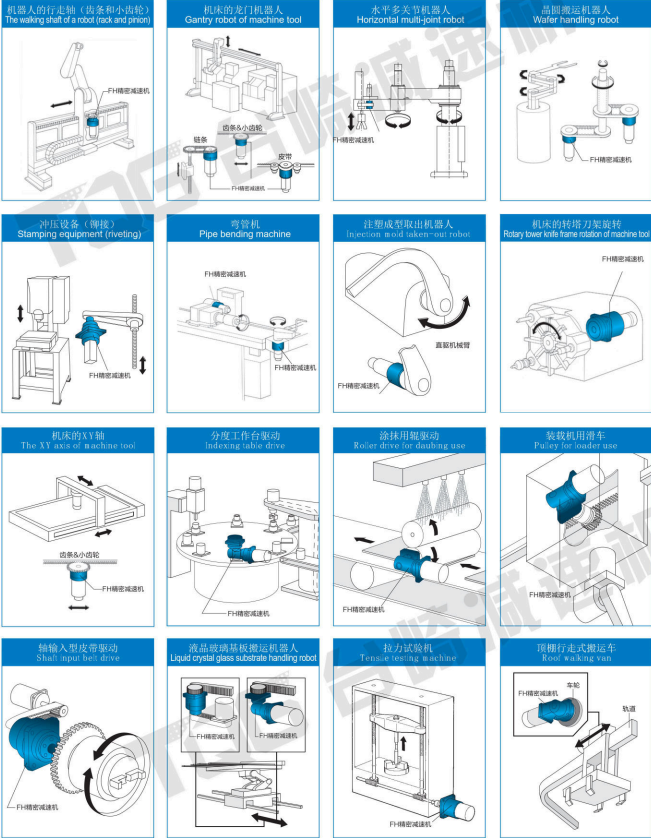
SHD series

65-73



# 产品应用行业 PRODUCT APPLICATION INDUSTRY

半导体液晶制造设备、机器人、机床等需要精密运动控制的前沿领域得到广泛应用。  
Semiconductor liquid crystal manufacturing equipment, robots, machine tools, and other frontiers of precision motion control are widely used.



## 谐波减速机的构造

The structure of the harmonic reducer



### 波发生器 Wave Generator

椭圆形凸轮外圈嵌有薄壁滚珠轴承，部件整体呈椭圆形。轴承内轮固定在椭圆形凸轮上，外轮通过滚珠可弹性变形。安装在电动机轴上。  
A ball bearing with thin-walled construction is fitted onto the outer circumference of an oval cam. The entire structure is oval. The inner ring of the bearing is fixed onto the oval cam and the outer ring elastically deforms through a ball. The wave generator can be mounted on a motor shaft.

### 刚轮 Flex Spline

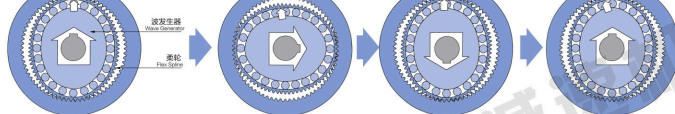
刚体的内齿轮。内圈嵌有与柔轮同等大小的齿轮，齿数比柔轮多两个。通常固定在齿轮箱内。  
The inner gear of the rigid body, with teeth of equivalent size to those on the flex spline cut into the inner circumference. The circular spline has two more teeth than the flex spline and is normally fixed onto the gear casing.

### 柔轮 Flex Spline

薄壁杯状的金属弹性体部件。杯子开口部外围刻有齿。通常从这里执行输出。  
A cup-like elastic metal part with thin wall thickness. Teeth are cut into the outer circumference of the opening of the cup, from where the output is usually extracted.

## 锋棱谐波减速机的工作原理

Operating Principles of FH



波发生器使柔轮的形状变成椭圆形。因此，在椭圆形长轴的部分，柔轮与刚轮的齿啮合；在短轴的部分，齿完全脱离的状态。  
The flex spline is bent into an oval shape by the wave generator. Teeth on the long axis of the oval therefore mesh with the circular spline, while the teeth on the short axis perfectly detach from the circular spline.

固定刚轮，顺时针方向旋转波发生器，柔轮发生弹性变形，与刚轮的齿啮合部位依次移动。  
Fixing the circular spline and rotating the wave generator clockwise will elastically deform the flex spline, sequentially moving the tooth meshing positions with the circular spline.

将波发生器顺时针旋转180度。柔轮以1齿之差，向逆时针方向移动。  
Rotating the wave generator through 180° in a clockwise direction will move the flex spline counterclockwise by one tooth as a difference in the number of teeth.

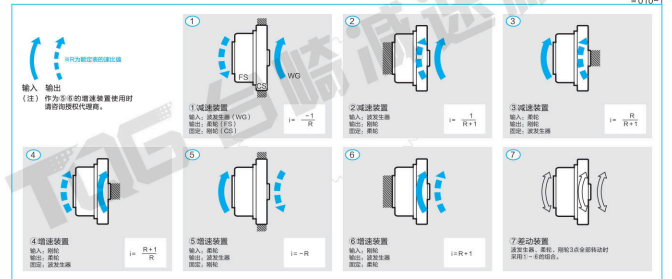
波发生器旋转1次(360度)，柔轮的齿数比刚轮少两个，以2齿之差向逆时针方向移动。一般将该动作作为输出执行。  
When the wave generator rotates through one turn (360°), the flex spline moves counterclockwise by two teeth based on the difference in the number of teeth because the flex spline has two teeth fewer than the

## 旋转方向和减速比

### 杯型

杯型FH谐波减速机的旋转方向和减速比如下所示。此外，杯型FH谐波减速机包括以下各系列。CSG、CSF、CSD、SF-mini、CSF-GH

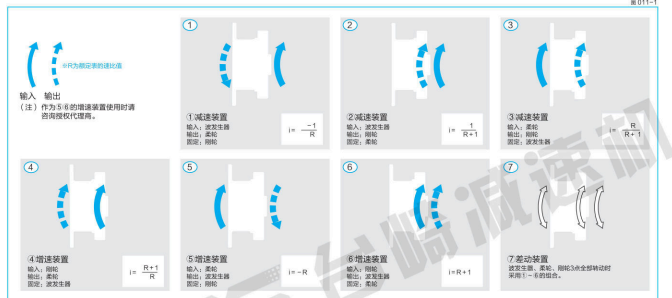
#### ■ 旋转方向



### 礼帽型

礼帽型FH谐波减速机的旋转方向和减速比如下所示。此外，礼帽型FH谐波减速机包括以下各系列。SHG、SHF、SHD

#### ■ 旋转方向



#### ■ 减速比

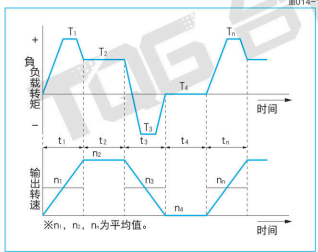
FH谐波减速机的减速比由柔轮和刚轮的齿数决定。  
FH harmonic reducer gear ratio is determined by the number of teeth of the flex spline and the circular spline.  
刚轮的齿数:  $Z_c$  刚轮的齿数: 202  
柔轮的齿数:  $Z_f$  柔轮的齿数: 200  
输入: 波发生器  
输出: 柔轮  
固定: 刚轮  
减速比  $i = \frac{1}{R} = \frac{Z_f - Z_c}{Z_f} = \frac{200 - 202}{200} = -\frac{1}{100}$   
输入: 波发生器  
输出: 刚轮  
固定: 柔轮  
减速比  $i = \frac{1}{R} = \frac{Z_c - Z_f}{Z_c} = \frac{202 - 200}{202} = \frac{1}{101}$   
■ 固定表的减速比值由R表示。

# 型号选定

一般来讲，伺服系统几乎没有带着一定的负载连续运转的状态。输入转速和负载转矩会发生变化，启动、停止时也会有较大的转矩作用。此外，还会出现无法预期的冲击转矩。通过将这些变动负载转矩换算为平均负载转矩，实施型号的选定。此外，组合型时，外部负载的直接支撑部位（输出法兰部）组装有精密交叉滚子轴承。因此，请确认最大负载静力矩、交叉滚子轴承的使用寿命以及静态安全系数。

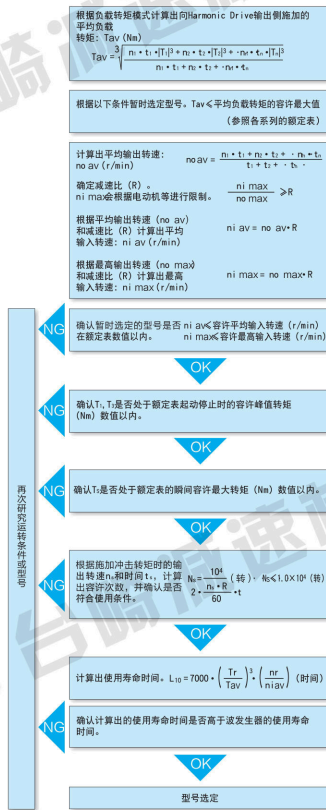
## ■负载转矩模式的确认

首先，必须掌握负载转矩的模式。请确认下图所示的各规格。



## ■型号选定的流程图

请根据以下的流程图进行型号的选定。任何一个数值超过额定表的数值时，都请重新考虑大一个的型号，或考虑降低负载转矩等条件。



## ■型号选定示例

**各负载转矩模式的值**

负载转矩	$T_1$ (Nm)	<最高转速>	
时间	$t_1$ (sec)	最高输出转速	$n_{0\max} = 14\text{r/min}$
输出转速	$n_1$ (r/min)	最高输入转速	$n_{1\max} = 1800\text{r/min}$
(通过电动机等进行限制。)			

**<通常运转模式>**

启动时	$T_1 = 400\text{Nm}$ , $t_1 = 0.3\text{sec}$ , $n_1 = 7\text{r/min}$	施加冲击转矩时	$T_5 = 500\text{Nm}$ , $t_5 = 0.15\text{sec}$ , $n_5 = 14\text{r/min}$
正常运转时	$T_2 = 320\text{Nm}$ , $t_2 = 3\text{sec}$ , $n_2 = 14\text{r/min}$		
停止(减速)时	$T_3 = 200\text{Nm}$ , $t_3 = 0.4\text{sec}$ , $n_3 = 7\text{r/min}$		
停机时	$T_4 = 0\text{Nm}$ , $t_4 = 0.2\text{sec}$ , $n_4 = 0\text{r/min}$		

**<要求使用寿命>**

$L_{10} = 7000$  (时间)

根据负载转矩模式计算出向FH谐波减速机输出侧施加的平均负载转矩:  $T_{av}$  (Nm)

$$T_{av} = \frac{3}{T_1 \cdot t_1 + T_2 \cdot t_2 + T_3 \cdot t_3 + T_4 \cdot t_4 + T_5 \cdot t_5}$$

根据以下条件暂时选定型号,  $T_{av} <$  平均负载转矩的许可最大值 (参照各系列的额定表)

计算出平均输出转速:  $av$  (r/min)

$$av = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3 + n_4 \cdot t_4 + n_5 \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}$$

确定减速比 (R)

$$R = \frac{n_{1\max}}{av} > R$$

根据平均输出转速 (av) 和减速比 (R) 计算出平均输入转速:  $ni$  (r/min)

$$ni = av \cdot R$$

根据最高输出转速 (no max) 和减速比 (R) 计算出最高输入转速:  $ni$  max (r/min)

$$ni \max = no \max \cdot R$$

确认暂时选定的型号是否  $ni$  av < 许可平均输入转速 (r/min) 且在额定表数值以内。

确认  $T_1, T_5$  是否处于额定表启动、停止时的容许峰值转矩 (Nm) 数值以内。

确认  $T_5$  是否处于额定表的瞬间容许最大转矩 (Nm) 数值以内。

根据施加冲击转矩时的输出转速  $n_5$  和时间  $t_5$ , 计算出容许次数, 并确认是否  $\frac{10^6}{2 \cdot n_5 \cdot t_5} > 1$  (符合使用条件)。

计算出使用寿命时间,  $L_{10} = 7000 \cdot \left(\frac{Tr}{T_{av}}\right)^2 \cdot \left(\frac{ni}{ni \max}\right)$  (时间)

确认计算出的使用寿命时间是否高于发生器的使用寿命时间。

根据上述结果选定 CSF-40-120-2UH

# 关于润滑剂

组合型的润滑方法包括润滑油和油润滑2种。组合型、齿轮箱型的标准润滑方法为润滑油润滑。出厂前已封入润滑油, 因此组装时无需注入、涂抹润滑油。但是, 请注意组合型出厂时未封入润滑油。

※因维护等原因需要更换使用粘度为0的 (NLGI No. 0) 润滑油时, 请咨询本公司授权代理商。

润滑剂名称	规格	应用
润滑油	谐波减速机润滑油 SK-1A 谐波减速机润滑油 SK-2 谐波减速机润滑油 4B No.2	谐波减速机
油膏	工业用齿轮油2种 (极压) ISO VG68	油浸式减速机

使用工况温度范围	规格
润滑油	SK-1A 0°C ~ +40°C SK-2 0°C ~ +40°C 4B No.2 -10°C ~ +70°C
油膏	ISO VG68 0°C ~ +40°C

(注) 对比工况温度, 高温侧请在温度上升40°C以内使用。

## 润滑油润滑剂

### ■润滑油的种类

谐波减速机润滑油 SK-1A 专为 FH 谐波减速机开发的专用润滑油。与市场销售的常用润滑油相比具有耐久性、效率性佳的优点。

谐波减速机润滑油 SK-2 专为小型 FH 谐波减速机开发的专用润滑油。通过将极压添加剂溶化, 可以在波发生器旋转时获得最佳的润滑效果。

谐波减速机润滑油 4B No.2 为 CSF·CSG 系列开发的专用润滑油, 具有可适应较长使用寿命的流动特性。此外还能够在更大的温度范围内使用。

- 采用润滑油润滑时必须密封机构。  
请按照以下针对密封机构和连接轴进行润滑。  
特别是使用谐波减速机润滑油 4B No.2 时, 请务必严格实施密封机构润滑。  
旋转部→请使用润滑油注入式油封进行润滑。  
连接轴部→请注水平面是否歪斜, 是否存在伤痕, 并使用 O 型环或密封剂进行润滑。
- 使用 4B No.2 润滑油时即使在运转初期, 润滑油在切断部位 (波发生器周边部位) 也会变黄。润滑油的硬度需根据运转条件而定, NLGI 粘稠度从 No. 0 至 00 不等。

**■不同机型适用润滑油**

根据型号、速比的不同, 适用润滑油也有所不同。请参照下表。作为一般使用, 推荐 SK-1A 以及 SK-2。

适合减速比30的润滑油	型号	8	11	14	17	20	25	32
SK-1A	△	○	○	○	○	○	○	○
SK-2	○	○	○	○	○	○	○	○
4B No.2	△	△	△	△	△	△	△	△

适合减速比50以上的润滑油	型号	8	11	14	17	20	25	32
SK-1A	○	○	○	○	○	○	○	○
SK-2	○	○	○	○	○	○	○	○
4B No.2	△	△	△	△	△	△	△	△

型号	40	45	50	58	65	80	90	100
SK-1A	○	○	○	○	○	○	○	○
SK-2	△	△	△	△	△	△	△	△
4B No.2	□	□	□	□	□	□	□	□

※符号: ○ 标准润滑油  
△ 特别润滑油  
□ 长期使用以及高负载时的推荐润滑油

润滑油规格	SK-1A	SK-2	4B No.2
基础油	精制矿物油	精制矿物油	合成燃油
增稠剂	锂皂基	锂皂基	尿素
添加剂	极压添加剂、其他	极压添加剂、其他	极压添加剂、其他
NLGI 粘稠度 No.	No. 2	No. 2	No. 1.5
粘稠度 (25°C)	265~295	265~295	290~320
滴点	197°C	198°C	247°C
外观	黄色	绿色	淡黄色
保存寿命	密封状态5年	密封状态5年	密封状态5年

润滑油特性	SK-1A	SK-2	4B No.2
耐久性	○	○	○
耐震性能	○	○	○
低温性	△	△	△
防锈性	○	○	○

## ■润滑油更换时间

FH 谐波减速机的各运动部的磨损很大程度上会受到润滑油性能的影响。润滑油的性能会根据温度变化, 温度越高变化越快, 因此需要尽早进行润滑油更换。如下图所示, 当平均负载转矩低于额定转矩时, 根据润滑油温度与波发生器总转矩的关系可确定润滑油的更换时间。平均负载转矩超出额定转矩时, 则通过以下计算公式计算出润滑油的更换时间。

平均负载转矩超出额定转矩时的计算公式

$$L_{10} = L_{10} \times \left(\frac{Tr}{T_{av}}\right)^2$$

计算公式的符号	说明
$L_{10}$	超出额定转矩时的更换时间 (转数)
$L_{10}$	低于额定转矩时的更换时间 (转数)
$Tr$	额定转矩 (Nm, kgfm)
$T_{av}$	输出侧的平均负载转矩

## ■其他注意事项

- 请避免与其他润滑油混用。此外, 组装到装置上时将 FH 谐波减速机置于单独的壳体内。
- 在波发生器处于朝上的状态, 且朝单方向以固定负载低速旋转 (输入转速: 低于 1000r/min) 时使用置于单独的壳体内, 可能引起润滑油不良, 此时使用请咨询本公司授权代理商。
- 关于组合型的润滑油泄漏 虽然组合型已在设计构造时针对润滑油泄漏采取了相应的措施, 但请根据使用环境进行密封机构的强化。

■“壳体内部推荐尺寸”、“涂抹要领”、“涂抹量”请参照各系列的设计指南相关章节。

## 润滑油

### ■润滑油的种类

标准指定润滑油为『工业用齿轮油2种 (极压) ISO VG68』。市场上销售的润滑油推荐使用以下品牌。

标准	美孚石油	埃索	昭和壳牌石油	科森美石油	日本能源	新日本石油	出光兴产	General 石油	NOK 壳牌油
工业用齿轮油 2种 (极压) ISO VG68	美孚石油 600DP68	SPARTAN EP68	埃索玛拉润滑油 SE68	科森美齿轮油 SE68	ES 齿轮油 G68	Bonnox M68	出光兴产齿轮油 LWS68	General 石油 SP 齿轮油 ROL68	NOK 壳牌油 D-68EP Sintesso D-68EP

### ■润滑油更换时间

- 第一次... 运转开始后100小时  
第二次以后... 每运转1000小时或每6个月但是, 使用条件恶劣时请提前更换。
- “油面位置”系轮的油槽加工尺寸“油量”请参照各系列的设计指南相关页面。

## 特殊气体环境用润滑油

工况温度特殊时 (处于表 016-2 “使用工况温度范围”以外), 在选择润滑油时请考虑下述润滑油的使用温度范围以及使用条件。

润滑油种类	润滑油和制造商	使用可能温度范围
润滑油	Multemp SH-KII: 协同油脂 (株)	-30°C ~ +50°C
油膏	SH-200-100CS: TORAY (株)	-25°C ~ +80°C
油膏	Sintesso D-3ZEP: NOK 壳牌油	-25°C ~ +90°C

谐波减速机润滑油 4B No.2 的使用温度范围是考虑 FH 谐波减速机的性能及特性确定的润滑油温度。(不是工况温度。)  
使用可能温度范围是指润滑油单独使用的温度。会受到 FH 谐波减速机的运转条件 (负载转矩、转速、运转周期等) 限制。此外, 当工况温度为极度低温或极度高温时, 需要对 FH 谐波减速机各部分的材质进行重新考虑, 届时请咨询授权代理商。  
如果能考虑到谐波减速机润滑油 4B No.2 在低温时会由于粘度上升导致 FH 谐波减速机的运转转矩增加、高温时会由于酸化劣化缩短润滑油使用寿命, 那么可以在使用可能温度范围内使用。

## 关于刚性

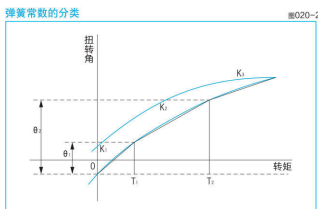
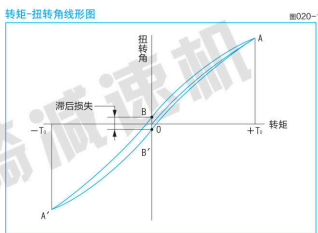
在伺服系统中，驱动系统的刚性、齿隙会对系统的性能产生较大影响。在设计选型及型号选定前，有必要针对这些项目进行详细的研究。

### 刚性

将输入侧（波发生器）固定，向输出侧（柔轮）施加转矩后，输出轴会产生与转矩成正比的扭角。  
图020-1是根据在输出轴上施加的转矩从0开始，在正负侧分别增加到+T<sub>0</sub>、-T<sub>0</sub>时输出侧的扭角变化绘制而成的。将其称为“转矩-扭角曲线图”，通常描绘为0-A-B-A'-B'-A的环线。对于FH谐波减速机的刚性，“转矩-扭角曲线图”的倾斜程度即表述为弹簧常数。（单位：Nm/rad）  
如图020-2所示，将该“转矩-扭角曲线图”分为3个区间，各区间时的弹簧常数分别表述为K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>。

K<sub>1</sub>……转矩从“0”至“T<sub>1</sub>”的弹簧常数  
K<sub>2</sub>……转矩从“T<sub>1</sub>”至“T<sub>0</sub>”的弹簧常数  
K<sub>3</sub>……转矩在“T<sub>1</sub>”以上区间的弹簧常数

■各弹簧常数（K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>）的数值以及转矩-扭角（T<sub>1</sub>、T<sub>0</sub>-θ<sub>1</sub>、θ<sub>2</sub>）的数值请参见各系列的相关章节。



### 扭转变形的计算实例

以CSF-25-100-2R-GR为例，计算出扭角（θ）。

负载转矩为T<sub>0</sub>=2.9Nm时

由于转矩为T<sub>1</sub>以下，因此扭角θ<sub>1</sub>的计算公式如下所示。

$$\begin{aligned}\theta_{11} &= T_0 / K_1 \\ &= 2.9 / 3.1 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-4} \text{ rad} \quad (0.33 \text{ arc min})\end{aligned}$$

负载转矩为T<sub>0</sub>=39Nm时

由于转矩处于T<sub>1</sub>和T<sub>0</sub>之间，扭角θ<sub>12</sub>的计算公式如下所示。

$$\begin{aligned}\theta_{12} &= \theta_1 + (T_0 - T_1) / K_2 \\ &= 4.4 \times 10^{-4} + (39 - 14) / 5.0 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-4} \text{ rad} \quad (3.3 \text{ arc min})\end{aligned}$$

此外，正反转施加负载时的总扭角量为上述所得的数值的2倍，加上余量的值。

※这一扭角量是组件整体的扭角。  
请注意此时不包括输入轴的扭角。

### 滞后损失

如图020-1的曲线图所示，施加转矩直至达到额定转矩后，转矩恢复为“0”时，扭角并不会完全变为“0”，会留有微量的间隙量（B-B'）。这个间隙量被称为滞后损失。

■齿后损失量请参见各系列的相关章节。

### 齿隙

滞后损失主要是由于内部摩擦产生，因此转矩很小的情况下几乎不存在滞后损失，仅有的微小间隙由曲线图表示。该量即表述为齿隙量。

由于FH谐波减速机齿轮啮合部的间隙控制为“0”，因此齿隙量是指波发生器的欧式联轴节（自动调心机构）产生的间隙。如各系列的相关页面所示，固定住输入侧、在输出侧测定的值是其微小量。

※齿隙量请参见各系列的相关章节。

## 关于强度

### 柔轮的强度

由于柔轮会发生弹性形变，因此FH谐波减速机的传递转矩是以柔轮齿底的疲劳强度为基准进行确定。

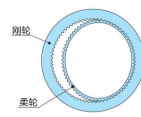
额定转矩、启动停止时的容许峰值转矩的数值均为柔轮齿底疲劳界限以内的数值。

瞬间容许最大转矩（冲击转矩）的数值是柔轮齿底疲劳界限的极限值，频繁超过瞬间容许至于大转矩时将可能发生疲劳破坏。因此为了避免发生疲劳破坏，要对冲击转矩的次数设定限制。

### 棘爪扭矩

运转中受到过度的冲击转矩作用时，在柔轮等未发生破坏的状态下别轮和柔轮齿轮的啮合瞬间发生偏移。这种现象被称为棘爪。此时的转矩被称为棘爪扭矩（棘爪扭矩的数值请参照各系列的相关章节）。如果发生棘爪现象仍继续使其运转，会由于棘爪发生时产生的磨损粉尘导致齿轮发生早期磨损、缩短波发生器轴承的使用寿命。

齿轮啮合呈单侧偏移的状态



这一状态被称为齿轮啮合偏移。

### 屈服转矩

波发生器处于固定状态下向柔轮（输出）作过度转矩时，柔轮会发生弹性形变，不久柔轮中部会发生屈服，形成破坏。

此时的转矩称为屈服转矩。

※屈服转矩的数值请参见各系列的相关章节。

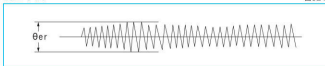
## 角度传达精度

角度传达精度是指将任意的旋角传递至输入时，理论上旋转输出的旋角与实际旋转输出的旋角之间的差值，即角度传达误差。

■角度传达精度的数值请参见各系列的相关章节。

符号	名称
θ <sub>er</sub>	角度传达误差
θ <sub>i</sub>	输入旋角
θ <sub>o</sub>	实际输出旋角
R	FH谐波减速机的减速比（i=1/R）

### 测定示例



$$\theta_{er} = \theta_i - \frac{\theta_o}{R}$$

## 关于振动

FH谐波减速机的角度传达误差成分有时会成为负载侧惯量的旋转波动源。

特别是由于包括FH谐波减速机在内的振动系统的固有振动数和机械或负载侧的固有振动数互相重叠作用时会呈现出共振状态。FH谐波减速机的角度传达误差成分将会被放大，因此请严格遵守各系列的设计指南。

此外，FH谐波减速机的角度传达误差成分主要是指输入轴侧FH谐波减速机机构上方每旋转1次产生2次的误差成分。因此，误差主要成分的频率是输入频率的2倍。

假设包括FH谐波减速机在内的振动系统的固有振动数为f=15Hz，则此时的输入转速（N）为

$$N = \frac{15}{2} \cdot 60 = 450 \text{ r/min}$$

此转速区间（450r/min）内将发生共振。

包括FH谐波减速机在内的振动系统固有振动数的计算方法（概要）

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{J}}$$

计算式的符号

符号	名称	单位	备注
f	包括FH谐波减速机在内的振动系统的固有振动数	Hz	
K	FH谐波减速机的弹簧常数	Nm/rad	参照各系列的相关章节
J	负载惯量	kgm <sup>2</sup>	

## 额定表用语

FH谐波减速机的额定表由6个数值加上转动惯量组成。额定表的数值请参照各系列的相关章节。

### 额定转矩

表示输入转速为2000r/min时的容许连续负载转矩。

### 启动停止时的容许峰值转矩

启动停止时，根据负载转动惯量，会有大于正常转矩的负载作用到FH谐波减速机。额定表的数值是此时峰值转矩的容许值。

### 平均负载转矩的容许最大值

负载转矩、输入转速变化时，需计算出负载转矩的平均值。额定表的数值表示的是此时平均负载转矩的容许值。平均负载转矩超过额定表数值时，会因发热而造成润滑油剂早期劣化及齿轮磨损异常。请充分注意。

### 瞬间容许最大转矩

除通常负载转矩、启动停止时的负载转矩以外，还存在来自外部、无法预期的冲击转矩。额定表的数值表示的是此时的容许值。此外，对这种转矩的作频率设定限制。请参照“关于使用寿命”“关于强度”项目的内容。

### 容许最高输入转速、容许平均输入转速

在使用时请注意，不要使输入转速超过额定表所示的容许值。

### 转动惯量

表示各型波发生器轴上的转动惯量。

## 关于使用寿命

### 波发生器的使用寿命

FH谐波减速机的使用寿命取决于波发生器轴承的使用寿命。

与普通滚珠轴承相同，可通过转速和负载转矩计算出来。

系列名称	CSF,CSD,SHF,SHD,	CSG,SHG
L <sub>10</sub> (10%故障率)	7,000小时	10,000小时
L <sub>50</sub> (平均使用寿命)	35,000小时	50,000小时

※额定表已载的额定转速、额定转矩时的使用寿命。

### 实际运转条件下使用寿命（L<sub>h</sub>）的计算公式

$$L_h = L_n \left( \frac{T_r}{T_{av}} \right)^{-2} \left( \frac{N_r}{N_{av}} \right)^{-2}$$

符号	名称
L <sub>n</sub>	L <sub>10</sub> 或L <sub>50</sub> 时的使用寿命时间
T <sub>r</sub>	额定转矩
N <sub>r</sub>	额定转速
T <sub>av</sub>	输出侧的平均负载转矩
N <sub>av</sub>	平均输入转速

## 关于启动转矩

启动转矩是指将FH谐波减速机组装至壳体，向输入侧（高速侧）施加转矩时，输出侧（低速侧）开始旋转一瞬间产生的“启动开始转矩”。各系列表上所示的数值为最大值，下限值约为最大值的1/2~1/3。

## 关于增速启动转矩

增速启动转矩是指将FH谐波减速机组装至壳体，向输出侧（高速侧）施加转矩时，输入侧（低速侧）开始旋转一瞬间产生的“启动开始转矩”。各系列表上所示的数值为最大值，下限值约为最大值的1/2。

## 无负载运行转矩

无负载运行转矩是指无负载状态下，使FH谐波减速机转动的必要的输入侧（高速侧）转矩。

关于100以外的减速比，请加上各系列所示的修正量进行计算。

## 效率特性

效率会因以下条件而有所差异。

- 减速比
- 输入转速
- 负载转矩
- 温度
- 润滑条件（润滑的种类及其使用量）

### 效率修正系数

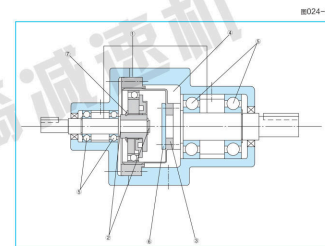
负载转矩小于额定转矩时，效率会降低。请根据各系列的效率修正系数表计算出修正系数K<sub>e</sub>，并参考以下计算示例计算出效率。

## 设计注意事项

### 设计指南

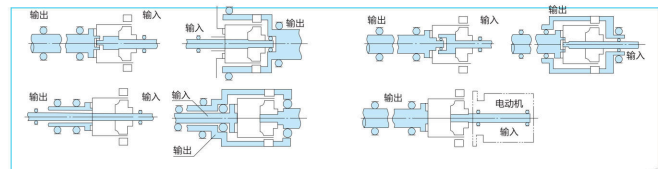
为充分发挥FH谐波减速机的性能，请注意以下几点。

- 1 请将输入轴、别轮、输出轴及壳体设为同心。
- 2 波发生器会产生轴向力。输入轴请设计成能够支撑此力的结构。
- 3 由于FH谐波减速机是一种小型、且能传递较大转矩的装置，因此请对连接柔轮和输出轴的螺栓部采取相适应的拧紧扭矩进行紧固。
- 4 柔轮会发生弹性形变，因此壳体内部的尺寸请按照推荐尺寸设计。
- 5 输入轴和输出轴必须采用匹配的轴承有间隔做2点支撑，并可承受轴上作用的所有径向负载、轴向负载的结构，请不要向波发生器和柔轮施加多余的力。
- 6 请确保柔轮的法兰直径不会超出柔轮的轮毂直径，并在与膜片连接的法兰部加工圆角。各部分的尺寸请按照推荐尺寸设计。
- 7 使用C型卡环固定波发生器轮轴，请确保卡环的钩部不会与壳体接触。



### 输入输出轴的轴承支撑

由于组件会受到来自外部的负载，因此输入轴和输出轴必须采用匹配的轴承有间隔做2点支撑，并可承受轴上作用的所有径向负载、轴向负载的结构。请不要向波发生器和柔轮施加多余的力。此外，为消除轴承间隙，请使用向径向及轴向加过压力的轴承。图025-1所示的是轴承的配置示例。

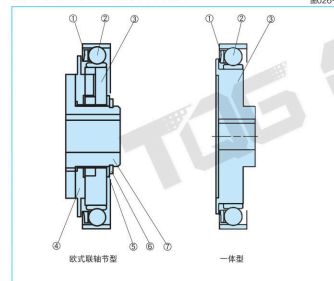


### 关于波发生器

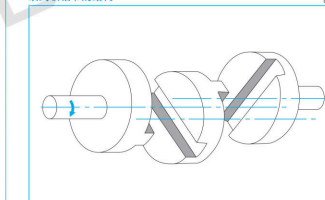
#### 波发生器的结构

FH谐波减速机的波发生器包括带有自动调心结构的欧式联轴节型和不带自动调心结构的一体型两种类型，根据各系列的不同也有所差异。详情请参见各系列的外形图。

波发生器的基本结构及形状如下所示。



### 欧式联轴节的结构

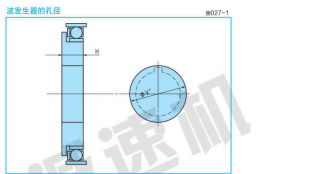


### ■组件型的最大孔径尺寸

波发生器的标准孔径如各外形尺寸图所示，但在表上所示的最大尺寸范围内进行变更。  
此时的键槽尺寸推荐使用JIS规格。键的有效长度尺寸，请设计成可以完全承受转矩的值。

※高转矩可变更力矩孔等规格。

希望孔径大于最大尺寸时，可采用拆除欧氏联轴节机构的方法。考虑由负载转矩作用波发生器齿轮发生变形等情况，此时最大孔径的值如下表所示。（这个数值是包含键槽深度等尺寸的值。）



型号	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
标准尺寸 (W)	3	5	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24	28	28	28
最大尺寸	—	—	3	4	5	8	6	10	10	13	16	16	19	22	—
最大尺寸	—	—	8	—	10	13	15	15	20	20	25	30	35	37	40

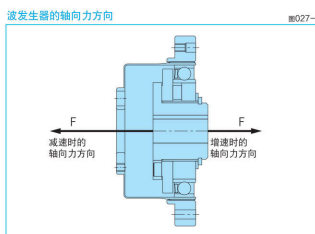
型号	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
最大孔径 φ	10	14	17	20	23	28	36	42	47	52	60	67	72	84	95
最小齿轮厚度	5.7	6.7	7.2	7.6	11.3	11.3	13.7	15.9	17.8	19	21.4	23.5	28.5	31.3	34.9

### ■波发生器的轴向力与轴的固定

由于柔轮的弹性变形，运转中FH谐波减速机的波发生器上轴向力会发生变动。

作为减速机使用时的轴向力向柔轮片方向作用。（图027-2）  
此外，作为增速机使用的轴向力与减速机相反的方向作用。（图027-2）  
波发生器轴向力（最大值）可通过下述计算公式计算得出。此外，轴向力会根据运转条件的不同而发生变化。高转速时、极低速时以及固定连续运转时显示轴向力有变大的倾向，基本为计算公式计算出的数值。无论在何使用条件下，都请采用阻止波发生器轴向力的设计。

（注）在波发生器螺栓设置止动螺钉与输入轴固定时，请务必咨询授权代理商。



减速比	计算公式
30	$F = 2 \times \frac{1}{D} \times 0.07 \times \tan 32^\circ$
50	$F = 2 \times \frac{1}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$
80以上	$F = 2 \times \frac{1}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ$

计算示例

机型名称：CSF系列  
型号：32  
减速比：50  
输出转矩：382Nm（瞬间容许最大转矩）

$$F = 2 \times \frac{382}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$$

F = 380N

符号	含义	单位
F	轴向力	N
D	（键槽）×0.00254	m
T	输出转矩	Nm

## 组装注意事项

### 密封机构

为防止润滑油泄漏，以及维持FH谐波减速机的高耐久性，必须使用以下密封机构。

- 旋转运动部 ..... 油封（弹簧嵌入式）。此时，请注意轴侧是否存在划痕等。
- 法兰装配面、嵌合 ..... O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O型环的嵌合情况。
- 螺孔部 ..... 使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶。

### 组合型的密封部位和推荐密封方法

必要密封部位	推荐密封方法
输出侧	输出法兰中央的密封孔以及输出法兰嵌合面 使用O型环（附本公司产品）
输入侧	安装螺钉部 有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242） 法兰装配面 使用O型环（附本公司产品）
	电动机输出轴 请选用带油封的。无油封时，请在电动机安装法兰上安装密封。

### 组装注意事项

由于组装时的错误，FH谐波减速机在运转时可能发生振动、异响等。请遵守下述注意事项实施组装。

#### ■波发生器的注意事项

1. 请在组装时避免向波发生器轴承部位施加过大的力。可通过使波发生器旋转顺畅地实施插入。
2. 使用无欧氏联轴节结构的波发生器时，请特别注意中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内（参照各系列的“组装精度”）。

#### ■刚轮的注意事项

1. 确认安装面的平坦度是否良好，是否有歪斜。
2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物插入。
3. 确认是否对壳体组装部实施了倒角加工以及避让加工，以避免与刚轮干涉。
4. 当刚轮组装至壳体后，确认其是否能够旋转，是否有部位存在干涉、卡紧。
5. 朝安装用螺栓孔插入螺栓时，确认螺栓孔的位置是否正确，是否由于螺栓孔歪斜等原因导致螺栓与刚轮发生接触，使螺栓旋转变沉重。
6. 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施前时拧紧，然后再按照规定转矩拧紧。此外，通常请按照对角线顺序依次拧紧螺栓。
7. 向刚轮拧入轴时可能造成旋转精度低下，因此请尽可能避免。

#### ■柔轮的注意事项

1. 确认安装面的平坦度是否良好，是否有歪斜。
2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物插入。
3. 确认是否对壳体组装部实施了倒角加工以及避让加工，以避免与柔轮干涉。
4. 朝安装用螺栓孔插入螺栓时，确认螺栓孔的位置是否正确，是否由于螺栓孔歪斜等原因导致螺栓与柔轮发生接触，使螺栓旋转变沉重。
5. 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施前时拧紧，然后再按照规定转矩拧紧。此外，通常请按照对角线顺序依次拧紧螺栓。
6. 确认与刚轮组合时，是否存在级端的单侧啮合。发生单侧啮合时，可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。
7. 柔轮组装时，请不要冲击开口部的刚轮前端或以过力度力实施按压。

#### ■关于防锈措施

FH谐波减速机的表面没有实施防锈处理。需要实施防锈时请在表面涂抹防锈剂。此外，需要本公司实施表面防锈处理时，请咨询授权代理商。

### 齿轮啮合偏移状态

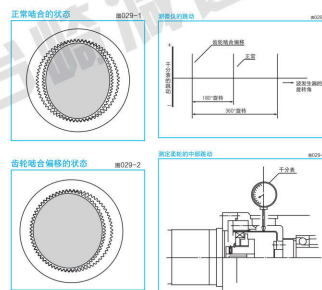
如图029-1所示，柔轮和刚轮的齿轮对啮合状态为正常状态。但是，当出现如图011页所述的棘爪现象，或把三部轴强挤压安装在一起时，有可能出现如图029-2所示的齿轮啮合单侧偏移的情况。此时的状态都称为齿轮啮合偏移状态。发生齿轮啮合偏移后如果继续运转，则有可能引起柔轮的早期疲劳破坏，请注意。

#### ■齿轮啮合偏移的检查方法

请采用下述方法确认是否发生齿轮啮合偏移。

1. 根据转动波发生器时的转矩不均匀性进行判别的方法  
1) 无负载状态下请用手轻轻转动输入轴。如果使用平均的力即可使其旋转则视为正常。如果存在极为不均匀的情况，则表示有可能发生齿轮啮合偏移。  
2) 波发生器安装在电动机上时，请在无负载状态下使其旋转。电动机的平均电流值为正常啮合时电流值的约2~3倍时，则表示有可能发生齿轮啮合偏移。
2. 测定柔轮中部振动的判别方法

如图029-1所示，正常组装时千分表的振动为实线描绘的正弦波，但发生齿轮啮合偏移时，柔轮会向单侧偏移，因此其振动可用虚线进行描绘。

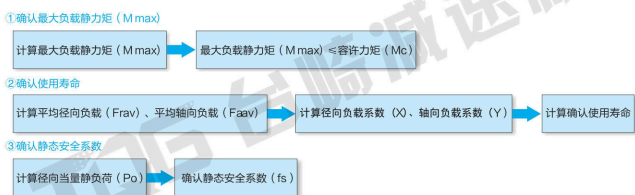


## 主轴承的确认

组合型及齿轮型组装有精密交叉滚子轴承用于直接支撑外部负载（输出法兰部）。为充分发挥组合型的性能，请确认最大负载静力矩、轴承的使用寿命以及静态安全系数。

■主轴承的规格请参照各系列的相关章节。

### 确认步骤



### 最大负载静力矩的计算方法

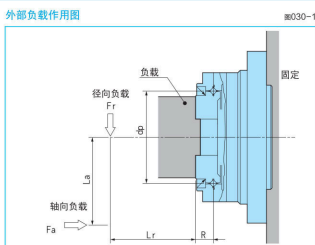
最大负载静力矩 (Mmax) 的计算方法如下。

请确认  $M_{max} < M_c$

$$M_{max} = Fr_{max}(L_r + R) + Fa_{max} La$$

公式030-1符号

符号	含义	单位	参照图
Frmax	最大径向负载	N(kgf)	参照图030-1
Fanax	最大轴向负载	N(kgf)	参照图030-1
Lr, La	—	m	参照图030-1
R	偏置量	m	参照图030-1及各系列的“主轴承的规格”。



### 平均负载的计算方法

(平均径向负载 · 平均轴向负载 · 平均输出转矩)  
径向负载和轴向负载变动时，换算为平均负载，确认轴承的使用寿命。

#### 平均径向负载 (F<sub>rav</sub>) 的计算方法

（交叉滚子轴承）

$$F_{rav} = \sqrt{\frac{n_1 t_1 (F_{r1})^{10} + n_2 t_2 (F_{r2})^{10} + \dots + n_i t_i (F_{ri})^{10}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}}$$

（4点接触滚珠轴承）

$$F_{rav} = \sqrt{\frac{n_1 t_1 (F_{r1})^3 + n_2 t_2 (F_{r2})^3 + \dots + n_i t_i (F_{ri})^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}}$$

但，取t<sub>i</sub>区间内的最大径向负载为F<sub>ri</sub>，取t<sub>i</sub>区间内的最大轴向负载为F<sub>ri</sub>。

#### 平均轴向负载 (F<sub>av</sub>) 的计算方法

（交叉滚子轴承）

$$F_{av} = \sqrt{\frac{n_1 t_1 (F_{a1})^{10} + n_2 t_2 (F_{a2})^{10} + \dots + n_i t_i (F_{ai})^{10}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}}$$

（4点接触滚珠轴承）

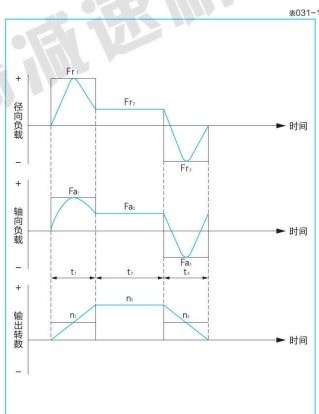
$$F_{av} = \sqrt{\frac{n_1 t_1 (F_{a1})^3 + n_2 t_2 (F_{a2})^3 + \dots + n_i t_i (F_{ai})^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}}$$

但，取t<sub>i</sub>区间内的轴向负载为F<sub>ai</sub>，取t<sub>i</sub>区间内的最大轴向负载为F<sub>ai</sub>。

#### 平均输出转矩 (N<sub>av</sub>) 的计算方法

（交叉滚子轴承）

$$N_{av} = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_i t_i}{t_1 + t_2 + \dots + t_i}$$



### 径向负载系数 (X)、轴向负载系数 (Y) 的计算方法

负载系数的计算方法	X	Y
$F_{rav} < \frac{F_{rav} (L_r + R) + F_{av} \cdot La}{dp}$	≤ 1.5	1
$F_{rav} > \frac{F_{rav} (L_r + R) + F_{av} \cdot La}{dp}$	0.67	0.67

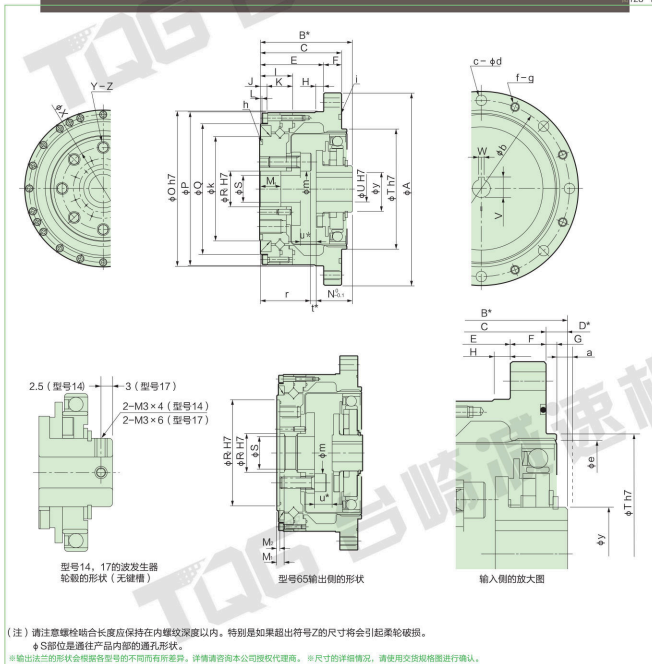
### 公式031-4的符号

符号	含义	单位	参照
F <sub>rav</sub>	平均径向负载	N(kgf)	参照“平均负载的计算方法”（参照公式031-1）
F <sub>av</sub>	平均轴向负载	N(kgf)	参照“平均负载的计算方法”（参照公式031-2）
L <sub>r</sub> , L <sub>a</sub>	—	m	参照图030-1
R	偏置量	m	参照图030-1及各系列的“主轴承的规格”。
dp	滚子的节圆直径	m	参照图030-1及各系列的“主轴承的规格”。



外形图

本产品的CAD模型(CAD)可在本公司网站下载。



尺寸表

		单位: mm										
		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	
符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	
φA		73	79	93	107	138	160	180	190	226	260	
B*		41.5 <sub>±0.1</sub>	45.5 <sub>±0.1</sub>	45.5 <sub>±0.1</sub>	52.5 <sub>±0.1</sub>	62.1 <sub>±0.1</sub>	72.5 <sub>±0.1</sub>	79.5 <sub>±0.1</sub>	90.5 <sub>±0.1</sub>	104.5 <sub>±0.1</sub>	115.5 <sub>±0.1</sub>	
C		34	37	38	46	57	66.5	74	85	97	108.5	
D*	CSG系列	7.5 <sub>±0.1</sub>	8.5 <sub>±0.1</sub>	7.5 <sub>±0.1</sub>	6.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	6.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	
	CSF系列	7.5 <sub>±0.1</sub>	8.5 <sub>±0.1</sub>	7.5 <sub>±0.1</sub>	6.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	6.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	5.5 <sub>±0.1</sub>	
E		27	29	28	36	45	50.5	58	69	77	84.5	
F		7	8	10	12	16	16	16	16	20	24	
G		2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	
H		3.5	4	5	5	5	5	6	6	6	6	
I		16.5	16.5	16.5	18.5	22.5	24	27	31	35	39	
J		4.5	4.5	4	4.5	5.5	7.5	7	8	8.5	8.5	
K		12	12	12.5	14	17	16.5	20	23	26.5	30.5	
L		0.5	0.5	0.5	0.5	1	1.5	1	1	1.5	2	
M		9.4	9.5	9	12	15	5	6	8	10	10	
N <sub>3</sub>	CSG系列	18.5	20.7	21.5	21.6	23.6	29.7	30.5	34.8	38.3	44.6	
N <sub>3</sub>	CSF系列	17.6	19.5	20.1	20.2	22	27.5	27.9	32	34.9	40.9	
φH7		56	63	72	86	113	127	148	158	186	212	
φP		55	62	70	85	112	126	147	157	185	210	
φQ		42.5	49.5	58	73	96	109	127	137	161	186	
φR H7		11	10	14	20	26	32	32	40	46	52	
φR H7		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142
φS		8	7	10	15	20	24	25	32	38	44	
φT h7		38	48	56	67(68)	90	110	124	135	156	177	
φU H7		6	8	12	14	14	14	19	19	22	24	
V		-	-	13.8 <sub>±0.1</sub>	16.3 <sub>±0.1</sub>	16.3 <sub>±0.1</sub>	16.3 <sub>±0.1</sub>	21.8 <sub>±0.1</sub>	21.8 <sub>±0.1</sub>	24.8 <sub>±0.1</sub>	27.3 <sub>±0.1</sub>	
W JS9		-	-	4	5	5	5	6	6	8	8	
φX		23	27	32	42	55	68	82	84	100	110	
Y		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	
Z		M4×8	M5×10	M6×9	M8×12	M10×15	M10×15	M12×18	M14×21	M16×24	M16×24	
a		1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5	
φb		65	71	82	96	125	144	164	174	206	236	
c	CSG系列	8	8	8	10	12	10	12	14	12	8	
	CSF系列	6	6	6	8	12	8	12	12	12	8	
φd		4.5	4.5	5.5	5.5	6.6	9	9	9	11	14	
φe		38	45	53	66	86	106	119	133	154	172	
f	CSG系列	8	8	8	10	12	10	12	14	12	8	
f	CSF系列	6	6	6	8	12	8	12	12	12	8	
g		M4	M4	M5	M5	M6	M6	M8	M8	M10	M12	
h		29.0±0.030	34.5±0.030	40.6±0.114	53.29±0.09	57.1	AS58-042	S100	S105	S125	S135	
i		S50	S56	S67	S80	S105	S125	S145	S155	S180	S205	
φk		31	38	45	58	78	90	107	112	135	155	
φm		10	10.5	15.5	20	27	34	36	39	46	56	
r		21.4	23.5	23	29	37	39.5	45.5	53	62.8	66.5	
t*	CSG系列	1.1	0.8	1	1.4	1.4	3.3	3.5	2.2	3.4	3.9	
	CSF系列	2	2	2.4	2.8	3	5.5	6.1	5	6.8	7.6	
u*	CSG系列	5.1	5.8	6	7.4	9.4	13.3	15.5	16.2	19.4	19.9	
	CSF系列	6	7	7.4	8.8	11	15.5	18.1	19	22.8	23.6	
φy		14	18	21	26	26	32	32	32	40	48	
重量 (kg)		0.52	0.68	0.98	1.5	3.2	5.0	7.0	8.9	14.6	20.9	

(注) 1. ( ) 内的尺寸是减速比30时的数值。  
 ● 零件号的φD-1-u的数值是指构成行星减速机三个零件(发电机、差速器、蜗轮)轴的连接位置以及容许公差。尺寸会对性能、强度造成影响, 因此请严格遵守。  
 ● 产品交货时, 发电机是独立包装的。  
 ● 由于零件的制造方法(铸造、机械加工)不同, 公差也存在差异。关于没有注明公差的尺寸, 如需了解公差范围, 请咨询本公司或授权代理商。

角度传达精度 (用说明请参照“技术资料”。) 单位: ×10<sup>-4</sup> rad (arcmin) 表130-1

减速比	精度	型号	14	17	20	25	32	40	45
30	标准品		5.8 (2)	4.4 (1.5)	4.4 (1.5)	4.4 (1.5)	4.4 (1.5)	4.4 (1.5)	-
	特殊品		-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	-
50以上	标准品		4.4 (1.5)	4.4 (1.5)	(1)	(1)	(1)	(1)	2.9
	特殊品		2.9 (1)	2.9 (1)	(0.5)	(0.5)	(0.5)	(0.5)	1.5

滞后损失 (用说明请参照“技术资料”。) 表130-2

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45
30	×10 <sup>-4</sup> rad	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
	arc min	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
50	×10 <sup>-4</sup> rad	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	arc min	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
80以上	×10 <sup>-4</sup> rad	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc min	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

最大齿隙量 (用说明请参照“技术资料”。) 表130-3

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30	×10 <sup>-4</sup> rad	29.1	16.0	13.6	11.2	11.2	-	-	-	-	-
	arc sec	33	29	28	23	23	-	-	-	-	-
50	×10 <sup>-4</sup> rad	17.5	9.7	8.2	6.8	6.8	5.8	5.8	4.8	4.8	4.8
	arc sec	36	20	17	14	14	12	12	10	10	10
80	×10 <sup>-4</sup> rad	11.2	6.3	5.3	4.4	4.4	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9
	arc sec	23	13	11	11	9	8	8	6	6	6
100	×10 <sup>-4</sup> rad	8.7	4.8	4.4	3.4	3.4	2.9	2.9	2.4	2.4	2.4
	arc sec	18	10	9	7	7	6	6	5	5	5
120	×10 <sup>-4</sup> rad	-	3.9	3.9	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.9
	arc sec	-	8	8	6	6	5	5	4	4	4
160	×10 <sup>-4</sup> rad	-	-	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5
	arc sec	-	-	6	5	5	4	4	3	3	3

刚性 (弹簧常数) (用说明请参照“技术资料”。) 表130-4

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T <sub>1</sub>	nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgf·m	0.20	0.40	0.70	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T <sub>2</sub>	nm	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgf·m	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
K <sub>1</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.19	0.34	0.57	1.0	2.4	-	-	-	-	-
	kgf/marc·min	0.055	0.10	0.17	0.30	0.70	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.24	0.44	0.71	1.3	3.0	-	-	-	-	-
	kgf/marc·min	0.07	0.13	0.21	0.40	0.89	-	-	-	-	-
K <sub>3</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.34	0.67	1.1	2.1	4.9	-	-	-	-	-
	kgf/marc·min	0.10	0.20	0.32	0.62	1.5	-	-	-	-	-
θ <sub>1</sub>	×10 <sup>-4</sup> rad	10.5	11.5	12.3	14	12.1	-	-	-	-	-
	arc min	3.6	4.0	4.1	4.7	4.3	-	-	-	-	-
θ <sub>2</sub>	×10 <sup>-4</sup> rad	31	30	38	40	38	-	-	-	-	-
	arc min	10.7	10.2	12.7	13.4	13.3	-	-	-	-	-
K <sub>4</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.34	0.81	1.3	2.5	5.4	10	15	20	31	44
	kgf/marc·min	0.1	0.24	0.38	0.74	1.6	3.0	4.3	5.9	9.3	13
K <sub>5</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.47	1.1	1.8	3.4	7.8	14	20	28	44	61
	kgf/marc·min	0.14	0.32	0.52	1.0	2.3	4.2	6.0	8.2	13	18
K <sub>6</sub>	×10 <sup>6</sup> N/mrad	0.57	1.3	2.3	4.4	9.8	18	26	34	54	78
	kgf/marc·min	0.17	0.4	0.67	1.3	2.9	5.3	7.6	10	16	23
θ <sub>3</sub>	×10 <sup>-4</sup> rad	5.8	4.9	5.2	5.5	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
	arc min	2.0	1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
θ <sub>4</sub>	×10 <sup>-4</sup> rad	16	12	15.4	15.7	15.4	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1
	arc min	5.6	4.2	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.3	5.2	5.2

表131-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	6
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

■ 棘爪扭矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表132-1 单位: Nm

CSG系列	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
减速比	50	110	190	280	580	1200	2300	3500	—	—	—
	80	140	260	450	880	1800	3600	5000	7000	10000	14000
	100	100	200	330	650	1300	2700	4000	5300	8300	12000
	120	—	150	310	610	1200	2400	3600	4900	7500	10000
	160	—	—	280	580	1200	2300	3300	4600	7200	10000

表132-2 单位: Nm

CSF系列	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
减速比	30	59	100	170	340	720	—	—	—	—	—
	50	88	150	220	450	980	1800	2700	3700	5800	7800
	80	110	200	350	680	1400	2800	3900	5400	8200	11000
	100	84	160	260	500	1000	2100	3100	4100	6400	9400
	120	—	120	240	470	980	1900	2800	3800	5800	8300
	160	—	—	220	450	980	1800	2600	3600	5500	8000

■ 弯曲转矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表132-3 单位: Nm

CSG系列	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全减速比	260	500	800	1700	3500	6700	8900	12200	19000	26600	—

表132-4 单位: Nm

CSF系列	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全减速比	190	330	560	1000	2200	4300	5800	8000	12000	17000	—

■ 无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下,使FH谐波减速机转动的必要的输入侧(高速轴侧)转矩。

表132-5 测定条件

减速比100	
润滑油	名称: FH谐波减速机润滑油 SK-1A
润滑油	名称: FH谐波减速机润滑油 SK-2
涂油量	名称: 涂油量

转矩值是指在输入为2000r/min的情况下符合运转小时以上的数值。  
※使用油滴滴管时请向授权代理店。

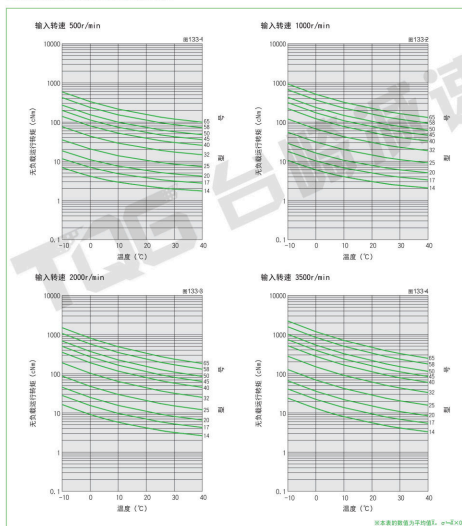
■ 不同减速比修正

FH谐波减速机的无负载运行转矩会根据减速比而发生变动。表133-1~133-4为减速比100的数值。其他减速比,请加上表132-6所示的修正量进行计算。

表132-6 组合型无负载运行转矩修正量 单位: cNm

型号	30	50	80	120	160
14	2.5	1.1	0.2	—	—
17	3.8	1.6	0.3	-0.2	—
20	5.4	2.3	0.5	-0.3	-0.8
25	8.8	3.8	0.7	-0.5	-1.2
32	16	7.1	1.3	-0.9	-2.2
40	—	12	2.1	-1.5	-3.5
45	—	16	2.9	-2.1	-4.9
50	—	21	3.7	-2.6	-6.2
58	—	30	5.3	-3.8	-8.9
65	—	41	7.2	-5.1	-12

■ 减速比100的无负载运行转矩



■ 效率特性

效率会因以下条件而有所差异。

- 减速比
- 输入转速
- 负载转矩
- 温度
- 润滑油条件(润滑油的种类及其使用量)

■ 测定条件表

测定条件	测定内容
组裝	推荐组裝精度下的组裝测定
负载转矩	额定表示的额定转矩
润滑油	名称: FH谐波减速机润滑油 SK-1A 涂油量: FH谐波减速机润滑油 SK-2

■ 效率修正系数

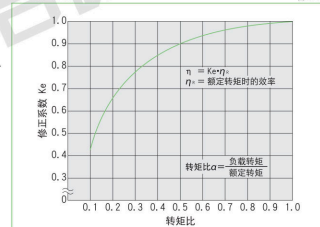
负载转矩小于额定转矩时,效率会降低。

请根据图134-1计算修正系数Ke,并参考以下计算示例计算出效率。

■ 计算示例

以CSF-20-80-2UH为例,计算出以下条件下的效率η(%)。  
输入转速: 1000r/min  
负载转矩: 19.6Nm  
润滑油: 润滑油(Synthetic Harmonic)润滑油 SK-1A  
润滑油温度: 20°C  
型号20: 减速比80的额定转矩为34Nm因此转矩比α为0.58。(α=19.6/34=0.58)

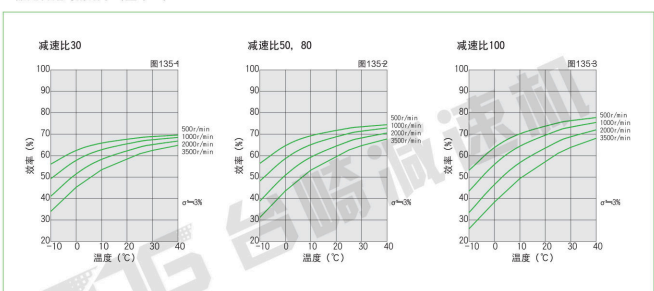
■ 效率修正系数



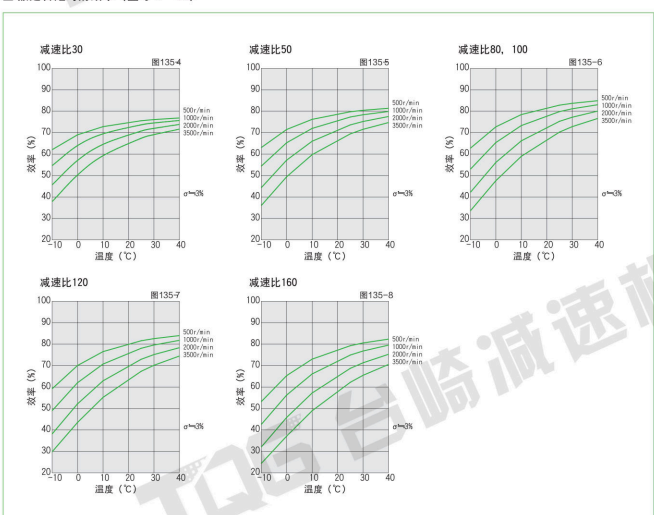
■ 根据图134-1,计算出效率修正系数Ke=0.93

■ 负载转矩为19.6Nm时的效率η=Keηr=0.93×78% = 73%。

■ 额定转矩时的效率 (型号14)



■ 额定转矩时的效率 (型号17~65)



■ 主轴承的规格

组合型组裝有精密交叉滚子轴承用于直接支撑外部负载(输出法兰部)。为充分发挥组合型的性能,请确认最大负载静力矩、交叉滚子轴承的使用寿命以及静态安全系数。

■ 确认步骤

1. 确认最大负载静力矩 (M max)
  - 计算最大负载静力矩 (M max) → 最大负载静力矩 (M max) ≤ 容许力矩 (Mc)
2. 确认使用寿命
  - 计算平均径向负载 (F<sub>avr</sub>)、平均轴向负载 (F<sub>axv</sub>) → 计算径向负载系数 (X)、轴向负载系数 (Y) → 计算确认使用寿命
3. 确认静态安全系数
  - 计算径向当量静荷载 (Po) → 确认静态安全系数 (fs)

■ 主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表136-1所示。

表136-1 基本额定负载

型号	滚子的节圆直径		基本额定负载C		基本额定静负载Co		容许静力矩Mc		力矩惯性Km	
	dp	R	m	kgf	×10N	kgf	Nm	kgfcm	×10 <sup>4</sup> Nmrad	kgfcm <sup>2</sup> min
14	0.035	0.0095	47	480	60.7	620	4.1	4.2	4.38	1.3
17	0.0425	0.0095	52.9	540	75.5	770	6.4	6.5	7.75	2.3
20	0.050	0.0095	57.8	590	80.0	920	9.1	9.3	12.8	3.8
25	0.062	0.0115	96.0	980	151	1540	15.6	16	24.2	7.2
32	0.080	0.013	150	1530	250	2550	31.3	32	53.9	16
40	0.096	0.0145	213	2170	365	3720	45.0	46	91.0	27
45	0.111	0.0155	230	2350	426	4340	68.6	70	141	42
50	0.119	0.018	348	3550	602	6140	75.9	77	171	51
58	0.141	0.0205	518	5290	904	9230	1180	120	283	84
65	0.160	0.0225	556	5670	1030	10500	1860	190	404	120

※基本额定静负载是指,使轴承的基本额定静负载有100%的静止径向负载。  
※基本额定静负载是指,在承受最大负载的转动体和轨道的接触中央位置,施加一定水平的静接触应力(4kN/mm<sup>2</sup>)的静态负载。  
※容许静力矩是指,对输出轴承可能施加最大的力矩限制,在此范围内,能够保持基本性能并可工作的数值。  
※力矩惯性的数值请参考,下游轴为输入轴的情况。  
※容许径向负载、容许轴向负载,在主轴承上施加的径向负载或轴向负载,能够减少减速机寿命的数值。(径向负载L<sub>r</sub>=R+θm,轴向负载L<sub>a</sub>=0mm时)

■ 机械精度

机械精度 表136-1

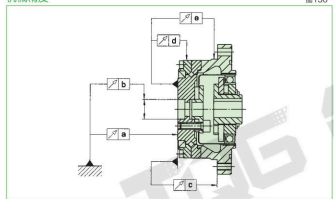


表136-2 单位: mm

型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018	0.018	0.018	0.018
b	0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015	0.015	0.015	0.017
c	0.024	0.026	0.038	0.045	0.056	0.060	0.068	0.069	0.076	0.085
d	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
e	0.038	0.038	0.047	0.049	0.054	0.060	0.065	0.067	0.070	0.075



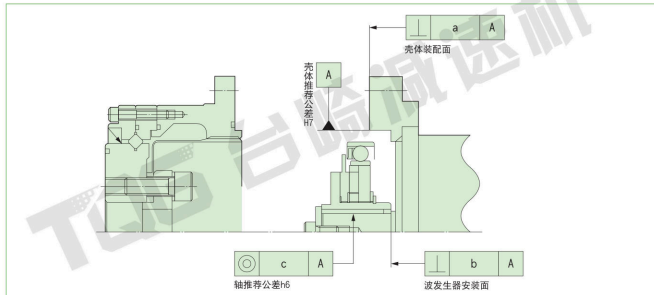
# 设计指南

## 组装精度

在组装设计时，为充分发挥组合型所具备的优良性能，请使用使用如图137-1、表137-1所示的壳体推荐精度。

组装壳体的推荐精度

图137-1



## 组装壳体的推荐精度

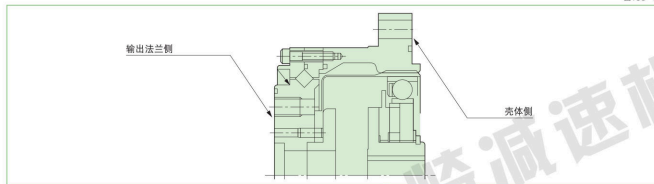
表137-1 单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034
b		0.017	0.020	0.020	0.024	0.024	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
c		0.009	0.010	0.010	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015
		0.030	0.034	0.044	0.047	0.050	0.063	0.065	0.066	0.068	0.070
		(0.016)	(0.018)	(0.019)	(0.022)	(0.022)	(0.024)	(0.027)	(0.030)	(0.033)	(0.035)

※( ) 内的数值是输入部(波发生器)为一体型的数据。

## 安装和传递转矩

图138-1



## CSG系列 输出法兰侧的安装和传递转矩

表138-1

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓规格		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓安装 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
螺栓拧紧力矩	Nm	5.4	10.8	18.4	45	89	89	154	246	383	383
	kgfm	0.55	1.1	1.88	4.5	9.1	9.1	15.7	25.1	39.1	39.1
螺栓传递转矩	Nm	58	109	245	580	1220	1510	2624	3690	5981	6579
	kgfm	5.9	11.2	25	59	124	154	268	377	610	671

## CSG系列 壳体侧的安装和传递转矩

表138-2

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		8	8	8	10	12	10	12	14	12	8
螺栓规格		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓安装 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
螺栓拧紧力矩	Nm	4.5	4.5	9.0	9.0	15.3	37	37	37	74	128
	kgfm	0.46	0.46	0.92	0.92	1.56	3.8	3.8	3.8	7.5	13.1
螺栓传递转矩	Nm	182	196	365	538	1200	2100	2844	3251	5717	6293
	kgfm	19	20	37	55	122	214	290	360	583	642

(表138-1~138-2注)

1. 前提是内螺纹材料材质符合承受螺栓拧紧力矩。
2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数: K=0.2
4. 拧紧系数: A=1.4
5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

## CSF系列 输出法兰侧的安装和传递转矩

表139-1

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓规格		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓安装 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
螺栓拧紧力矩	Nm	4.5	9	15.3	37	74	74	128	205	319	319
	kgfm	0.46	0.92	1.56	3.8	7.6	7.6	13.1	20.9	32.5	32.5
螺栓传递转矩	Nm	49	91	204	486	1108	1258	2200	3070	4980	5480
	kgfm	5.0	9.3	21	50	104	128	224	313	508	559

## CSF系列 壳体侧的安装和传递转矩

表139-2

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		6	6	6	8	12	8	12	12	12	8
螺栓规格		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓安装 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
螺栓拧紧力矩	Nm	4.5	4.5	9.0	9.0	15.3	37	37	37	74	128
	kgfm	0.46	0.46	0.92	0.92	1.56	3.8	3.8	3.8	7.5	13.1
螺栓传递转矩	Nm	137	147	274	431	1200	1680	2860	3040	5670	6310
	kgfm	14	15	28	44	122	171	292	310	579	644

(表139-1~139-2注)

1. 前提是内螺纹材料材质符合承受螺栓拧紧力矩。
2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数: K=0.2
4. 拧紧系数: A=1.4
5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

## 向输出法兰实施负载安装时的注意事项 (型号14~25)

由于型号14、17、20、25组合型的输出法兰外周的密封和输出法兰(旋转部)端面的距离较短,因此负载和油封可能会发生接触,在设计时应特别注意使两者保持一定距离。

## 电动机安装

### 电动机安装用法兰

在将电动机安装至组合型上时,必须使用电动机安装用法兰实施安装。电动机安装用法兰基本部件的推荐尺寸和精度如表140-1所示。

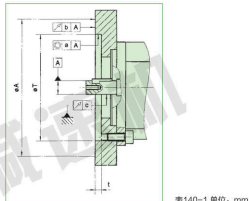


表140-1 单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
b		0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
c		0.015	0.015	0.018	0.018	0.018	0.018	0.021	0.021	0.021	0.021
φA		73	79	93	107	138	150	180	190	226	260
t		3	3	4.5	4.5	4.5	6	6	6	7.5	7.5
φT		38H7	48H7	56H7	67H7	90H7	110H7	124H7	138H7	156H7	177H7

### 安装步骤

如图141-1和图141-2所示,基本的电动机安装步骤可分为两种,请根据电动机安装凹面部的直径选择相应的安装步骤。表141-1所示的是根据安装凹面直径进行选择的基准。

表141-1 单位: mm

型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	安装参考图
安装凹面 圆部直径	<35.5 ≥35.5	<43.5 ≥43.5	<50.0 ≥50.0	<62.5 ≥62.5	<81.5 ≥81.5	<100.0 ≥100.0	<113.5 ≥113.5	<124.5 ≥124.5	<147 ≥147	<167 ≥167	安装步骤-1 (图141-1) 安装步骤-2 (图141-2)

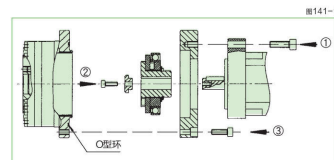


图141-1

### 安装步骤-1

- ①在电动机安装面上安装安装用法兰
- ②将波发生器安装到电动机输出轴上
- ③安装组合型主机

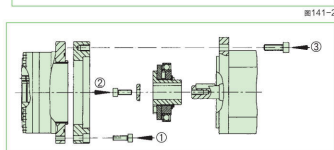


图141-2

### 安装步骤-2

- ①将安装用法兰安装至组合型主机
- ②将波发生器安装到电动机输出轴上
- ③在电动机安装面上安装安装用法兰(组合型主机)

### 安装注意事项

由于组装时的错误,组合型在运转时可能发生振动、异响等。请遵守下述注意事项实施组装。

#### 波发生器的注意事项

1. 请在组装时避免向波发生器轴承部位施加过大的力。可通过使波发生器旋转顺畅地实施插入。
2. 使用无欧氏联轴结构的波发生器时,请特别注意把中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内。

### 关于防锈措施

组合型的表面没有实施防锈处理。需要实施防锈时请向表面涂抹防锈剂。此外,需要本公司实施表面防锈处理时,请咨询授权代理商。

#### 其他注意事项

1. 确认安装面的平坦度是否良好,是否有歪斜。
2. 确认螺栓孔部是否隆起、有残余毛边或有异物嵌入。
3. 确认是否实施了不与组合型组装部位接触的倒角加工。

## 润滑

图142-1

组合型的标准润滑方法为润滑油润滑,出厂前已封入润滑油。型号14、17采用FH谐波减速机润滑油SK-2,型号20至65则采用FH谐波减速机润滑油SK-1A。(交叉滚子轴承部为FH谐波减速机润滑油4BNo.2)此外,用于使用寿命较长的部位时也可使用FH谐波减速机润滑油4BNo.2。(润滑油规格详情请参阅“技术资料”。)使用润滑油润滑时,为避免在运转中润滑油发生飞溅而残留留在组合型内部,请尽可能使组合型主机和安装用法兰内壁保持狭窄。推荐尺寸如表142-1所示。润滑油容积/空容积在50%以上时,有可能产生润滑油泄漏。对于这种使用方式,请咨询本公司或授权经销商。

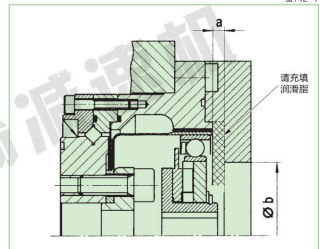


表142-1 单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a*		1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
a**		3	3	4.5	4.5	4.5	6	6	6	7.5	7.5
φb		16	26	30	37	37	45	45	45	56	62

※水平以及垂直一致安装时

※垂直一致安装时

### 其他注意事项

波发生器朝上或朝下使用时,请用润滑油填满波发生器和输入外罩(电动机法兰)之间的间隙。

## 密封机构

为防止润滑油泄漏,以及维持FH谐波减速机的高耐久性,必须使用以下密封机构。

- 旋转运动部.....油封(弹簧嵌式)此时,请注意轴侧是否存在划痕等。
- 法兰装配面、配合部.....O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O型环的吻合情况。
- 螺孔部.....使用有密封效果的螺钉紧固剂(推荐使用Loctite 242)或密封胶带。

(注)特别是使用FH谐波减速机润滑油4B No.2时,请严格执行上述事项。

### 组合型的密封部位和推荐密封方法

表142-2

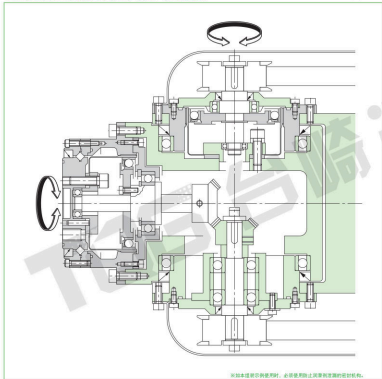
	必要密封部位	推荐密封方法
输出侧	输出法兰中央的贯穿孔以及输出法兰装配面	使用O型环(附本公司产品)
	安装螺栓部	有密封效果的螺钉紧固剂(推荐使用Loctite 242)
输入侧	法兰装配面	使用O型环(附本公司产品)
	电动机输出轴	请选用带油封的。无油封时,请在电动机安装法兰上安装油封。

## 关于防锈措施

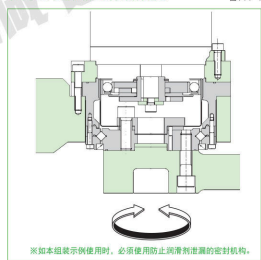
组合型的表面没有实施防锈处理。需要实施防锈时请向表面涂抹防锈剂。此外,需要本公司实施表面防锈处理时,请咨询授权代理商。

# 应用

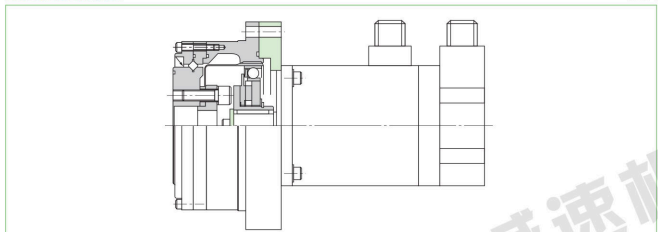
垂直多关节型机器人手腕的弯曲、扭转驱动 图143-1



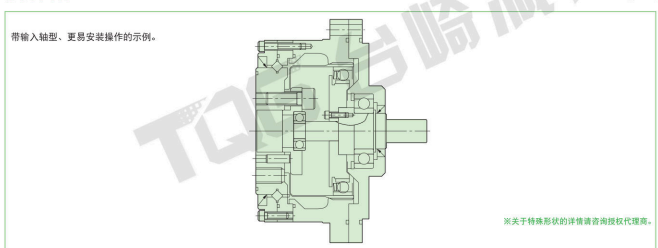
水平多关节型机器人的机械臂驱动 图144-1



直接连接伺服电动机示例 图144-2



特殊形状示例 图144-3



# 特点



## SHG/SHF系列组合型

SHG/SHF系列组合型是一种以组件型为核心、易于操作的组合化产品。内置用于直接支撑（主轴承）外部负载的精密、具有高刚性的交叉滚子轴承。

### SHG/SHF系列的特点

- 大口径中空孔、扁平形状
- 紧凑简洁的设计
- 高转矩容量
- 高刚性
- 无齿隙
- 优良的定位精度和旋转精度
- 输入输出同轴

### 形状可选项

SHG/SHF系列组合型中有4种形状可供选择，请根据机械装置的设计需要选择最适合的形状。

- 大口径中空孔结构：中空型 (2LH)
- 可对应多种输入形态：轴输入型 (2UJ)
- 使用更便捷：标准简易型 (2S0)
- ：中空简易型 (2SH)

### 新的可选项

- SHG系列：高转矩用
- 转矩容量比SHF系列提升30%
- 使用寿命比SHF系列提升43% (10,000小时)
- 减速比30：高速用
- 继承无齿隙的FH谐波减速机的优点实现减速比30

### SHG/SHF系列组合型的结构

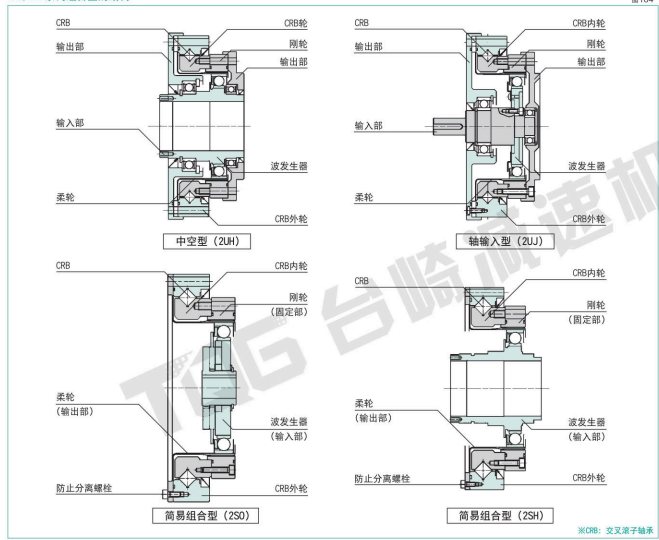


图164-1

# 型号·符号

## SHG-25-100-2UH-规格1

机型名称	型号		减速比 α1				型式	特殊规格			
	14	17	20	25	32	40					
SHG	50	7.0	0.7	23	2.3	9	0.9	46	4.7	2A-GR=组件型 (型号14, 17为2A-R) 2 U H=中空组合型 2 U J=输入轴组合型 2 S O=简易组合型 (标准结构型) 2 S H=简易组合型 (中空孔结构型)	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品
	80	10	1.0	36	3.7	14	1.4	61	6.2		
	100	10	1.0	36	3.7	14	1.4	70	7.2		
	100	31	3.2	70	7.2	51	5.2	143	15		
	100	21	2.1	44	4.5	34	3.4	91	9		
	45	50	80	100	120	160					
	45	50	80	100	120	160					
	58	-	80	100	120	160					
	58	-	80	100	120	160					
	58	-	80	100	120	160					
	65	-	80	100	120	160					

注1: 减速比表示的是输入：波发生器，固定：刚轮，输出：柔轮的齿数。

# 技术数据

型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩		启动停止时的允许峰值转矩		平均负载转矩的允许最大值		额定齿许大转矩		容许最高输入转速		容许平均输入转速	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	rpm	rpm	rpm	rpm
14	30	4.0	0.41	9.0	0.92	6.8	0.69	17	1.7	14000	8500	6500	3500
	50	5.4	0.55	18	1.8	6.9	0.70	35	3.6				
	80	7.8	0.80	23	2.4	11	1.1	47	4.8				
	100	7.8	0.80	28	2.9	11	1.1	54	5.5				
	30	8.8	0.90	16	1.6	12	1.2	30	3.1				
17	50	16	1.6	34	3.5	26	2.6	70	7.1	10000	7300	6500	3500
	80	22	2.2	43	4.4	27	2.7	87	8.9				
	100	24	2.4	54	5.5	39	4.0	110	11				
	120	24	2.4	54	5.5	39	4.0	86	8.8				
	30	15	1.5	27	2.8	20	2.0	50	5.1				
20	50	25	2.5	56	5.7	34	3.5	98	10	10000	6500	6500	3500
	80	34	3.5	74	7.5	47	4.8	127	13				
	100	40	4.1	82	8.4	49	5.0	147	15				
	120	40	4.1	87	8.9	49	5.0	147	15				
	160	40	4.1	92	9.4	49	5.0	147	15				
25	30	27	2.8	50	5.1	38	3.9	95	9.7	7500	5600	5600	3500
	50	39	4.0	98	10	55	5.6	186	19				
	80	63	6.4	137	14	87	8.9	255	26				
	100	67	6.8	157	16	108	11	284	29				
	120	67	6.8	167	17	108	11	304	31				
32	30	54	5.5	100	10	75	7.7	200	20	7000	4800	4600	3500
	50	76	7.8	216	22	108	11	382	39				
	80	118	12	304	31	167	17	568	58				
	100	137	14	333	34	216	22	647	66				
	120	137	14	353	36	216	22	686	70				
40	30	137	14	372	38	216	22	686	70	5000	4000	3600	3000
	50	137	14	402	41	196	20	686	70				
	80	206	21	519	53	284	29	980	100				
	100	265	27	568	58	372	38	1080	110				
	120	294	30	617	63	451	46	1180	120				
45	50	176	18	500	51	265	27	950	97	5000	3800	3300	3000
	80	353	36	755	77	500	51	1670	160				
	100	402	41	823	84	620	63	1760	180				
	160	402	41	862	88	630	64	1910	195				
	50	122	12	715	73	175	18	1430	146				
58	30	372	38	941	96	519	53	1860	190	4500	3500	3000	2500
	50	470	48	980	100	696	68	2080	210				
	80	626	64	1360	140	913	93	2760	270				
	100	626	64	1360	140	913	93	2760	270				
	160	626	64	1360	140	913	93	2760	270				
65	80	969	99	2743	280	1382	138	4836	493	4000	3000	2700	2200
	100	1236	126	2940	305	1576	160	6175	630				
	120	1236	126	3263	333	2041	208	6175	630				
	160	1236	126	3419	349	2041	208	6175	630				

(注)1. 转动惯量  $I = \frac{1}{4} G D^4$

# 型号·符号

## SHF-25-100-2UH-规格1

机型名称	型号		减速比 α1				型式	特殊规格			
	14	17	20	25	32	40					
SHF	50	4.0	0.41	9.0	0.92	6.8	0.69	17	1.7	2A-GR=组件型 (型号14, 17为2A-R) 2 U H=中空组合型 2 U J=输入轴组合型 2 S O=简易组合型 (标准结构型) 2 S H=简易组合型 (中空孔结构型)	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品
	80	5.4	0.55	18	1.8	6.9	0.70	35	3.6		
	100	7.8	0.80	23	2.4	11	1.1	47	4.8		
	100	31	3.2	70	7.2	51	5.2	143	15		
	100	21	2.1	44	4.5	34	3.4	91	9		
	45	50	80	100	120	160					
	45	50	80	100	120	160					
	58	-	80	100	120	160					
	58	-	80	100	120	160					
	65	-	80	100	120	160					

注1: 减速比表示的是输入：波发生器，固定：刚轮，输出：柔轮的齿数。

# 额定表

型号	额定输入	启动停止时的允许峰值转矩		平均负载转矩的允许最大值		额定齿许大转矩		容许最高输入转速		容许平均输入转速			
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	rpm	rpm	rpm	rpm		
14	30	4.0	0.41	9.0	0.92	6.8	0.69	17	1.7	14000	8500	6500	3500
	50	5.4	0.55	18	1.8	6.9	0.70	35	3.6				
	80	7.8	0.80	23	2.4	11	1.1	47	4.8				
	100	7.8	0.80	28	2.9	11	1.1	54	5.5				
	30	8.8	0.90	16	1.6	12	1.2	30	3.1				
17	50	16	1.6	34	3.5	26	2.6	70	7.1	10000	7300	6500	3500
	80	22	2.2	43	4.4	27	2.7	87	8.9				
	100	24	2.4	54	5.5	39	4.0	110	11				
	120	24	2.4	54	5.5	39	4.0	86	8.8				
	30	15	1.5	27	2.8	20	2.0	50	5.1				
20	50	25	2.5	56	5.7	34	3.5	98	10	10000	6500	6500	3500
	80	34	3.5	74	7.5	47	4.8	127	13				
	100	40	4.1	82	8.4	49	5.0	147	15				
	120	40	4.1	87	8.9	49	5.0	147	15				
	160	40	4.1	92	9.4	49	5.0	147	15				
25	30	27	2.8	50	5.1	38	3.9	95	9.7	7500	5600	5600	3500
	50	39	4.0	98	10	55	5.6	186	19				
	80	63	6.4	137	14	87	8.9	255	26				
	100	67	6.8	157	16	108	11	284	29				
	120	67	6.8	167	17	108	11	304	31				
32	30	54	5.5	100	10	75	7.7	200	20	7000	4800	4600	3500
	50	76	7.8	216	22	108	11	382	39				
	80	118	12	304	31	167	17	568	58				
	100	137	14	333	34	216	22	647	66				
	120	137	14	353	36	216	22	686	70				
40	30	137	14	372									

角度传达精度 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-1. Table with columns: 减速比, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40以上. Rows: 30, 50以上.

滞后损失 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-2. Table with columns: 减速比, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40以上. Rows: 30, 50, 80以上.

最大齿隙量 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-3. Table with columns: 减速比, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58, 65. Rows: 30, 50, 80, 100, 120, 160.

刚性 (弹簧常数) (用说明请参阅“技术资料”)。表169-4. Table with columns: 符号, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58, 65. Rows: T1, T2, K, K1, K2, B1, B2, B3.

Table with columns: 符号, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58, 65. Rows: T1, T2, K, K1, K2, B1, B2, B3.

\*数值为参考值, 下限值约为表示值的90%。

棘爪扭矩 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-2. Table with columns: 减速比, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58, 65. Rows: 50, 80, 100, 120, 160.

SHF系列 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-3. Table with columns: 减速比, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58. Rows: 30, 50, 80, 100, 120, 160.

SHG系列 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-4. Table with columns: 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58, 65. Rows: 全减速比.

SHF系列 (用说明请参阅“技术资料”)。表169-5. Table with columns: 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58. Rows: 全减速比.

主轴承的规格

组合型组装有精密交叉滚子轴承用于直接支撑外部负载 (输出法兰部)。为充分发挥组合型的性能, 请确认最大负载静力矩、交叉滚子轴承的使用寿命以及静态安全系数。

- 确认步骤 1. 确认最大负载静力矩 (M max) 2. 确认使用寿命 3. 确认静态安全系数

交叉滚子轴承的规格如表170-1所示。

规格 (表170-1). Table with columns: 型号, 滚子的节圆直径, 齿量, 基本额定负载, 容许静力矩Mc, 力矩刚性Km.

- \*基本额定负载是指, 使轴承的基本额定寿命达到100万转的一定静止径向负载。 \*容许静力矩是指, 对输出轴可能施加最大的力矩载荷, 如在此范围内, 能够保持基本性能并可工作的数值。

机械精度

表示组合型的机械精度。 输入: 波发生器 固定: 刚轮 输出: 柔轮

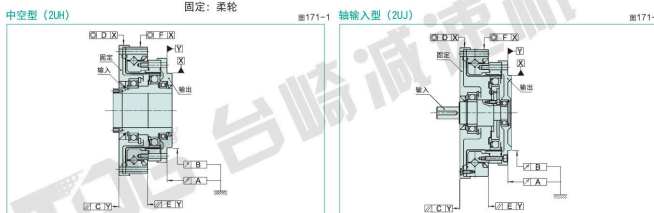


Table with columns: 符号, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58. Rows: A, B, C, D, E, F.

刚轮固定 输入: 波发生器 输出: 柔轮 固定: 刚轮

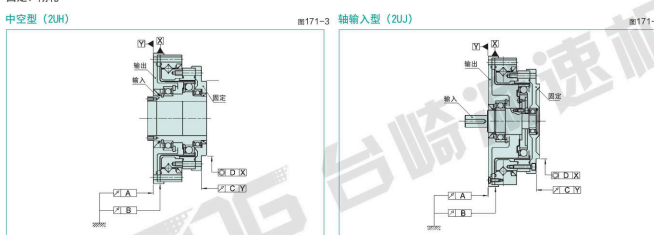


Table with columns: 符号, 规格, 型号, 14, 17, 20, 25, 32, 40, 45, 50, 58. Rows: A, B, C, D.

### 组合型的旋转方向和减速比

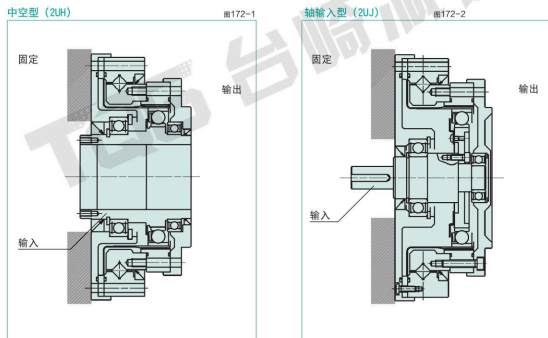
由于组合型所选固定法兰会改变旋转方向以及减速比，使用时请特别注意。

#### ■ 柔轮固定

输入：波发生器  
输出：刚轮  
固定：柔轮

输出旋转方向：与输入相同的旋转方向

$$\text{减速比 (i)} : i = \frac{1}{R+1}$$

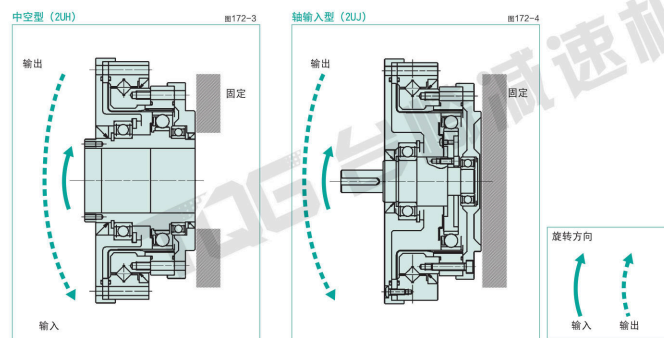


#### ■ 刚轮固定

输入：波发生器  
输出：柔轮  
固定：刚轮

输出旋转方向：与输入相反的旋转方向

$$\text{减速比 (i)} : i = \frac{-1}{R}$$



### 设计指南

#### 润滑

##### ■ 密封胶

- 旋转运动部………油封（弹簧嵌入式）。此时，请注意轴侧是否存在划痕等。
- 法兰装配面、配合部………O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O型环的啮合情况。
- 螺孔部………使用有密封效果的螺钉紧固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

#### 防锈措施

组合型除交叉滚子轴承部以外，其他表面都没有实施防锈处理。需要实施防锈时请向表面涂抹防锈剂。此外，交叉滚子轴承部的表面还实施了冷电镀处理。需要本公司实施表面防锈处理时，请咨询授权代理商。

#### ■ 组装注意事项

组装设计时，如果存在安装面变形等异常及勉强组装，会降低产品性能。为充分发挥组合型所具备的优良性能，请注意以下要点。此外，SHG系列与SHF系列相比转矩容量有所增大，因此请实施符合各系列的安装操作。

- 安装面歪斜、变形
- 异物侵入
- 安装孔的螺孔部周围毛边、隆起、位置异常
- 安装凹圆部倒角不足
- 安装凹圆部圆度异常

#### ■ 安装和传递转矩



#### SHG系列A侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8	M10
螺栓安装P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.4	18.4	44	44	74
	kgfm	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	1.87	4.5	4.5	7.6
螺栓传递转矩	Nm	128	222	252	516	1069	1813	3098	4163	6272	9546
	kgfm	13	23	26	53	109	185	316	425	640	974

#### SHF系列A侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓数量		8	12	12	12	12	12	18	12	16
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8
螺栓安装P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158	180	200	226
螺栓拧紧转矩	Nm	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	15.3	37	37
	kgfm	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	1.56	3.8	3.8
螺栓传递转矩	Nm	108	186	206	431	892	1509	2578	3489	5263
	kgfm	11	19	21	44	91	154	263	356	546

(表174-1/174-2/注)

1. 前提是内螺纹钢材质能够承受螺栓拧紧转矩。
2. 推荐螺栓：螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓 强度分类：JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数：K=0.2
4. 拧紧系数：A=1.4
5. 接合面的摩擦系数μ=0.15

#### SHG系列B侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓数量		8	16	16	16	16	16	12	16	12	16
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10
螺栓安装P.C.D.	mm	44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.36	44	44	89	89
	kgfm	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	4.5	4.5	9.1	9.1
螺栓传递转矩	Nm	88	216	248	520	1080	1867	2914	4274	5927	8658
	kgfm	9.0	22	25.3	53	110	191	297	436	605	883

#### SHF系列B侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓数量		8	16	16	16	16	16	12	16	12
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10
螺栓安装P.C.D.	mm	44	54	62	77	100	122	140	154	178
螺栓拧紧转矩	Nm	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74
	kgfm	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5
螺栓传递转矩	Nm	72	176	206	431	902	1558	2440	3587	4910
	kgfm	7.3	18	21	44	92	159	249	366	501

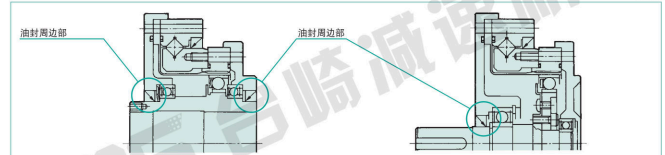
(表175-1/175-2/注)

1. 前提是内螺纹钢材质能够承受螺栓拧紧转矩。
2. 推荐螺栓：螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓 强度分类：JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数：K=0.2
4. 拧紧系数：A=1.4
5. 接合面的摩擦系数μ=0.15

#### ■ 安装时的注意事项

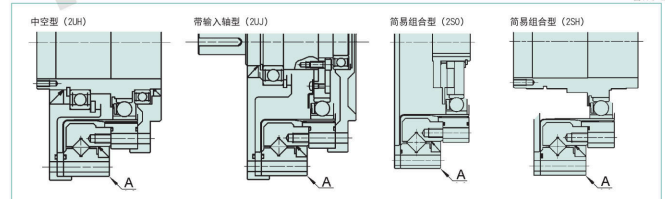
##### ■ 油封周边部的安装

安装时，请在另一侧安装面与油封间留出1mm以上的间隙，以确保双方不会相互干扰。

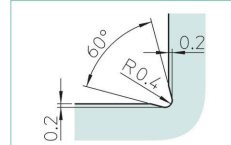


##### ■ 安装凹圆的避让加工

在组合型中将下图所示的A部作为安装凹圆使用时，请在安装另一侧实施避让加工。



安装另一侧的推荐避让加工尺寸 图176-3 单位: mm



#### 主要市场

工业机器人

各种机械设备

垂直多关节机器人

多关节机器人

晶圆吸附搬运装置

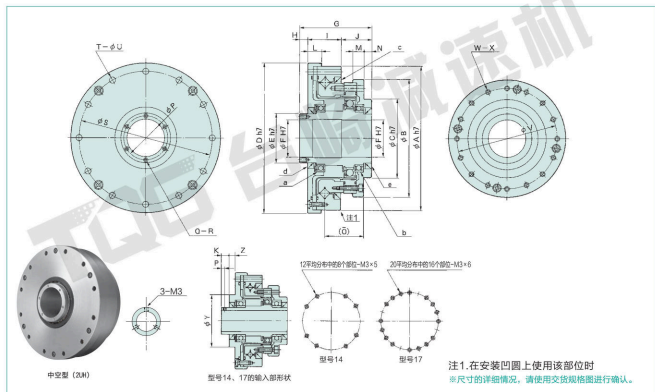


## 技术数据 中空型 (2UH)

### 中空型 (2UH) 外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

图177-1



### 中空型 (2UH) 尺寸表

图177-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h7		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
φB		54	64	75	90	115	140	160	175	201	221
φC h7		36	45	50	60	85	100	120	130	150	160
φD h7		74	84	95	115	147	175	195	220	246	284
φE h7		20	25	30	38	45	59	64	74	84	96
φF H7		14	17	21	29	36	48	52	60	70	80
G		52.5	56.5	51.5	55.5	65.5	79	85	93	106	128
H		12	12	5	6	7	8	8	9	10	14
I		20.5	23	25	26	32	38	42	45	52	56.5
J		20	21.5	21.5	23.5	26.5	33	35	39	44	57.5
K		6.5	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—
L		9	10	10.5	10.5	12	14	15	16	17	18
M		8	8.5	9	8.5	9.5	13	12	12	15	19.5
N		7.5	8.5	7	6	5	7	7	7	7	12
O		21.7	23.9	25.5	29.6	36.4	44	47.5	52.5	62.2	72
φ (P)		(2.5)	(2.5)	25.5	33.5	40.5	52	58	67	77	88
Q		3	3	6	6	6	6	6	6	6	6
R		M3	M3	M3×6	M3×6	M3×6	M4×8	M4×8	M4×8	M4×8	M5×10
φS		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
T		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φU		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
φV		24	54	62	77	100	122	140	154	178	195
W		129	148	166	16	16	16	12	16	12	16
X		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M10×15	M10×15	M10×15
Y		φ3.5×11.5	φ3.5×12	φ3.5×13.5	φ4.5×15.5	φ5.5×20.5	φ6.6×25	φ9×28	φ9×30	φ11×35	φ11×42.5
Z		5.5	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—
a		6804 ZZ	6805 ZZ	6806 ZZ	6807 ZZ	6809 ZZ	6812 ZZ	6813 ZZ	6815 ZZ	6817 ZZ	6820 ZZ
b		6804 ZZ	6805 ZZ	6806 ZZ	6807 ZZ	6809 ZZ	6812 ZZ	6813 ZZ	6815 ZZ	6817 ZZ	6820 ZZ
c		D4568S	D5968S	D6978S	D8494S	D110129S	D132146T	D152170T	D168186R	D1932129S	D2162381I
d		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S46079	S568510	S796510	S8511012	S10012513	S10012513
e		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S46079	S568510	S796510	S8511012	S10012513	S10012513

●由于零件的制造方法 (铸造、机械加工) 不同, 公差也存在差异。关于没有注明公差尺寸, 如需了解公差范围, 请咨询本公司或授权代理商。

-47- www.gearmotor6.com

### 中空型 (2UH) 重量

图176-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
重量 (kg)		0.71	1.00	1.38	2.1	4.5	7.7	10.0	14.5	20.0	28.5

### 中空型 (2UH) 转动惯量

图178-2

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
转动惯量		0.091	0.193	0.404	1.070	2.85	9.28	13.8	25.2	49.5	94.1
		0.093	0.197	0.412	1.090	2.91	9.47	14.1	25.7	50.5	96.0

### 中空型 (2UH) 启动转矩

图179-3

转速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		11	30	43	64	112	—	—	—	—	—
50		8.8	27	36	56	85	136	165	216	297	—
80		7.5	25	33	50	74	117	138	179	244	314
100		6.9	24	32	49	72	112	131	171	231	297
120		—	24	31	48	68	110	126	165	223	287
160		—	—	31	47	67	105	122	156	213	276

### 中空型 (2UH) 增速启动转矩

图178-4

转速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		5.4	17	23	35	57	—	—	—	—	—
50		5.3	16	22	34	54	82	99	129	178	—
80		4.7	24	31	48	74	112	133	172	234	301
100		8.2	29	38	59	86	134	158	205	278	356
120		—	34	45	69	97	158	182	237	322	413
160		—	—	59	90	128	201	233	299	408	530

### 中空型 (2UH) 的连续运转时间

SHF-2UH受到输入轴 (高速旋转侧) 使用的油封、支撑轴承的影响, 内部温度上升。请确保连续运转的时间处于表182-2所示的运转时间内。  
表182-2的运转时间是在右设定条件下, 测定组合内部温度上升至80°C、油封部温度上升至100°C的时间从而确定的。  
连续运转时请注意不可超过上述温度。  
超出上述温度时应对应以下事项进行商讨, 此时请咨询授权代理商。

- 变更润滑油的更换时间
- 变更润滑油
- 伴随组合内部压力上升, 采取防止润滑油泄漏的措施
- 针对油封部热老化采取的措施

### 连续运转时间

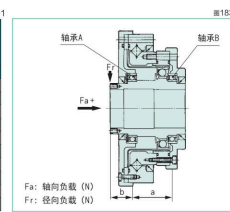
符号	运转时间	无负载运转时 连续运转时间 (分钟)	部分负载时 连续运转时间 (分钟)
	14	90	60
	17	90	60
	20	90	60
	25	60	45
	32	45	35
	40	40	30
	45	35	25
	50	30	20
	58	20	15
	65	15	10

### 中空型 (2UH) 输入部的容许负载

中空型的中空输入部由2个单列深沟球轴承支撑。为充分发挥组合型的性能, 请确认向输入部施加的负载。  
图183-1表示轴承的支撑点。[a] [b] 的尺寸请参照表183-1。此外, 表183-1·183-2表示的是各型号容许最大径向负载和轴向负载的关系。此外, 表183-1·183-2的数值是指在平均输入转速为2,000r/min, 基本额定使用寿命L10=7,000h时的数值。

### 输入部的轴承规格

符号	型号	轴承		轴径		a	b	最大径向负载	
		基本额定动载荷	基本额定静载荷	基本额定动载荷	基本额定静载荷				
14	6804Z2	4000	2470	6804Z2	4000	2470	27	16.5	230
17	6805Z2	4300	2950	6805Z2	4300	2950	29	17.5	250
20	6806Z2	4500	3450	6806Z2	4500	3450	27	15.5	275
25	6807Z2	4900	4350	6807Z2	4900	4350	29.5	16.5	290
32	6809Z2	14100	10900	6809Z2	5350	5350	33	23	700
40	6812Z2	19400	15300	6812Z2	11900	10900	39.5	27.5	1060
45	6813Z2	17400	16100	6813Z2	11900	12100	44	28.5	900
50	6815Z2	24400	22600	6815Z2	12500	13000	49	31.5	1370
58	6817Z2	30000	29600	6817Z2	18700	20000	56.2	36.5	1720
65	6820Z2	42500	35500	6820Z2	19600	21200	67	44.5	2300

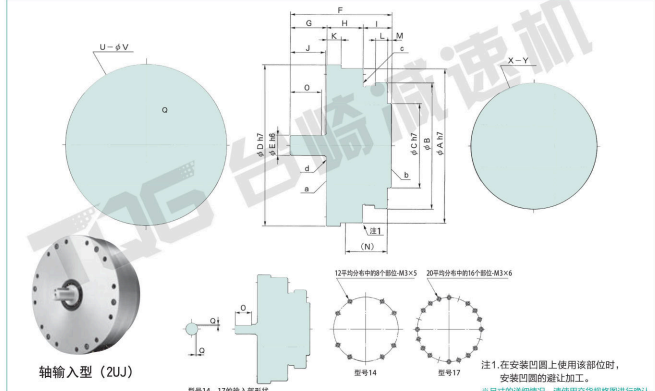


## 技术数据 轴输入型 (2UJ)

### 轴输入型 (2UJ) 外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

图184-1



### 轴输入型 (2UJ) 尺寸表

图184-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h7		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
φB		54	64	75	90	115	140	160	175	201	221
φC h7		36	45	50	60	85	100	120	130	150	160
φD h7		74	84	95	115	147	175	195	220	246	284
φE h6		8	8	10	14	16	16	19	22	27	25
G		50.5	56	63.5	72.5	84.5	100	108	121	133	156
H		15	17	21	26	26	31	31	37	37	42
I		20.5	23	25	26	32	38	42	45	52	56.5
J		15	16	17.5	20.5	26.5	31	35	39	44	57.5
K		14	16	20	25	25	30	30	35	35	40
L		9	10	10.5	10.5	12	14	15	16	17	18
M		8	8.5	9	8.5	9.5	13	12	12	15	19.5
N		2.5	3	3	3	5	4	7	7	7	12
O		21.7	23.9	25.5	29.6	36.4	44	47.5	52.5	62.2	72
P		11	12	16.5	22.5	27.5	28	33	33	33	39
Q		0.5	0.5	3.5mm	5.5mm	5.5mm	5.5mm	6.5mm	6.5mm	6.5mm	8.5mm
R		—	—	M3×6	M5×10	M5×10	M6×12	M6×12	M6×12	M8×16	M8×16
φT		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
U		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φV		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
W		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
X		129	148	166	16	16	16	12	16	12	16
Y		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M10×15	M10×15	M10×15
Z		φ3.5×11.5	φ3.5×12	φ3.5×13.5	φ4.5×15.5	φ5.5×20.5	φ6.6×25	φ9×28	φ9×30	φ11×35	φ11×42.5
a		698 ZZ	6900 ZZ	6902 ZZ	6902 ZZ	6904 ZZ	6906 ZZ	6906 ZZ	6907 ZZ	6908 ZZ	6909 ZZ
b		695 ZZ	691 ZZ	696 ZZ	6902 ZZ	6903 ZZ	6904 ZZ	6905 ZZ	6906 ZZ	6907 ZZ	6907 ZZ
c		D4568S	D5968S	D6978S	D8494S	D110129S	D132146T	D152170T	D168186R	D1932129S	D2162381I
d		G8184	D10205	D15255	D15255	D20355	D30457	D30457	D35557	D40607	D45607

●由于零件的制造方法 (铸造、机械加工) 不同, 公差也存在差异。关于没有注明公差尺寸, 如需了解公差范围, 请咨询本公司或授权代理商。

-49- www.gearmotor6.com

### 轴输入型 (2UJ) 重量

图185-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
重量 (kg)		0.66	0.94	1.38	2.1	4.4	7.3	9.8	13.9	19.4	26.5

### 轴输入型 (2UJ) 转动惯量

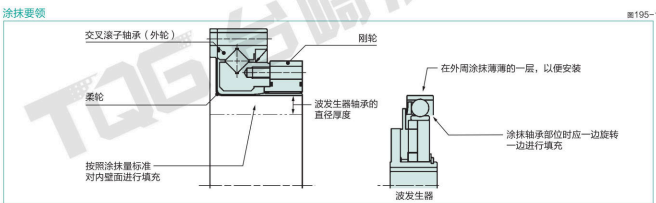
图185-2



简易组合型 (2SH) 重量											
符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	66
	重量 (kg)	0.45	0.63	0.89	1.44	3.1	5.4	6.9	10.2	14.1	20.9

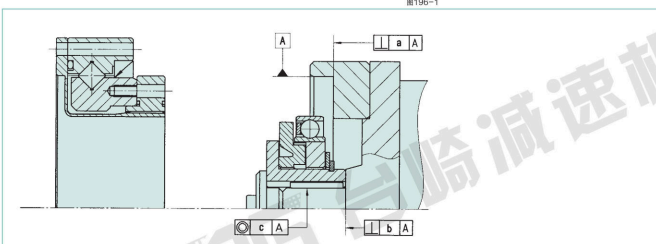
**润滑**  
简易组合型的润滑方法以润滑油润滑为标准。

**涂抹要领**  
简易组合型出厂时交叉滚子轴承外轮和刚轮呈暂时固定状态。除齿根以外其他部位均没有封入润滑油，因此请务必根据下述涂抹要领涂抹润滑油。



简易组合型重量											
使用方式	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	66
水平使用		5.8	11	18	32	64	120	185	235	385	495
垂直使用	输出轴朝上	7.5	13	19	37	74	130	200	255	400	530
	输出轴朝下	8.9	15	22	42	84	150	230	290	480	630

为充分发挥2S0组合的优良性能，请确保使用图196-1、表196-1所示的推荐精度。



Rz	14	17	20	25	32	40	45	50	58	66
a	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.031
b	0.017	0.020	0.020	0.024	0.024	0.024	0.032	0.032	0.032	0.032
c	0.030	0.034	0.044	0.047	0.047	0.050	0.063	0.066	0.068	0.068

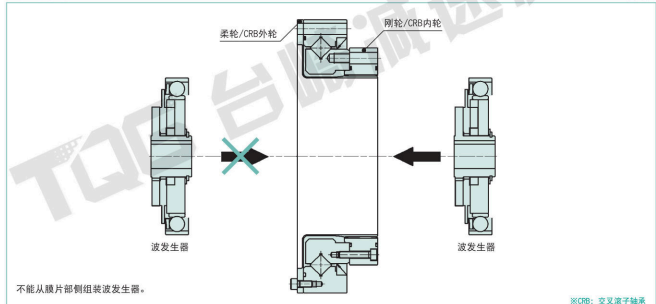
( ) 内的数值是波发生器为一体型时的数值 (未采用嵌式联轴节结构时)

**组装注意事项**

**■ 组装步骤**

将刚轮和柔轮组合安装到装置上后，再组装上波发生器。若使用其他方法进行组装，可能出现齿轮偏移状态下实施组装或损伤齿面等情况。请充分注意。

**正确组装步骤**

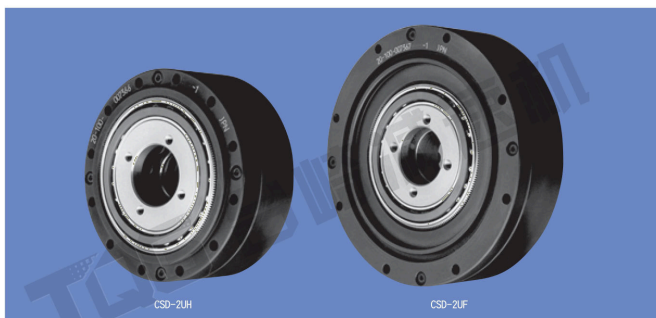


**■ 组装注意事项**

由于组装时的错误，FH谐波减速机在运转时可能发生振动、异响等。请遵守下述注意事项实施组装。

- 波发生器的注意事项**
- 请在组装时避免向波发生器轴承部位施加过度的力。可通过使波发生器旋转而施加力。
  - 使用无嵌式联轴节结构的波发生器时，请特别注意中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内。
- 柔轮的注意事项**
- 确认安装面的平坦度是否良好、有否歪斜。
  - 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物嵌入。
  - 确认是否对壳体组全部实施了倒角加工以及避免加工，以避免与柔轮干涉。
  - 刚轮安装用螺钉孔插入螺栓时，确认螺栓的位置是否正确、是否由于螺栓孔歪斜加工等原因致使螺栓与柔轮发生接触，使螺栓发生沉头。
  - 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施暂时拧紧，然后再按照规定转矩拧紧。此外，通常请按对角线顺序依次拧紧螺栓。
  - 确认与刚轮组合时，是否存在极端的单侧啮合。发生单侧啮合时，可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。
- 关于防锈措施**
- 组合型的表面没有实施防锈处理。需要实施防锈时请向表面涂防锈剂。此外，需要本公司实施表面防锈处理时，请咨询授权代理商。
- 刚轮的注意事项**
- 确认安装面的平坦度是否良好、有否歪斜。
  - 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物嵌入。
  - 确认是否对壳体组全部实施了倒角加工以及避免加工，以避免与刚轮干涉。
  - 当刚轮组装至外壳后，确认其是否能够旋转，是否有部分存在干涉、卡滞。
  - 刚轮安装用螺钉孔插入螺栓时，确认螺栓的位置是否正确、是否由于螺栓孔歪斜加工等原因致使螺栓与刚轮发生接触，使螺栓发生沉头。
  - 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施暂时拧紧，然后再按照规定转矩拧紧。此外，通常请按对角线顺序依次拧紧螺栓。
  - 向刚轮打销子可能造成旋转精度低下，因此请尽可能避免。

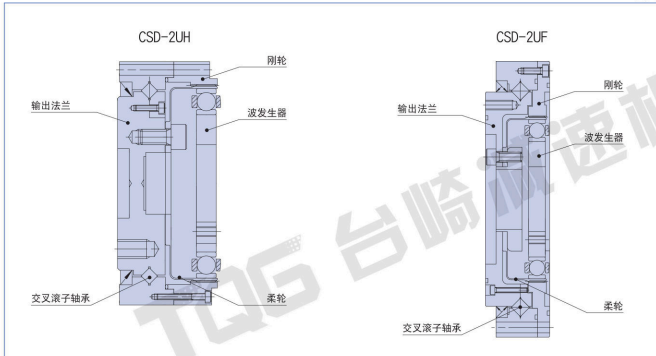
**特点**



**CSD系列组合型**  
近年来显露头角的人型机器人、航空航天领域等，以及液晶、半导体制造设备相关的产业在系统生产线的高度限制的背景下，都在追求“更超薄”极限。致力于谐波齿轮传动轻量化紧凑特点的CSD系列顺应市场的要求在继承传统产品优良性能的同时，实现了大胆的形状设计。

- CSD系列的特点**
- 紧凑简洁的设计
  - 中空构造
  - 高静力矩容量
  - 输出侧轴承的负载容量提升

CSD系列组合型的结构 图146-1



**型号·符号**

**CSD-20-100-2UH - 规格**

机型名称	型号	减速比 (注)	型式	特殊规格
CSD: 超薄型杯状的 Harmonic Drive	14	50	100	2UH: 组合型 (型号14~50) 2UF: 通过中空孔结构提升主轴承负载容量的型号 (型号14~40) 空白: 标准品 SP: 形状、性能等特殊规格
	17	50	100	
	20	50	100	
	25	50	100	
	32	50	100	
	40	50	100	
	50	50	100	
	50	50	100	
	50	50	100	
	50	50	100	

(注) 减速比表示的是输入: 波发生器, 输出: 柔轮时的情况。

**技术数据**

**额定表**

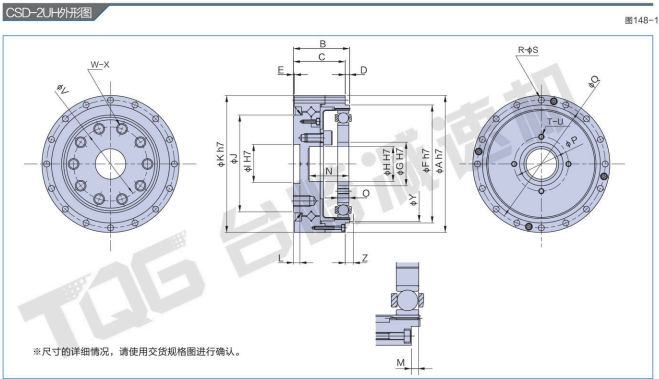
CSD-2UH													
型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩 Nm	启动停止时的峰值扭矩 Nm	平均负载转矩的容许最大值 Nm	瞬间容许最大转矩 Nm	容许最高输入转速 r/min	容许平均输入转速 r/min	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )			
14	50	3.7	0.38	12	1.2	4.8	0.49	24	2.4	8500	3500	0.021	0.021
	100	5.4	0.55	19	1.9	7.7	0.79	35	3.6	7300	3500	0.054	0.055
	17	11	1.1	23	2.3	18	1.9	48	4.9	6500	3500	0.090	0.092
20	50	17	1.7	39	4.0	24	2.4	69	7.0	6500	3500	0.090	0.092
	100	28	2.9	57	5.8	34	3.5	95	9.7	5600	3500	0.282	0.288
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	9.7	4800	3500	1.09	1.11
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	4800	3500	1.09	1.11
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19	4000	3000	2.85	2.91
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21	3500	2500	8.61	8.78
32	50	53	5.4	151	15	75	7.6	268	27	4800	3500	1.09	1.11
	100	96	10	233	24	151	15	420	43	4800	3500	1.09	1.11
	160	96	10	261	27	151	15	445	45	4000	3000	2.85	2.91
40	50	96	10	281	29	137	14	480	49	4000	3000	2.85	2.91
	100	185	19	398	41	260	27	700	71	4000	3000	2.85	2.91
	160	206	21	453	46	316	32	765	78	3500	2500	8.61	8.78
50	50	172	18	500	51	247	25	1000	102	3500	2500	8.61	8.78
	100	325	34	686	70	466	48	1440	147	3500	2500	8.61	8.78
	160	370	38	823	84	560	60	1715	175	3500	2500	8.61	8.78

(注) 1. 转动惯量  $I = \frac{1}{2} G D^4$

**■ CSD-2UF**

CSD-2UF													
型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩 Nm	启动停止时的峰值扭矩 Nm	平均负载转矩的容许最大值 Nm	瞬间容许最大转矩 Nm	容许最高输入转速 r/min	容许平均输入转速 r/min	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )	转动惯量 ( $\times 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> )			
14	50	3.7	0.38	12	1.2	4.8	0.49	24	2.4	8500	3500	0.021	0.021
	100	5.4	0.55	19	1.9	7.7	0.79	35	3.6	7300	3500	0.054	0.055
	17	11	1.1	23	2.3	18	1.9	48	4.9	6500	3500	0.090	0.092
20	50	17	1.7	39	4.0	24	2.4	69	7.0	6500	3500	0.090	0.092
	100	28	2.9	57	5.8	34	3.5	95	9.7	5600	3500	0.282	0.288
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	9.7	4800	3500	1.09	1.11
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	4800	3500	1.09	1.11
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19	4000	3000	2.85	2.91
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21	3500	2500	8.61	8.78
32	50	53	5.4	151	15	75	7.6	268	27	4800	3500	1.09	1.11
	100	96	10	233	24	151	15	420	43	4800	3500	1.09	1.11
	160	96	10	261	27	151	15	445	45	4000	3000	2.85	2.91
40	50	96	10	281	29	137	14	480	49	4000	3000	2.85	2.91
	100	185	19	398	41	260	27	700	71	4000	3000	2.85	2.91
	160	206	21	453	46	316	32	765	78	3500	2500	8.61	8.78

(注) 1. 转动惯量  $I = \frac{1}{2} G D^4$

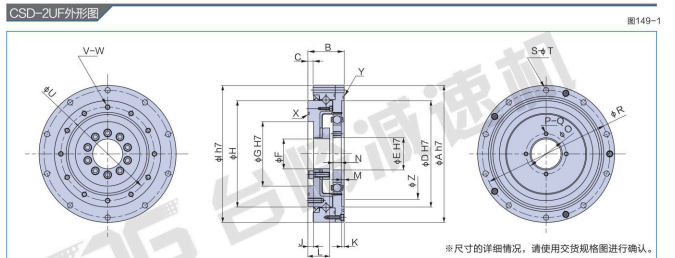


CSD-2UH尺寸表

表148-1 单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
φA h7	55	62	70	85	112	126	157	170
B	25	26.5	29.7	37.1	43	51.7	62.5	75
C	23	24.5	27.7	34.1	40	47.7	58.5	70
D	2	2	2	3	3	4	4	4
E	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1
φF h7	42.5	49.5	58	73	96	108.5	136	157
φG H7	11	15	20	24	32	40	50	60
φH H7	11	11	16	20	30	32	44	50
φI H7	12	14	18	24	32	36	48	60
φJ	31	38	45	58	78	90	112	132
φK h7	55	62	70	85	112	126	157	170
L	5	5	5	6.5	6.5	7	7	7
M	17.5 <sub>±0.2</sub>	17.5 <sub>±0.2</sub>	17.5 <sub>±0.2</sub>	26.5 <sub>±0.2</sub>	25.5 <sub>±0.2</sub>	34.5 <sub>±0.2</sub>	32.5 <sub>±0.2</sub>	40
N	14.8	16.3	18.8	23.7	30.6	36.5	44.3	53
O	4.3 <sub>±0.1</sub>	5.3 <sub>±0.1</sub>	5.2 <sub>±0.1</sub>	6.3 <sub>±0.1</sub>	8.6 <sub>±0.1</sub>	10.3 <sub>±0.1</sub>	12.7 <sub>±0.1</sub>	15.1
φP (PCD)	17	21	26	30	40	50	60	70
φQ (PCD)	49	56	64	79	104	117.5	147	170
R	6	10	12	18	18	22	22	22
φS	3.4	3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6	7.5
T	4	4	4	4	4	4	4	4
U	M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6
φV (PCD)	25	27	34	42	57	72	88	100
W	10	8	8	8	10	10	10	10
X	M3 × 7	M5 × 8	M6 × 9	M8 × 12	M8 × 12	M10 × 15	M12 × 18	M12 × 18
φY	38	45	53	66	86	106	133	157
Z	3	3	3	4.5	5	6.5	7.5	8
重量 (kg)	0.35	0.46	0.65	1.2	2.4	3.6	6.9	10.5

●由于零件的制造方法（铸造、机械加工）不同，公差也存在差异。关于没有注明公差的尺寸，如需了解公差范围，请咨询本公司或授权代理商。



CSD-2UF尺寸表

表149-1 单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
φA h7	70	80	90	110	147	170	210	240
B	22	22.7	26.8	31.5	37	45	55	65
C	0.5	0.5	2.3	2.1	2.8	3.2	3.5	3.7
φD H7	48	56	64	80	106	132	160	180
φE H7	11	15	20	24	32	40	50	60
φF	9	9	18	22	29	37	46	55
φG H7	30	34	40	52	70	80	100	110
φH	49	59	69	84	110	132	160	180
φI h7	70	80	90	110	142	170	210	240
J	4.9	5.4	4.8	5.5	6	7	8	9
K	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3
L	12.9	13.4	16.8	19.5	22	27	32	37
M	2.8 <sub>±0.1</sub>	2.8 <sub>±0.1</sub>	2.8 <sub>±0.1</sub>	3.4 <sub>±0.1</sub>	3.4 <sub>±0.1</sub>	3.6 <sub>±0.1</sub>	3.6 <sub>±0.1</sub>	3.6 <sub>±0.1</sub>
N	4.3 <sub>±0.1</sub>	5.3 <sub>±0.1</sub>	5.2 <sub>±0.1</sub>	6.3 <sub>±0.1</sub>	8.6 <sub>±0.1</sub>	10.3 <sub>±0.1</sub>	12.7 <sub>±0.1</sub>	15.1
φO (PCD)	17	21	26	30	40	50	60	70
P	4	4	4	4	4	4	4	4
Q	M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6
φR (PCD)	64	74	84	102	132	158	190	220
S	6	8	8	10	10	10	10	10
φT	3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6	7.5	8
φU (PCD)	42	50	60	73	96	116	140	160
V	8	8	8	8	10	10	10	10
W	M3 × 5	M3 × 6	M4 × 8	M5 × 8	M6 × 10	M6 × 10	M6 × 10	M6 × 10
X	34.5 × 0.80	38.0 × 1.50	S48	S60	S80	S100	S140	S160
Y	49.0 × 1.50	59.4 × 1.20	S70	S85	S115	S140	S160	S180
φZ	38	45	53	66	86	106	133	157
重量 (kg)	0.50	0.66	0.94	1.7	3.3	5.7	10.5	15.5

●由于零件的制造方法（铸造、机械加工）不同，公差也存在差异。关于没有注明公差的尺寸，如需了解公差范围，请咨询本公司或授权代理商。

角度传达精度 (用说明书请参照“技术资料”)

表150-1

型号	14	17	20	25	32	40	50
角度传达误差	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
arc min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

滞后损失 (用说明书请参照“技术资料”)

表150-2

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	7.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
arc min	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
100以上	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
arc min	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

刚性 (弹簧常数) (用说明书请参照“技术资料”)

表150-3

符号	单位	14	17	20	25	32	40	50
T <sub>1</sub>	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	64	108
	kgfm	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	11
T <sub>2</sub>	Nm	6.9	12	25	48	108	196	382
	kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	39
减速比 50	K <sub>1</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8	17
	kgfmm/rad	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6	5.0
	K <sub>2</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11	21
	kgfmm/rad	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4	6.3
	K <sub>3</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15	30
	kgfmm/rad	0.14	0.34	0.6	1.1	2.5	4.5	9.0
减速比 100以上	K <sub>1</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	6.9	5.8	6.4	7.0	6.2	6.1	6.4
	kgfmm/rad	2.4	2.0	2.2	2.4	2.1	2.1	2.2
	K <sub>2</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	19	14	19	18	18	18	18
	kgfmm/rad	6.4	4.6	6.6	6.1	6.1	5.9	6.2
	K <sub>3</sub> × 10 <sup>4</sup> Nmm/rad	0.64	0.84	1.3	2.7	6.1	11	21
	kgfmm/rad	0.12	0.25	0.4	0.8	1.8	3.2	6.3

※数据为参考值。下降速度的0.009秒延迟时间。

加速启动转矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表150-4 单位: eNm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	4.4	6.7	8.9	16	32	55	102
100	2.8	3.8	5.1	9.1	20	32	60
160	-	-	3.9	7.2	15	26	47

表150-5 单位: eNm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	5.3	7.5	9.7	17	34	58	100
100	3.2	4.2	5.5	9.6	21	33	60
160	-	-	4.1	7.4	16	27	47

加速启动转矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表151-1 单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	2.9	4.3	5.2	9.5	19	33	61
100	3.5	4.6	6.0	11	23	38	71
160	-	-	7.4	13	30	48	89

加速启动转矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表151-2 单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	3.3	4.7	5.6	10	20	34	60
100	3.9	5.0	6.4	11	24	39	71
160	-	-	7.8	14	31	49	89

爪扭距 (用说明书请参照“技术资料”)

表151-3 单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	88	150	220	450	980	1800	3700
100	84	160	260	500	1000	2100	4100
160	-	-	220	450	980	1800	3600

弯曲转矩 (用说明书请参照“技术资料”)

表151-4 单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	50
50	190	330	560	1000	2200	4300	8000

主轴承的规格

组合型组装有精密交叉滚子轴承于直接支撑外部负载(输出法兰部),为充分发挥组合型的性能,请确认最大负载静力矩、交叉滚子轴承的使用寿命以及静态安全系数。

- 确认步骤
1. 确认最大负载静力矩 (M max)
    - 计算最大负载静力矩 (M max) → 最大负载静力矩 (M max) ≈ 容许力矩 (Mc)
  2. 确认使用寿命
    - 计算平均径向负载 (Frav)、平均轴向负载 (Faav) → 计算径向负载系数 (X)、轴向负载系数 (Y) → 计算确认使用寿命
  3. 确认静态安全系数
    - 计算径向当量静负荷 (Po) → 确认静态安全系数 (fs)

■主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表156-1、2所示。

■CSD-2UH

表156-1

型号	dp	R	基本额定动负载Co	基本额定静负载Co	容许静力矩Mc	力矩刚性Km	容许轴向负载Fa	容许径向负载Fr
	m	m	× 10 <sup>4</sup> N	kgf	Nm	kgfmm	× 10 <sup>2</sup> N	× 10 <sup>2</sup> N
14	0.035	0.0095	47	480	60.7	620	41	4.2
17	0.0425	0.0099	52.9	540	75.5	770	64	6.5
20	0.050	0.0102	57.8	590	90	920	91	9.3
25	0.062	0.0130	95.0	980	151	1540	155	16
32	0.080	0.0144	150	1530	250	2550	313	32
40	0.096	0.0151	213	2170	385	3720	450	46
50	0.119	0.0192	348	3550	602	6140	759	77

■CSD-2UF

表156-2

型号	dp	R	基本额定动负载Co	基本额定静负载Co	容许静力矩Mc	力矩刚性Km	容许轴向负载Fa	容许径向负载Fr
	m	m	× 10 <sup>4</sup> N	kgf	Nm	kgfmm	× 10 <sup>2</sup> N	× 10 <sup>2</sup> N
14	0.050	0.0118	57.8	590	90	920	91	9.3
17	0.060	0.0123	104	1060	163	1670	124	12.6
20	0.070	0.0128	146	1490	220	2250	187	19.1
25	0.085	0.0140	218	2230	358	3690	258	26.3
32	0.111	0.0168	382	3900	654	6690	591	100
40	0.133	0.0215	433	4410	816	8390	849	86.6

※基本额定动负载是指,使轴承的基本额定寿命达到100万转的一定的静力矩值。  
 ※基本额定静负载是指,在承受最大负载的转动体和轨道的接触点上,施加一定水平的接触应力(4kN/mm<sup>2</sup>)的静力矩。  
 ※容许静力矩是指,对轴承可能施加最大的力矩值,在此范围内,能够保持基本性能并工作的数值。  
 ※力矩刚性的单位为Nm/rad。下降速度的0.009秒延迟时间。  
 ※容许轴向负载、容许径向负载是指,在轴上只施加纯的轴向或径向负载时,能够满足使用寿命的数值。(径向负载r=R-r<sub>0</sub>,轴向负载L=L<sub>0</sub>mm)

机械精度

表示组合型的机械精度。输入: 波发生器 输出: 刚轮 固定: 柔轮

■CSD-2UH

表157-1 单位: mm

符号	14	17	20	25	32	40	50
a	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018
b	0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015
c	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
d	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015
e	0.025	0.025	0.025	0.035	0.037	0.037	0.040

■CSD-2UF

表157-2 单位: mm

符号	14	17	20	25	32	40	50
a	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018
b	0.010	0.010	0.010				



安装和传递转矩



■输出法兰侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	50
螺栓数量		10	8	8	8	10	10	10
螺栓规格		M3	M5	M6	M8	M8	M10	M12
螺栓安装P.C.D.	mm	25	27	34	42	57	72	88
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	10.8	18.7	44	44	74	128
	kgfm	0.24	1.10	1.87	4.5	4.5	7.6	13.1
螺栓传递转矩	Nm	50	122	217	486	824	1665	2933
	kgfm	5.1	12.4	22.1	49.6	84.1	170	299

项目	型号	14	17	20	25	32	40
螺栓数量		8	10	8	8	8	12
螺栓规格		M3	M3	M4	M5	M6	M6
螺栓安装P.C.D.	mm	42	50	60	73	96	116
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	2.4	5.4	10.8	18.4	18.4
	kgfm	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	1.87
螺栓传递转矩	Nm	70	104	167	329	765	1109
	kgfm	7.1	10.6	17.0	33.6	78.1	113

■壳体侧的安装和传递转矩

项目	型号	14	17	20	25	32	40	50
螺栓数量		6	10	12	18	18	18	22
螺栓规格		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓安装P.C.D.	mm	49	56	64	79	104	117.5	147
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	10.8	18.4
	kgfm	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.10	1.87
螺栓传递转矩	Nm	43	82	112	207	461	833	1804
	kgfm	4.4	8.4	11.4	21.1	47.0	85.0	184

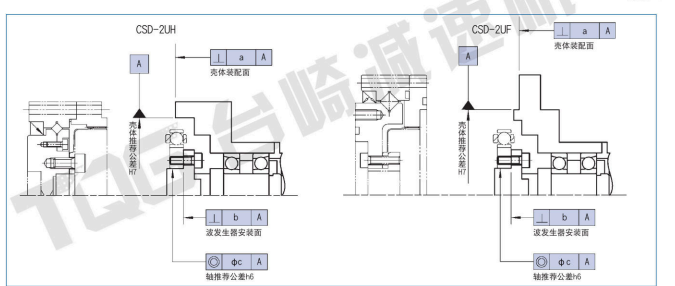
项目	型号	14	17	20	25	32	40
螺栓数量		6	8	8	10	10	10
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓安装P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158
螺栓拧紧转矩	Nm	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.4
	kgfm	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87
螺栓传递转矩	Nm	80	123	140	359	743	1259
	kgfm	8.2	12.6	14.3	36.6	75.8	128

(表159-1~159-4)注

1. 前提是内螺纹副材料能接受螺栓拧紧转矩。
2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12, 9以上
3. 转矩系数: K=0.2 4. 拧紧系数: A=1.4 5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

组装精度

- 安装面歪斜、变形
- 安装孔的螺孔周围毛边、隆起、位置异常
- 异物嵌入
- 安装凹圆部角度不足
- 安装凹圆部圆度异常



符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
b		0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012	0.015
φc		0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.030

符号	型号	14	17	20	25	32	40
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026
b		0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012
φc		0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024

润滑

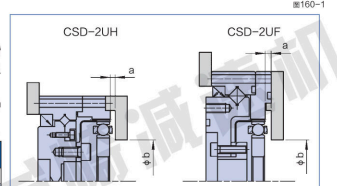
CSD系列组合型的标准润滑方法为润滑油润滑。出厂前已封入润滑油。因此组装时无需注入、涂抹润滑油。

使用润滑油润滑时，为避免在运转中润滑油发生飞溅，尽量留在FH谐波减速机的内部，请尽可能采用FH谐波减速机与壳体内部之间的推荐尺寸进行设计。无法确保使用推荐尺寸时请咨询授权代理商。润滑油容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑油泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
a	H	1	1.5	1.5	2	2.5	3.5	
a'		3	3	4.5	4.5	6	7.5	10.5
φ <sub>轴</sub>		16	25	30	37	37	45	45

密封机构

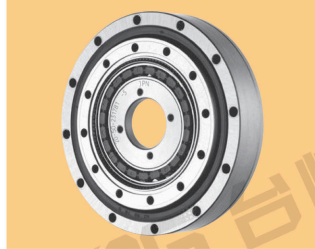
为防止润滑油泄漏，以及维持FH谐波减速机的耐久性，必须使用以下密封机构。  
 · 旋转运动部……油封(弹簧嵌入式)此时，请注意轴侧是否存在划痕等。  
 · 法兰装配面、配合部……O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O型环的嵌合情况。  
 · 螺孔部……使用有密封效果的螺孔紧固剂(推荐使用Loctite 242)或密封剂。  
 (注) 特别是使用FH谐波减速机润滑油4B No.2时，请严格执行上述事项。



组合型的密封部位和推荐密封方法

必要密封部位	推荐密封方法
输出侧	输出法兰中央的螺穿孔以及输出法兰装配面 使用O型环(本公司产品) 有密封效果的螺孔紧固剂(推荐使用Loctite 242)
输入侧	法兰装配面 使用O型环(本公司产品) 有密封效果的螺孔紧固剂(推荐使用Loctite 242)或密封剂。 请在电动机安装时，严格按照电动机安装法，正确安装油封。

特点



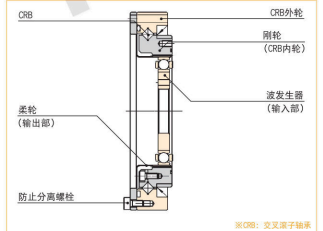
SHD系列组合型

SHD系列组合型是追求扁平极限的类型。与SHG/SHF系列相比，轴向长度约缩短了50%。  
是在轴侧组装有刚性交叉滚子轴承的简单组合型。非常适合要求平坦设计的应用。

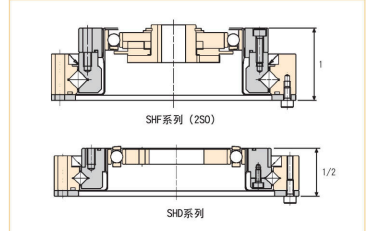
SHD系列的特点

- 超薄型形状·中空结构
- 紧凑简洁的设计
- 高转矩容量
- 高刚性
- 无齿隙
- 优良的定位精度和旋转精度
- 输入输出同轴

SHD系列组合型的结构

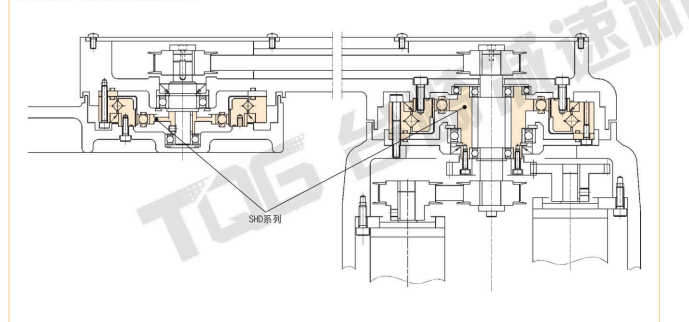


轴向长度的比较



SHD系列的组装示例

水平多关节(SCARA)机器人  
非常适合应用于受高度限制的各種搬運裝置。



型号·符号

SHD-20-100-2SH-规格

机型名称	型号	减速比:n	型式	特殊规格
SHD	14	50	100	2SH·商標组合型 润滑方法与使用条件 空白·标准品 SP·形状·性能等规格
	17	50	100	
	20	50	100	
	25	50	100	
	32	50	100	
	40	50	100	

注1: 减速比表示的是输入:波发生器, 固定:副轮, 输出:柔轮时的情况。

技术数据

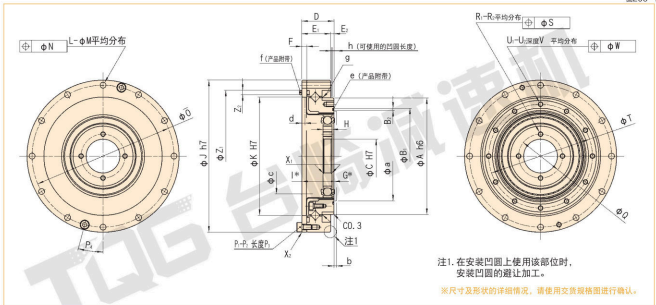
额定表

型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩		启动停止时的容许峰值扭矩		平均负载转矩的容许最大值		瞬时可许最大转矩		容许最高输入转速/r·min		容许平均输入转速/r·min		机动容量	
		Na	kgf·m	Nm	kgf·m	Nm	kgf·m	Nm	kgf·m	润滑油润滑	润滑油润滑	T <sub>1</sub> ×10 <sup>3</sup> kgm <sup>2</sup>	J kgm <sup>2</sup>		
14	50	3.7	0.38	12	1.2	4.8	0.49	23	2.3	8500	3500	0.021	0.021		
	100	5.4	0.55	19	1.9	7.7	0.79	35	3.6						
	100	16	1.6	37	3.8	27	2.8	71	7.0						
17	50	11	1.1	23	2.3	18	1.9	48	4.9	7300	3500	0.054	0.055		
	100	16	1.6	37	3.8	27	2.8	71	7.0						
	100	17	1.7	39	4.0	24	2.4	69	7.0						
20	100	28	2.9	57	5.8	34	3.5	95	10	6500	3500	0.090	0.092		
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	10						
	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13						
25	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19	5600	3500	0.282	0.288		
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21						
	50	53	5.4	151	15	75	7.6	268	27						
32	100	96	10	233	24	151	15	420	43	4800	3500	1.09	1.11		
	160	96	10	261	27	151	15	445	45						
	50	96	10	281	29	137	14	480	49						
40	100	165	19	398	41	260	27	700	71	4000	3000	2.85	2.91		
	160	206	21	453	46	316	32	765	78						
	50	206	21	453	46	316	32	765	78						

(注) 1. 转动惯量  $I = \frac{1}{2} J \omega^2$

外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。



尺寸表

型号	14	17	20	25	32	40
φ A H6	49 <sup>±0.016</sup>	59 <sup>±0.016</sup>	69 <sup>±0.016</sup>	84 <sup>±0.016</sup>	110 <sup>±0.016</sup>	132 <sup>±0.016</sup>
φ B	39 <sup>±0.016</sup>	49 <sup>±0.016</sup>	59 <sup>±0.016</sup>	70.5 <sup>±0.016</sup>	92 <sup>±0.016</sup>	112.4 <sup>±0.016</sup>
B <sub>1</sub>	0.8 <sup>±0.016</sup>	1.1 <sup>±0.016</sup>	1.4 <sup>±0.016</sup>	1.7 <sup>±0.016</sup>	2.3 <sup>±0.016</sup>	2.9 <sup>±0.016</sup>
φ C H7	11 <sup>±0.016</sup>	15 <sup>±0.016</sup>	20 <sup>±0.016</sup>	24 <sup>±0.016</sup>	32 <sup>±0.016</sup>	40 <sup>±0.016</sup>
D	17.5 <sup>±0.016</sup>	18.5 <sup>±0.016</sup>	19 <sup>±0.016</sup>	22 <sup>±0.016</sup>	27.9 <sup>±0.016</sup>	33 <sup>±0.016</sup>
E <sub>1</sub>	15.5	16.5	17	20	23.6	29
E <sub>2</sub>	2	2	2	2	4.3	5
F	2.4	3	3	3.3	3.6	4
G	1.8	1.6	1.2	0.4	0.6	0.8
H	4.3	5.3	5.2	6.3	8.6	10.3
I	15.7 <sub>±0.2</sub>	16.9 <sub>±0.2</sub>	17.8 <sub>±0.2</sub>	21.6 <sub>±0.2</sub>	27.3 <sub>±0.2</sub>	32.3 <sub>±0.2</sub>
φ J H7	70 <sup>±0.016</sup>	80 <sup>±0.016</sup>	90 <sup>±0.016</sup>	110 <sup>±0.016</sup>	142 <sup>±0.016</sup>	170 <sup>±0.016</sup>
φ K H7	50 <sup>±0.016</sup>	61 <sup>±0.016</sup>	71 <sup>±0.016</sup>	88 <sup>±0.016</sup>	114 <sup>±0.016</sup>	140 <sup>±0.016</sup>
L	8	12	12	12	12	12
φ M	3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6
φ N	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
φ O	64	74	84	102	132	158
P <sub>1</sub>	2	2	2	4	4	4
P <sub>2</sub>	M3	M3	M3	M3	M4	M4
P <sub>3</sub>	6	6	6	8	10	10
P <sub>4</sub>	22.5°	15°	15°	15°	15°	15°
φ Q	17	21	26	30	40	50
R <sub>1</sub>	4	4	4	4	4	4
R <sub>2</sub>	M3	M3	M3	M3	M4	M5
φ S	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
φ T	43	52	61.4	76	99	120
U <sub>1</sub>	8	12	12	12	12	12
U <sub>2</sub>	M3	M3	M3	M4	M5	M6
V	4.5	4.5	4.5	6	8	9
φ W	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
X <sub>1</sub>	C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
X <sub>2</sub>	C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
Z <sub>1</sub>	57 <sup>±0.1</sup>	68 <sup>±0.1</sup>	78 <sup>±0.1</sup>	94.8 <sup>±0.1</sup>	123 <sup>±0.1</sup>	148 <sup>±0.1</sup>
Z <sub>2</sub>	2 <sup>±0.1</sup>	2 <sup>±0.1</sup>	2.7 <sup>±0.1</sup>	2.4 <sup>±0.1</sup>	2.7 <sup>±0.1</sup>	2.7 <sup>±0.1</sup>
φ a	36.5	45	53	66	86	106
b	1	1	1.5	2	2	2.5
φ c	31	38	45	56	73	90
d	1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
e	d37.140.6	d45.440.8	d53.2840.99	d66.541.3	d87.541.5	d107.541.6
f	d54.3841.19	d64.041.5	d72.042.0	d88.6241.78	d117.042.0	d142.042.0
g	D49.885	D59.885	D69.785	D84.945	D110.1226	D132.1467
h	1.5	1.5	1.5	1.5	3.3	4
重量 (kg)	0.33	0.42	0.52	0.91	1.87	3.09

● 以下尺寸可以变更或追加加工。  
 ● 带“\*”的φ和尺寸是指轴端部提升扭矩减速机三个零件 (发生器、壳体、扇形) 轴的连接位置及零件公差。尺寸会对扭矩、强度造成影响, 因此请严格遵守。  
 ● 由于零件制造公差, 轴端部可能会出现变形, 为防止其与壳体接触, 请使用大于φ a+0.05, 小于φ的轴。  
 ● 零件的制造、装配公差请参考规格书。  
 ● 由于零件的制造方法 (铸造、机械加工) 不同, 公差也存在差异, 关于没有注明公差的尺寸, 如需了解公差范围, 请咨询本公司或授权代理商。  
 -67- www.gearmotor8.com

角度传达精度 (用说明请参照“技术资料”。)

型号	14	17	20	25	32	40
角度传达误差	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
精度	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

滞后损失

速度比	14	17	20	25	32	40
50	7.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
100以上	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

刚性 (弹簧常数)

型号	14	17	20	25	32	40	
速度比 50	T	2.0	3.9	7.0	14	29	54
	T	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5
	K	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8
	K	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6
	K	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11
	K	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4
速度比 100以上	T	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20
	T	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8
	K	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6
	K	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11
	K	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4
	K	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15

※ 数值仅供参考, 下同均为表示值的80%。

启动转矩

速度比	14	17	20	25	32	40
50	6.2	19	25	39	60	96
100	4.8	17	22	34	50	78
160	-	-	22	33	47	74

增速启动转矩

速度比	14	17	20	25	32	40
50	3.7	11	15	24	36	57
100	5.8	21	27	41	60	94
160	-	-	42	64	91	143

轴爪扭矩

速度比	14	17	20	25	32	40
50	88	150	220	450	980	1800
100	84	160	260	500	1000	2100
160	-	-	220	450	980	1800

弯曲转矩

型号	14	17	20	25	32	40
全速比	130	260	470	850	1800	3600

主轴承的规格

组合型组装有精密交叉滚子轴承用于直接支撑外部负载 (输出法兰部)。为充分发挥组合型的性能, 请确认最大负载静力矩、交叉滚子轴承的使用寿命以及静态安全系数。

确认步骤



主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表213-1所示。

型号	滚子平均直径		静载荷		基本额定动载荷		许用静力矩Mc		力矩特性Km	
	dp	R	基本额定动载荷C	基本额定静载荷Co	基本额定动载荷C	基本额定静载荷Co	Nm	kgfm	× 10 <sup>4</sup> Nmrad	kgfm·m (arcmin)
14	0.0503	0.0111	29	296	43	438	37	3.8	7.08	2.1
17	0.061	0.0115	52	530	81	826	62	6.3	12.7	3.8
20	0.070	0.011	73	744	110	1122	93	9.5	21	6.2
25	0.086	0.0121	109	1111	179	1825	129	13.2	31	9.2
32	0.112	0.0173	191	1948	327	3334	290	29.6	62.1	24.4
40	0.133	0.0195	216	2203	408	4160	424	43.2	84.5	43.0

※ 基本额定动载荷是指, 使轴承的基本额定寿命达到100万转的一定的静止负荷。  
 ※ 基本额定静载荷是指, 在承受最大负载的转动体和轨道的接触部中央位置, 施加一定水平的接触应力 (4kN/mm<sup>2</sup>) 的静态负荷。  
 ※ 许用静力矩是指, 对输出轴承可能施加最大的力矩负荷, 如在此范围内, 能够满足基本性能可工作的数值。  
 ※ 力矩特性的数值仅供参考。下限值约为表示值的80%。  
 ※ 许用径向负荷、许用轴向负荷是指, 在主轴上只施加纯粹的径向负荷或轴向负荷时, 能够满足减速机寿命的数值。(径向负荷Lr+R=0mm、轴向负荷La=0mm时)

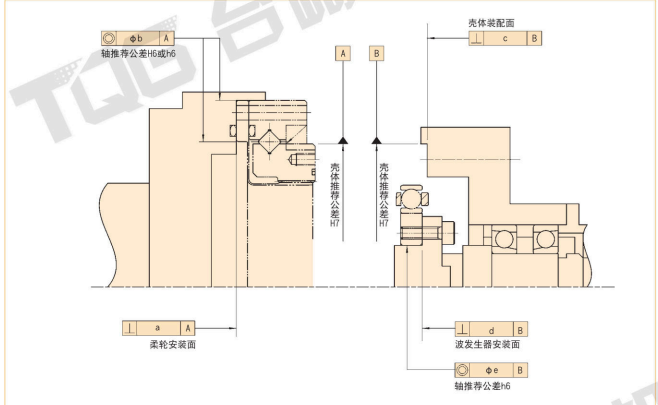
设计指南

组装精度

组装设计时, 如果存在安装面变形异常及勉强组装, 会降低产品性能。

- 安装面歪斜、变形
- 异物侵入
- 安装孔的螺孔周围毛边、隆起、位置异常
- 安装孔底部倒角不足
- 安装孔底部圆度异常

组装壳体的推荐精度



组装壳体的推荐精度

型号	14	17	20	25	32	40
a	0.016	0.021	0.027	0.035	0.042	0.048
b	0.015	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024
c	0.011	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016
d	0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012
φe	0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024

安装和传递转矩							
柔轮 (交叉滚子轴承外轮) 的安装和传递转矩							
项目	型号	14	17	20	25	32	40
螺栓数量		8	12	12	12	12	12
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓安装P.C.D. mm		64	74	84	102	132	158
螺栓拧紧转矩	Nm	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgfm	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56
螺栓传递转矩	Nm	108	186	210	431	892	1509
	kgfm	11	19	21	44	91	154

- (注)
1. 前提是内螺纹衬套能够承受螺栓拧紧转矩。
  2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
  3. 转矩系数:  $K=0.2$
  4. 拧紧系数:  $A=1.4$
  5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

刚轮的安裝和传递转矩							
项目	型号	14	17	20	25	32	40
螺栓数量		8	12	12	12	12	12
螺栓规格		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓安装P.C.D. mm		43	52	61.4	76	99	120
有效螺钉部深度 mm		4.5	4.5	4.5	6	8	9
螺栓拧紧转矩	Nm	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgfm	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56
螺栓传递转矩	Nm	72	130	154	321	668	1148
	kgfm	7.3	13.3	15.7	32.7	68.2	117

- (注)
1. 前提是内螺纹衬套能够承受螺栓拧紧转矩。
  2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
  3. 转矩系数:  $K=0.2$
  4. 拧紧系数:  $A=1.4$
  5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

### 安装凹圆的避让加工

在组合型中将下图所示的A部作为安装凹圆使用时, 请在安装另一侧实施避让加工。



### 输出部和固定部

SHD系列的输出部会根据固定的位置而发生改变。此外, 减速比和旋转方向也会发生变化, 其关系如下所示。



### 润滑

SHD系列的标准润滑方式为滴滑脂润滑。

壳体内部的推荐尺寸

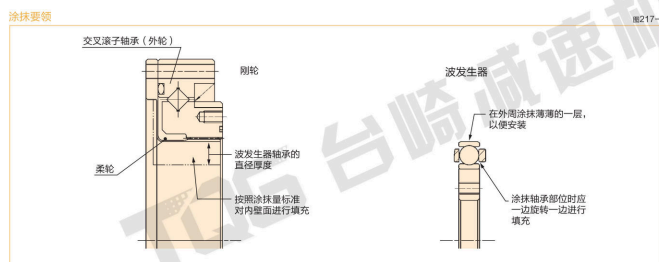
在滴滑脂润滑中, 为使运转中润滑脂不发生飞溅, 尽量留在FH谐波减速机内部, 请尽可能在FH谐波减速机和壳体内部采用推荐尺寸。无法确保使用推荐尺寸时请咨询授权代理商。

壳体内部的推荐尺寸							
项目	型号	14	17	20	25	32	40
$\phi a$		36.5	45	53	66	86	106
b		1(3)	1(3)	1.5(4.5)	1.5(4.5)	2(6)	2.5(7.5)
$\phi c$		31	38	45	55	73	90
d		1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
e		1.5	1.5	1.5	1.5	3.3	4

(注) ( ) 内的数值为波发生器套筒上的数值。

### 涂抹要诀

由于SHD系列在交货时交叉滚子轴承的外轮和柔轮呈暂时固定状态, 因此要在柔轮的齿根及外周、刚轮的齿根上涂抹润滑脂。

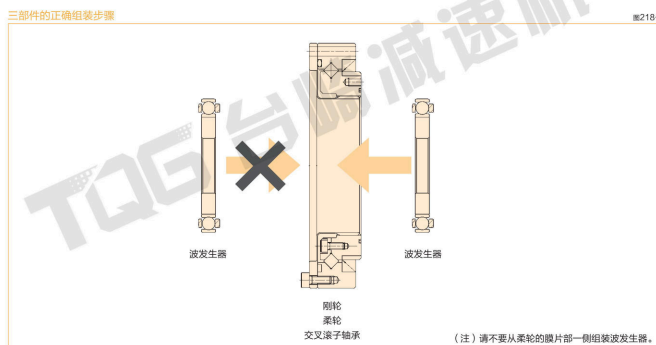


涂抹量						
型号	14	17	20	25	32	40
涂抹量	5	9	13	24	51	99

### 组装注意事项

**■ 组装步骤**

将刚轮和柔轮组合安装到装置上后, 再安装波发生器。若使用其他方法进行组装, 可能出现齿隙偏移状态, 下次实施组装或齿面损伤等情况。请充分注意。



**■ 组装注意事项**

由于组装时的错误, FH谐波减速机在运转时可能发生振动、异响等。请遵守下述注意事项实施组装。

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>波发生器的注意事项</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 请在组装时避免向波发生器轴部施加过大的力。可通过使波发生器旋转顺畅地实施插入。</li> <li>2. 使用无吹氏联轴节结构的波发生器时, 请特别注意把中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内</li> </ol>   | <p><b>柔轮的注意事项</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 确认安装面的平坦度是否良好, 是否有歪斜。</li> <li>2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。</li> <li>3. 确认是否对壳体组装部实施了倒角加工以及避让加工, 以避免与柔轮干涉。</li> <li>4. 朝安装用螺栓孔插入螺栓时, 确认螺栓孔的位置是否正确。是否由于螺栓孔歪斜加工等原因致使螺栓与柔轮发生接触, 使螺栓旋转沉重。</li> <li>5. 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施暂时拧紧, 然后再按照规定转矩拧紧。此外, 通常请按照对角线顺序依次拧紧螺栓。</li> <li>6. 确认与刚轮组合时, 是否存在极端的单侧啮合。发生单侧啮合时, 可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。</li> </ol> |
| <p><b>刚轮的注意事项</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 确认安装面的平坦度是否良好, 是否有歪斜。</li> <li>2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。</li> <li>3. 确认是否对壳体组装部实施了倒角加工以及避让加工, 以避免与刚轮干涉。</li> <li>4. 当刚轮组装至壳体后, 确认其是否能够旋转, 是否有些部位存在干涉, 卡紧。</li> <li>5. 朝安装用螺栓孔插入螺栓时, 确认螺栓孔的位置是否正确。是否由于螺栓孔歪斜加工等原因致使螺栓与刚轮发生接触, 使螺栓旋转沉重。</li> <li>6. 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施暂时拧紧, 然后再按照规定转矩拧紧。此外, 通常请按照对角线顺序依次拧紧螺栓。</li> <li>7. 向刚轮打销子可能造成旋转精度低下, 因此请尽可能避免。</li> </ol> | <p><b>关于防锈措施</b></p> <p>组合型的表面没有实施防锈处理。需要实施防锈时请向表面涂抹防锈剂。此外, 需要本公司实施表面防锈处理时, 请咨询授权代理商。</p>   |

## 本公司产品的主要用途 Major Applications of Our Products