

Harmonic Drive

FINE MECHANICS & TOTAL *motion* CONTROL



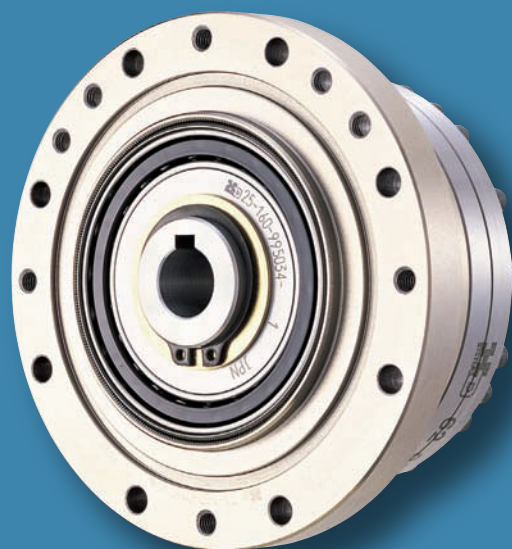
精密控制用谐波减速机

Harmonic Drive组合型产品综合目录

■ 技术资料

■ 组合型

■ 差动齿轮



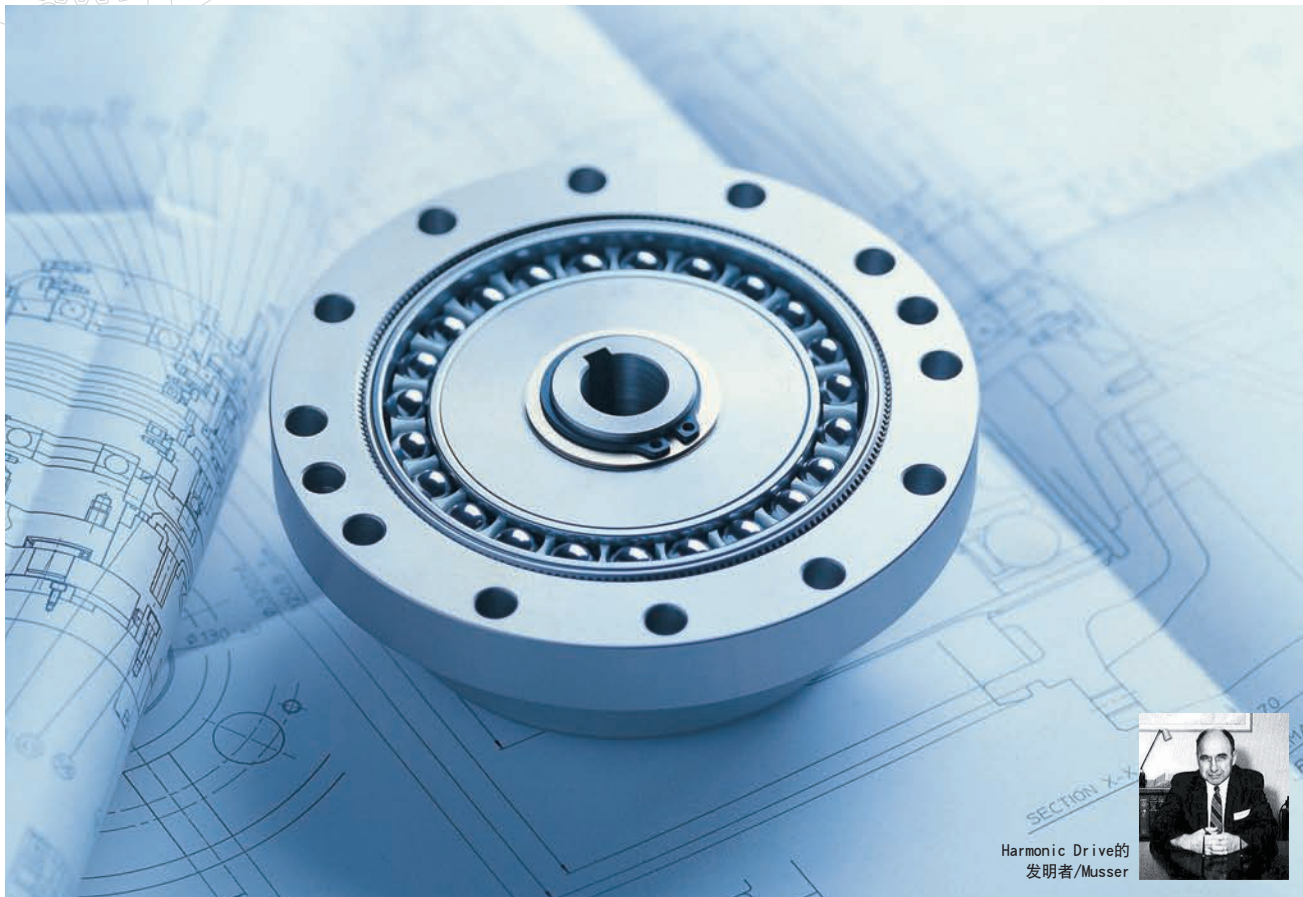
ISO14001

(穗高工厂)

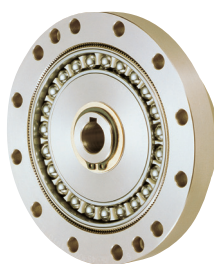
ISO9001

一个发明改变了运动控制的世界

波动齿轮装置之一的Harmonic Drive崭新理念、独特原理都是由美国的天才发明家C. W. Musser创造发明的。Musser的这项颠覆了传统常识并应用于金属挠曲的发明，作为一种划时代的动力传递方式在当时引起了世界的注目。之后，美国法人USM公司和本公司的前身株式会社社长谷川齿车开始研究将其产品化的可能性，并为其命名。



Harmonic Drive的
发明者/Musser



Musser发明的谐波齿轮传动在发表时被称为“Strain wave gearing”。同时以该名称取得了专利，之后，株式会社Harmonic Drive Systems成功将该技术实用化。“Harmonic Drive”的学术、一般名称为“谐波齿轮传动”。

1964年 Harmonic Drive实用化

1964年，本公司的前身、株式会社社长谷川齿车HD事业部与USM Co., Ltd展开技术合作，并在日本首次成功实现了Harmonic Drive的实用化，1970年，2个公司共同出资创建了本公司。接下来在1979年，演变成为了现在的株式会社Harmonic Drive Systems。

致力于打造小型、轻量化的同时，实现高转矩和精准定位。

Harmonic Drive的最大特征是仅由3个基本部件组合而成，非常易于实现小型轻量化。

而且，由于齿轮啮合数多，也可生成较大的转矩并实现十分精准的定位。

在灵活运用该产品与生俱来的特点的同时，本公司以进一步小型轻量作为开发主题，推进Harmonic Drive的小型紧凑化。为满足顾客多方面的使用要求，我们也对产品类型进行了丰富，现在，我们的产品共包括22种形状、转矩容量从40Ncm至15500Nm不等（#5~#100）。随着我们根据独创的齿形理论开发的IH齿形的诞生，使齿底的弯曲应力和受齿面负载产生的齿根应力减少，并且与此同时全方位地注入高精度的加工技术，使得我们产品的强度和性能获得了大幅度的提升。

Harmonic Drive还将进一步升级进化。



波发生器

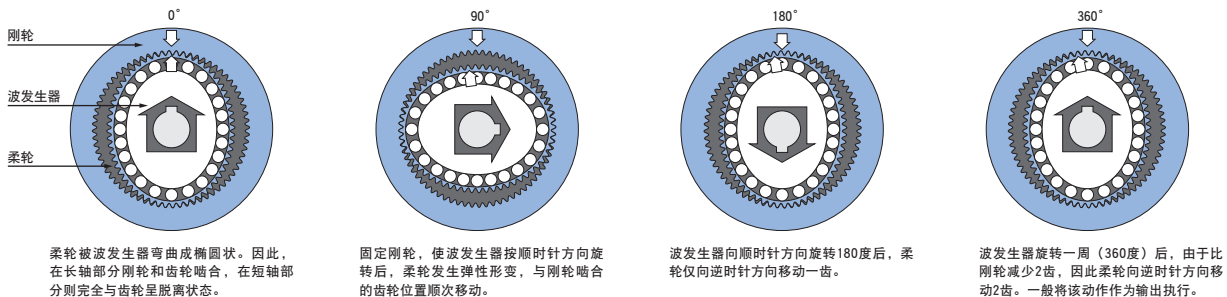
在椭圆状凸轮的四周组装薄壁滚珠轴承的部件。轴承的内轮固定在凸轮上，外轮可通过滚珠实施弹性变形。通常被安装在输入轴上。

柔轮

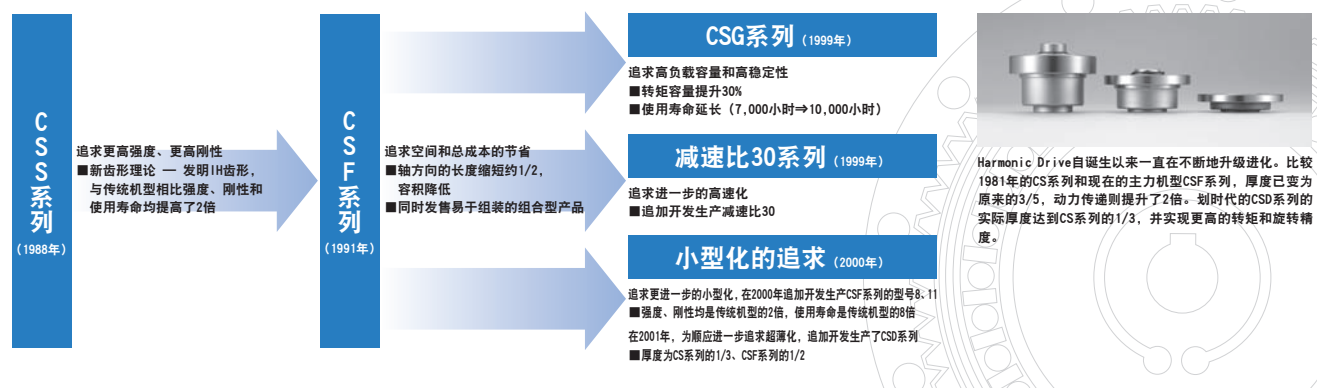
薄壁杯型金属弹性体部件。开口部外周刻有齿轮。柔轮底部（杯型底部）被称为膜片部，通常被安装在输出轴上。

刚轮

刚性环状部件。内周刻有齿轮，比柔轮齿数多出2齿。通常被固定在机壳上。



Harmonic Drive的进化



产品系统图

■组合型

为组合型安装机壳并在输出轴侧内置精密高刚性轴承，降低组合难度和整体成本。

■简易组合型

为降低整体成本，省去组合型的输入输出法兰的类型。

范例 ◎：极好 ○：优良 △：良好

	系列名称		产品特点										
			可变选项		转矩・重量比	扭转刚性・力矩刚性	旋转精度	轻量	扁平形状	中空构造	定制	使用寿命	登载页
组合型	CSG-2UH	高转矩型	23~3400	50~160	◎	○	◎	○	○	△	○	◎	033
	CSF-2UH	标准型	9.0~2600	30~160	○	○	◎	○	○	△	○	○	033
	CSD-2UH	超扁平型	12~823	50~160	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	055
	CSD-2UF	超扁平・中空轴型	12~453	50~160	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	○	055
	SHG-2UH	高转矩中空型	23~3400	50~160	◎	◎	◎	△	△	◎	○	◎	073
	SHF-2UH	中空型	9.0~1800	30~160	○	◎	◎	△	△	◎	○	○	073
	SHG-2UJ	高转矩输入轴型	23~3400	50~160	◎	◎	◎	△	△	—	○	◎	073
	SHF-2UJ	轴输入型	9.0~1800	30~160	○	◎	◎	△	△	—	○	○	073
	CSF supermini	超小型型号	0.13~0.30	30~100	○	△	◎	◎	○	—	○	○	129
简易组合型	CSF-mini	小型型号	0.5~28	30~100	○	△	◎	◎	○	—	○	○	143
	SHG-2SH	高转矩扁平・中空轴型	23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	073
	SHF-2SH	扁平・中空轴型	9.0~1800	30~160	○	◎	◎	○	○	◎	◎	○	073
	SHG-2SO	高转矩扁平型	23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	—	◎	◎	073
	SHF-2SO	扁平型	9.0~1800	30~160	○	◎	◎	○	◎	—	◎	○	073
	SHD-2SH	超扁平・中空轴型	12~450	50~160	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	113

※产品优劣仅限本公司产品内部比较。

■差动齿轮（相位调整）

应用Harmonic Drive的原理，通过少量部件实施微小的相位调整。

范例 ◎：极好 ○：优良 △：良好

	系列名称		产品特点										
			可变选项		转矩・重量比	扭转刚性・力矩刚性	旋转精度	轻量	扁平形状	中空构造	定制	使用寿命	登载页
			峰值转矩 (Nm)	减速比									
差动齿轮 (相位调整)	FD-2	组件型	23~3400	50~160	△	△	△	○	◎	◎	○	△	169
	FD-0	组合型	9.0~1800	30~160	△	△	△	△	○	—	△	△	169

※产品优劣仅限本公司产品内部比较。



■ 技术资料 006

Unit Type

■ 组合型 033

•CSG/CSF系列	033
•CSD系列	055
•SHG/SHF系列	073
•SHD系列	113
•CSF supermini系列	129
•CSF-mini系列	143

Differential Gear

■ 差动齿轮 169

•FD系列	169
-------	-----

■ 关于保修、关于商标 184**■ Harmonic Drive安全使用注意事项** 185

技术资料

Engineering Data

关于齿形	•IH齿形机构	007
旋转方向和减速比	•杯型	008
	•礼帽型	009
	•薄饼型	009
额定表用语		010
关于使用寿命		010
关于强度		011
型号选定		012
关于润滑剂	•润滑脂润滑剂	014
	•Harmonic润滑脂4B No.2操作时的注意事项	016
	•油润滑剂	016
	•特殊气体环境用润滑剂	017
关于刚性		018
角度传达精度		019
关于振动		019
关于起动转矩		020
关于增速起动转矩		020
无负载运行转矩		021
效率特性		021
设计注意事项	•设计指南	022
	•输入输出轴的轴承支撑	023
	•关于波发生器	024
组装注意事项	•密封机构	026
	•组装注意事项	026
	•齿轮啮合偏移状态	027
主轴承的确认	•确认步骤	028
	•最大负载静力矩的计算方法	028
	•平均负载的计算方法	029
	•径向负载系数(X)、轴向负载系数(Y)的计算方法	029
	•使用寿命的计算方法	030
	•摆动运动时使用寿命的计算方法	031
	•静态安全系数的计算方法	032

关于齿形

■ IH齿形机构

IH齿形是一种为满足Harmonic Drive的要求独创的齿形机构。该齿形具备IH齿形所独具的特殊曲线，可与同类齿形连续接触。此外，通过扩大与齿厚相对的齿沟的幅面、扩大齿底的R，缓和了应力集中的情况。

图中所示的是相对固定的刚轮齿轮，反复进行着弹性形变的柔轮齿轮发生移动时的情况。

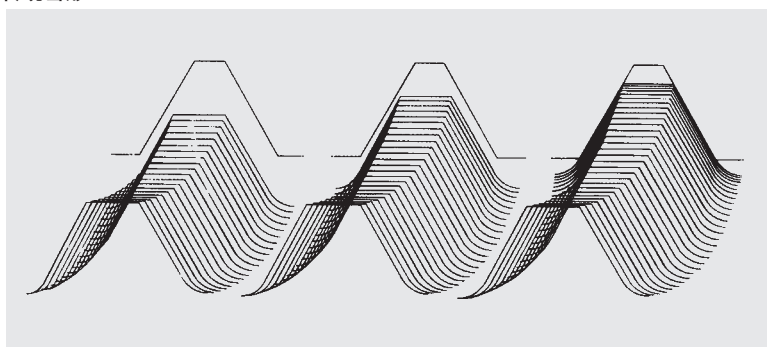
齿轮接触将从啮合初期开始将持续进行。通过齿轮的连续接触，同时啮合的齿数将达到总齿数的约30%。使用IH齿形的Harmonic Drive是一种能够在保持应用渐开线齿形的传统机型顺畅性的同时，能够在精度、强度、刚性、使用寿命方面实现全面性飞跃的技术革新。

※已经取得专利权

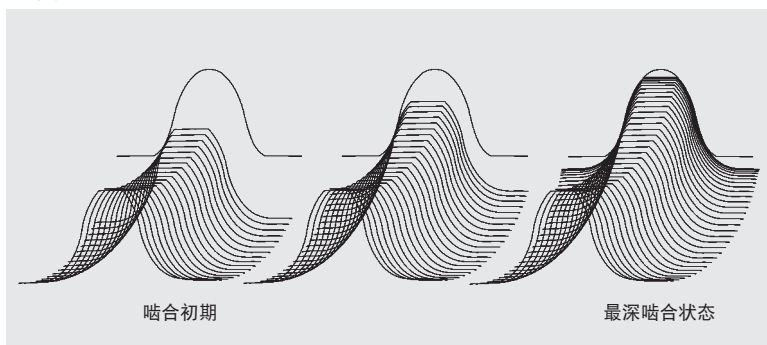
齿轮的啮合路径

图009-1

传统齿形

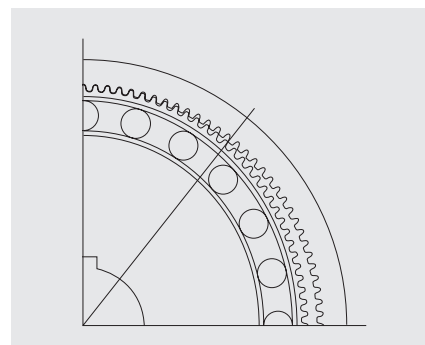
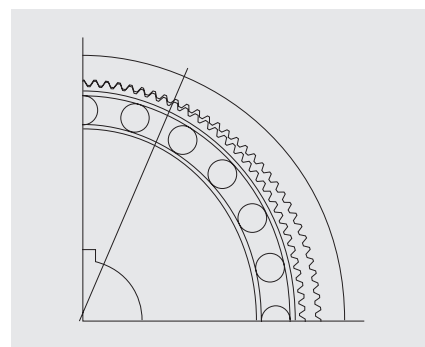


IH齿形



齿轮的啮合区间

图009-2



杯型

杯型Harmonic Drive的旋转方向和减速比如下所示。

此外，杯型Harmonic Drive包括以下各系列。

CSG、CSF、CSD、CSF-mini、CSF-GH

■ 旋转方向

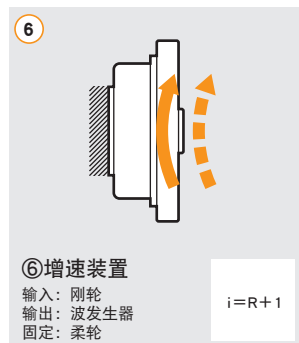
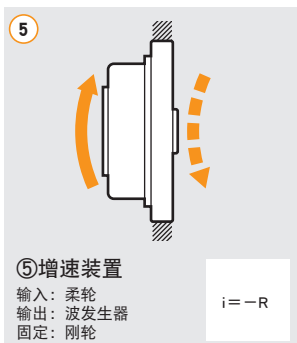
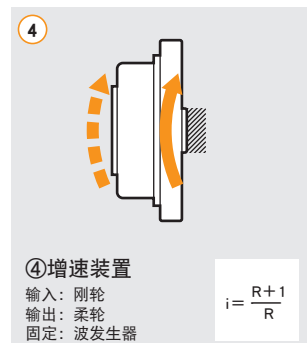
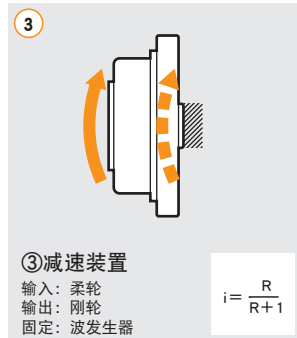
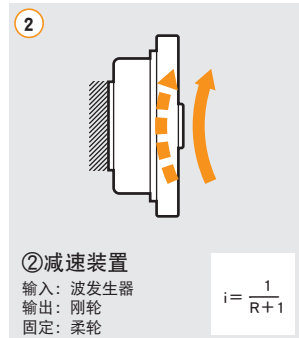
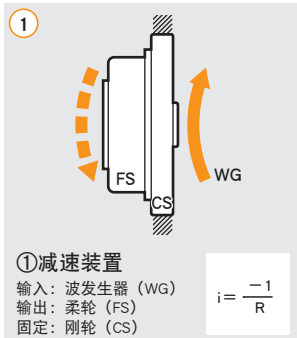
图010-1



输入 输出

(注)作为⑤⑥的增速装置使用时
请咨询授权代理商。

※R为额定表的减速比值



※作为增速机使用时会产生转矩滑动。详情请咨询本公司或授权代理商。

■ 减速比

Harmonic Drive的减速比由柔轮和刚轮的齿数决定。

柔轮的齿数： Z_f

刚轮的齿数： Z_c

▶ 输入：波发生器
输出：柔轮
固定：刚轮

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：柔轮} \\ \text{固定：刚轮} \end{matrix}} \right\} \text{ 减速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{Z_f - Z_c}{Z_f}$$

▶ 输入：波发生器
输出：刚轮
固定：柔轮

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：刚轮} \\ \text{固定：柔轮} \end{matrix}} \right\} \text{ 减速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{Z_c - Z_f}{Z_c}$$

“例” 柔轮的齿数：200

刚轮的齿数：202

▶ 输入：波发生器
输出：柔轮
固定：刚轮

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：柔轮} \\ \text{固定：刚轮} \end{matrix}} \right\} \text{ 减速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{200 - 202}{200} = \frac{-1}{100}$$

▶ 输入：波发生器
输出：刚轮
固定：柔轮

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：刚轮} \\ \text{固定：柔轮} \end{matrix}} \right\} \text{ 减速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{202 - 200}{202} = \frac{1}{101}$$

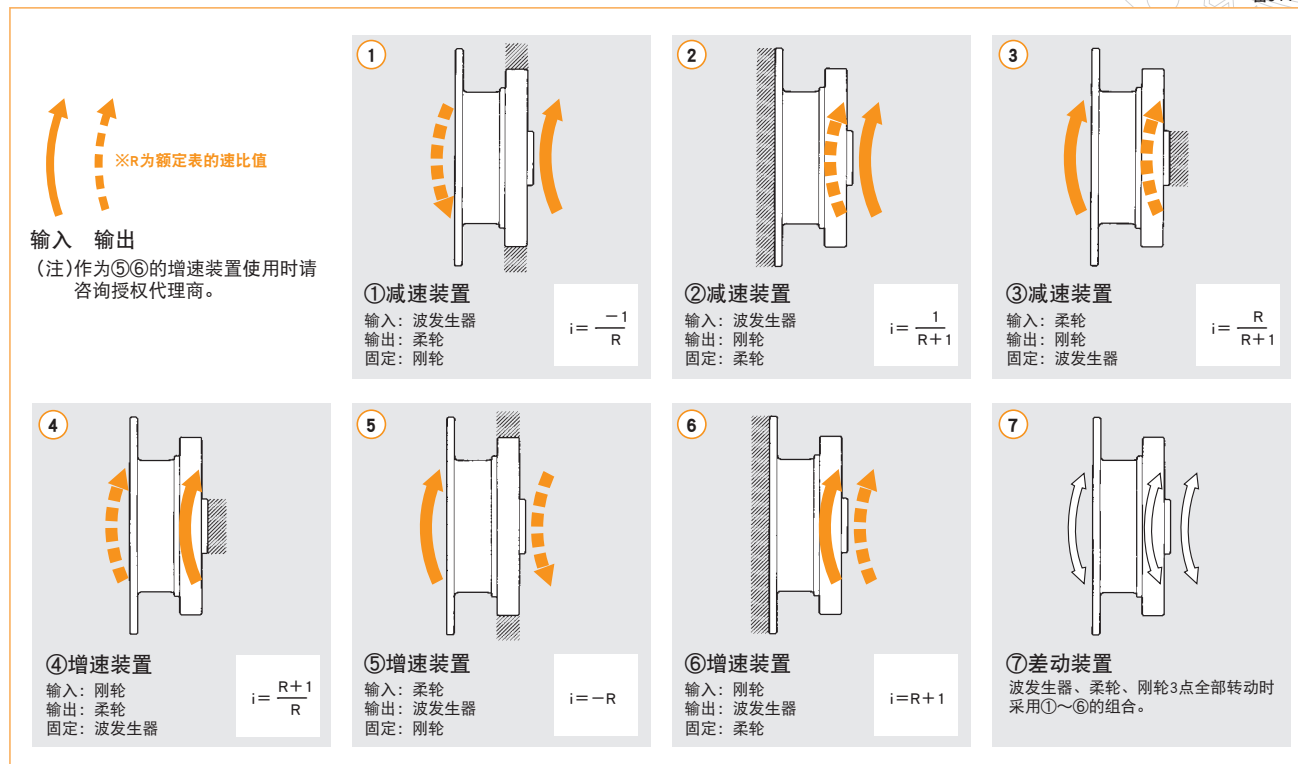
■ 额定表的减速比值由R1表示。

礼帽型

礼帽型Harmonic Drive的旋转方向和减速比如下所示。
此外，礼帽型Harmonic Drive包括以下各系列。
SHG、SHF、SHD

■ 旋转方向

图011-1



※作为增速机使用时会产生转矩脉动。详情请咨询本公司或授权代理商。

■ 减速比

Harmonic Drive的减速比由柔轮和刚轮的齿数决定。

柔轮的齿数： Z_f
刚轮的齿数： Z_c

“例”柔轮的齿数：200
刚轮的齿数：202

▶ 输入：波发生器
输出：柔轮
固定：刚轮

$$\left. \begin{array}{l} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：柔轮} \\ \text{固定：刚轮} \end{array} \right\} \text{ 减速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{Z_f - Z_c}{Z_f}$$

▶ 输入：波发生器
输出：柔轮
固定：刚轮

$$\left. \begin{array}{l} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：柔轮} \\ \text{固定：刚轮} \end{array} \right\} \text{ 减速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{200 - 202}{200} = \frac{-1}{100}$$

▶ 输入：波发生器
输出：刚轮
固定：柔轮

$$\left. \begin{array}{l} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：刚轮} \\ \text{固定：柔轮} \end{array} \right\} \text{ 减速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{Z_c - Z_f}{Z_c}$$

▶ 输入：波发生器
输出：刚轮
固定：柔轮

$$\left. \begin{array}{l} \text{输入：波发生器} \\ \text{输出：刚轮} \\ \text{固定：柔轮} \end{array} \right\} \text{ 减速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{202 - 200}{202} = \frac{1}{101}$$

■ 额定表的减速比值由R1表示

薄饼型

薄饼型Harmonic Drive的转动方向和减速比请参照各系列的相关章节。
此外，薄饼型Harmonic Drive包括以下各系列。
FB、FR

额定表用语

Harmonic Drive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。

■ 起动停止时的容许峰值转矩（参照图012-1）

起动停止时，根据负载转动惯量，会有大于正常转矩的负载作用到Harmonic Drive。

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（计算公式：详见第012页）超过额定表数值时，会因发热而造成润滑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（参照图012-1）

除通常负载转矩、起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，对这种转矩的作用频度设定限制。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。

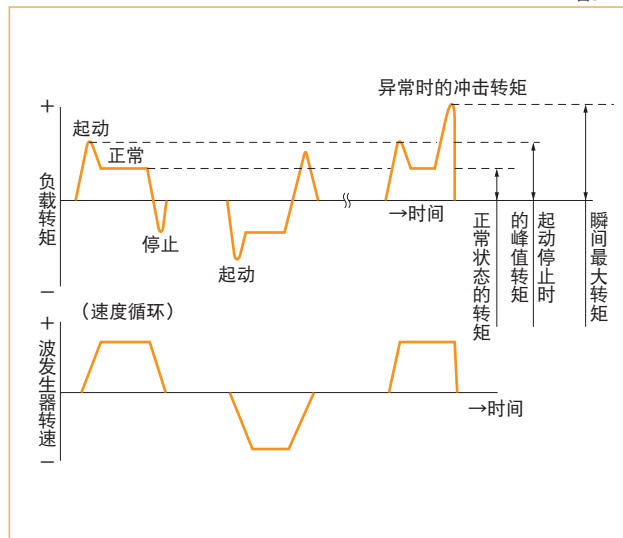
（平均输入转速的计算公式：详见第012页）

■ 转动惯量

表示各型号波发生器轴上的转动惯量。

负载转矩模式示例

图012-1



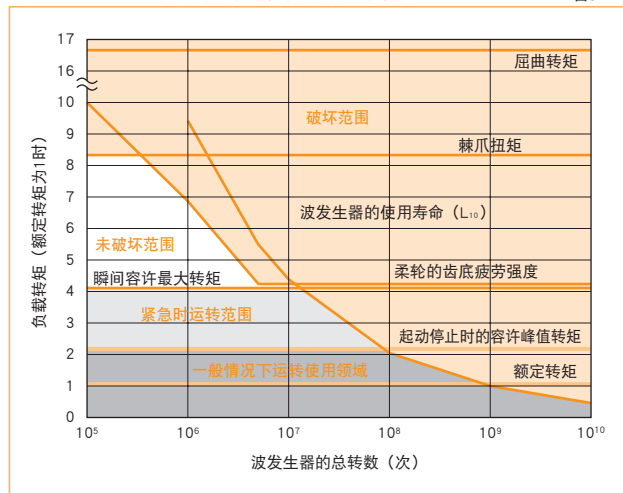
关于使用寿命

■ 波发生器的使用寿命

Harmonic Drive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。

Harmonic Drive的强度与使用寿命的关系图

图012-2



（注）请在“一般情况下运转使用领域”内使用Harmonic Drive。超过“一般情况下运转使用领域”使用会造成Harmonic Drive发生早期破损。

※上表中未考虑齿面磨损等润滑寿命。

※上表中的数值请作为参考值使用。

表012-1

	使用寿命时间	
系列名称	CSF,CSD,SHF,SHD, CSF-mini,CSF-GH	CSG,SHG
L ₁₀ (10%破损率)	7,000小时	10,000小时
L ₅₀ (平均使用寿命)	35,000小时	50,000小时

※额定表记载的额定转速、额定转矩时的使用寿命。

实际运转条件下使用寿命 (L_h) 的计算公式

公式012-1

$$L_h = L_n \cdot \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3 \cdot \left(\frac{N_r}{N_{av}} \right)$$

表012-2

L _n	L ₁₀ 或L ₅₀ 时的使用寿命时间
T _r	额定转矩
N _r	额定转速
T _{av}	输出侧的平均负载转矩（计算公式：详见第012页）
N _{av}	平均输入转速（计算公式：详见第012页）

关于强度

■ 柔轮的强度

由于柔轮会反复发生弹性形变，因此Harmonic Drive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、起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内的极限值，频繁超过瞬间容许至于大转矩时将可能发生疲劳破坏。因此为避免发生疲劳破坏，要对冲击转矩的次数设定限制。

根据冲击转矩作用时波发生器的旋转，确定柔轮挠曲次数限制：
 1.0×10^4 （回）

根据挠曲次数限制可计算出冲击转矩作用的容许次数。

计算公式

公式013-1

$$N = \frac{1.0 \times 10^4}{2 \times \frac{n}{60} \times t}$$

表013-1

容许次数	N次
冲击转矩的作用时间	t sec
此时波发生器的转速速度	n r/min
波发生器旋转1圈，柔轮挠曲2次。	



超出容许次数后，柔轮可能会发生疲劳破坏。

■ 屈曲转矩

波发生器处于固定状态下向柔轮（输出）作用过度转矩时，柔轮会发生塑性形变，不久柔轮中部会发生屈曲，形成破损。
 此时的转矩称为屈曲转矩。

※屈曲转矩的数值请参照各系列的相关章节。



请注意，当柔轮发生屈曲时Harmonic Drive不可使用。

■ 棘爪扭矩

运转中受到过度的冲击转矩作用时，在柔轮等未发生破损的状态下刚轮和柔轮齿轮的啮合会瞬间发生偏移。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。

※棘爪扭矩的数值请参照各系列的相关章节。

※棘爪扭矩会受到安装刚轮外壳刚性的影响。详情请咨询授权代理商。



注意

发生棘爪时可能会出现齿轮啮合不正常、如图013-1所示呈单侧偏移的状态。此时继续运转会发生振动、引起柔轮破损，需特别注意。

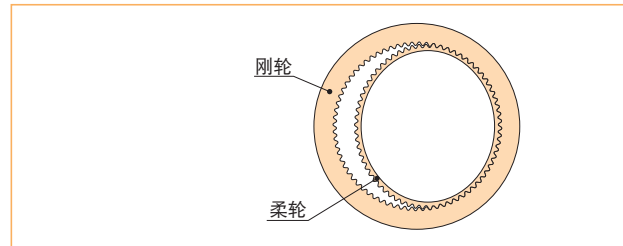


注意

发生一次棘爪后齿顶会出现磨损，发生两次以上时棘爪的发生转矩值将会降低。请特别注意。

齿轮啮合呈单侧偏移的状态

图013-1



这一状态被称为齿轮啮合偏移。

型号选定

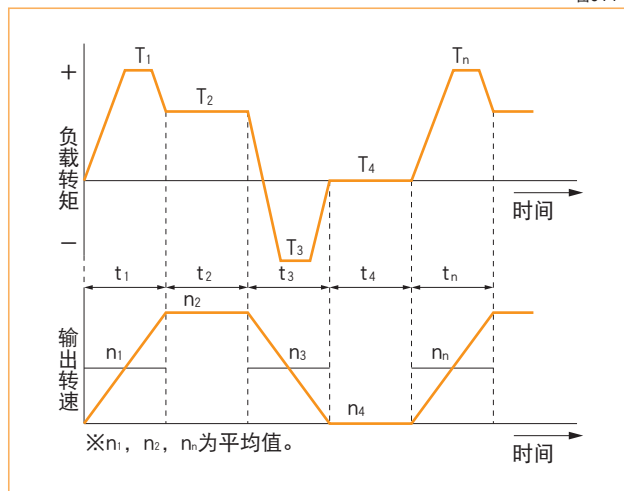
一般来讲，伺服系统几乎没有带着一定的负载连续运转的状态。输入转速和负载转矩会发生变化，起动、停止时也会有较大的转矩作用。此外，还会出现无法预期的冲击转矩。

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。（参照第028页“主轴承的确认”）

■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。

图014-1



计算出各负载转矩模式的数值

负载转矩	T_n (Nm)
时间	t_n (sec)
输出转速	n_n (r/min)

<通常运转模式>

起动时	T_1 、 t_1 、 n_1
正常运转时	T_2 、 t_2 、 n_2
停止（减速）时	T_3 、 t_3 、 n_3
停机时	T_4 、 t_4 、 n_4

<最高转速>

最高输出转速	no_{max}
最高输入转速	ni_{max}
(通过电动机等进行限制。)	

<冲击转矩>

施加冲击转矩时	T_s 、 t_s 、 n_s
---------	-----------------------

<要求使用寿命>

$$L_{10} = L \text{ (时间)}$$

■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。

根据负载转矩模式计算出向Harmonic Drive输出侧施加的平均负载

转矩： T_{av} (Nm)

$$T_{av} = \sqrt[3]{\frac{n_1 \cdot t_1 \cdot |T_1|^3 + n_2 \cdot t_2 \cdot |T_2|^3 + \dots + n_n \cdot t_n \cdot |T_n|^3}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

根据以下条件暂时选定型号。 $T_{av} \leq$ 平均负载转矩的容许最大值
(参照各系列的额定表)

计算出平均输出转速：
 no_{av} (r/min)

$$no_{av} = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

确定减速比 (R)。

ni_{max} 会根据电动机等进行限制。

$$\frac{ni_{max}}{no_{max}} \geq R$$

根据平均输出转速 (no_{av})

和减速比 (R) 计算出平均

输入转速： ni_{av} (r/min)

$$ni_{av} = no_{av} \cdot R$$

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)

$$ni_{max} = no_{max} \cdot R$$

NG

确认暂时选定的型号是否 $ni_{av} \leq$ 容许平均输入转速 (r/min)
在额定表数值以内。 $ni_{max} \leq$ 容许最高输入转速 (r/min)

OK

NG

确认 T_1 、 T_3 是否处于额定表起动停止时的容许峰值扭矩 (Nm) 数值以内。

OK

NG

确认 T_s 是否处于额定表的瞬间容许最大转矩 (Nm) 数值以内。

OK

NG

根据施加冲击转矩时的输出

转速 n_s 和时间 t_s ，计算

出容许次数，并确认是否

符合使用条件。

$$N_s = \frac{10^4}{2 \cdot \frac{n_s \cdot R}{60} \cdot t} \text{ (转)} \dots N_s \leq 1.0 \times 10^4 \text{ (转)}$$

OK

计算出使用寿命时间。 $L_{10} = 7000 \cdot \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3 \cdot \left(\frac{nr}{ni_{av}} \right)$ (时间)

NG

确认计算出的使用寿命时间是否高于波发生器的使用寿命时间。（参照第011页）

OK

型号选定

再次研究运转条件或型号

■型号选定示例

各负载转矩模式的值

负载转矩	T_n (Nm)
时间	t_n (sec)
输出转速	n_n (r/min)

<通常运转模式>

起动时	$T_1=400\text{Nm}$ 、 $t_1=0.3\text{sec}$ 、 $n_1=7\text{r/min}$
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	$T_4=0\text{Nm}$ 、 $t_4=0.2\text{sec}$ 、 $n_4=0\text{r/min}$

<最高转速>

最高输出转速	$n_o\text{ max} = 14\text{r/min}$
最高输入转速 (通过电动机等进行限制。)	$n_i\text{ max} = 1800\text{r/min}$

<冲击转矩>

施加冲击转矩时	$T_s=500\text{Nm}$ 、 $t_s=0.15\text{sec}$ 、 $n_s=14\text{r/min}$
---------	--

<要求使用寿命>

 $L_{10}=7000$ (时间)根据负载转矩模式计算出向Harmonic Drive输出侧施加的平均负载转矩: T_{av} (Nm)

$$T_{av} = \sqrt[3]{\frac{7\text{r/min} \cdot 0.3\text{sec} \cdot |400\text{Nm}|^3 + 14\text{r/min} \cdot 3\text{sec} \cdot |320\text{Nm}|^3 + 7\text{r/min} \cdot 0.4\text{sec} \cdot |200\text{Nm}|^3}{7\text{r/min} \cdot 0.3\text{sec} + 14\text{r/min} \cdot 3\text{sec} + 7\text{r/min} \cdot 0.4\text{sec}}}$$

根据以下条件暂时选定型号。 $T_{av}=319\text{Nm} \leq 451\text{Nm}$ (型号CSF-40-120平均负载转矩的容许最大值)、暂时选定**CSF-40-120-2UH**。计算出平均输出转速: $n_o\text{ av}$ (r/min)

$$n_o\text{ av} = \frac{7\text{r/min} \cdot 0.3\text{sec} + 14\text{r/min} \cdot 3\text{sec} + 7\text{r/min} \cdot 0.4\text{sec}}{0.3\text{sec} + 3\text{sec} + 0.4\text{sec} + 0.2\text{sec}} = 12\text{r/min}$$

确定减速比 (R)。

$$\frac{1800\text{r/min}}{14\text{r/min}} = 128.6 \geq 120$$

根据平均输出转速 ($n_o\text{ av}$) 和减速比 (R)计算出平均输入转速: $n_i\text{ av}$ (r/min)

$$n_i\text{ av} = 12\text{r/min} \cdot 120 = 1440\text{r/min}$$

根据最高输出转速 ($n_o\text{ max}$) 和减速比 (R)计算出最高输入转速: $n_i\text{ max}$ (r/min)

$$n_i\text{ max} = 14\text{r/min} \cdot 120 = 1680\text{r/min}$$

确认暂时选定的型号是否在额定表数值以内。

$$n_i\text{ av} = 1440\text{r/min} \leq 3600\text{r/min} \text{ (型号40的容许平均输入转速)}$$

$$n_i\text{ max} = 1680\text{r/min} \leq 5600\text{r/min} \text{ (型号40的容许最高输入转速)}$$

NG

OK

确认 T_1 、 T_3 是否处于额定表起动、停止时的容许峰值转矩 (Nm) 数值以内。

$$T_1 = 400\text{Nm} \leq 617\text{Nm} \text{ (型号40起动、停止时的容许峰值转矩)}$$

$$T_3 = 200\text{Nm} \leq 617\text{Nm} \text{ (型号40起动、停止时的容许峰值转矩)}$$

NG

OK

确认 T_s 是否处于额定表的瞬间容许最大转矩 (Nm) 数值以内。 $T_s=500\text{Nm} \leq 1180\text{Nm}$ (型号40的瞬间容许最大转矩)

NG

OK

根据施加冲击转矩时的输出转速 n_s 和时间 t_s , 计算出容许次数, 并确认是否符合使用条件。

$$N_s = \frac{10^4}{2 \cdot \frac{14\text{r/min} \cdot 120}{60} \cdot 0.15\text{sec}} = 1190 \leq 1.0 \times 10^4 \text{ (转)}$$

NG

OK

计算出使用寿命时间。

$$L_{10} = 7000 \cdot \left(\frac{294\text{Nm}}{319\text{Nm}} \right)^3 \cdot \left(\frac{2000\text{r/min}}{1440\text{r/min}} \right) \text{ (时间)}$$

确认计算出的使用寿命时间是否高于波发生器的使用寿命时间。(参照第011页)

$$L_{10} = 7610 \geq 7000 \text{ (波发生器的使用寿命时间: } L_{10})$$

NG

OK

根据上述结果选定**CSF-40-120-2UH**

再次研究运转条件或型号

关于润滑剂

组件型的润滑方法包括润滑脂润滑和油润滑2种。

组合型、齿轮箱型的标准润滑方法为润滑脂润滑。出厂前已封入润滑脂，因此组装时无需注入、涂抹润滑脂。但是，请注意简易组合型出厂时未封入润滑脂。

关于在右述的温度范围以外使用的润滑剂，请参照第017页。

※因维护等原因需要使用粘稠度为0的（NLGI No. 0）润滑脂时，请咨询本公司授权代理商。

润滑剂的名称

表016-1

润滑脂	Harmonic润滑脂 SK-1A
	Harmonic润滑脂 SK-2
	Harmonic润滑脂 4B No.2
油液	工业用齿轮油2种（极压）ISO VG68

使用工况温度范围

表016-2

润滑脂	SK-1A 0℃～+40℃
	SK-2 0℃～+40℃
	4B No.2 -10℃～+70℃
油液	ISO VG68 0℃～+40℃

（注）对比工况温度，高温侧请在温度上升40℃以内时使用。

润滑脂润滑剂

■ 润滑脂的种类

Harmonic润滑脂 SK-1A

专为Harmonic Drive开发的专用润滑脂，与市场上销售的常用润滑脂相比具有耐久性强、效率特性佳的优点。

Harmonic润滑脂 SK-2

专为小型Harmonic Drive开发的专用润滑脂，通过将极压添加剂液化，可以在波发生器旋转时获得极佳的润滑效果。

Harmonic润滑脂 4B No.2

为CSF・CSG系列开发的专用润滑脂，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。

（注）

1. 采用润滑脂润滑时必须密封机构。

请按照以下对策对旋转部和连接接触面进行润滑。

特别是使用Harmonic润滑脂4B No.2时，请务必严格实施密封机构润滑。

旋转部…请使用弹簧压入式油封进行润滑。

连接接触部…请注意平面是否歪斜、是否存在伤痕，并使用O型环或密封剂进行润滑。

2. 使用4B No.2润滑脂时即便是在运转初期，润滑脂在切断部位（波发生器周边部位）也会变软。润滑脂的硬度需根据运转条件而定，NLGI粘稠度从No.0至00不等。

表016-3

NLGI粘稠度No.	混合粘稠度范围
0	355～385
00	400～430

润滑脂规格

表016-4

润滑脂	SK-1A	SK-2	4B No.2
基础油	精制矿物油	精制矿物油	合成烃油
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℃）	265～295	265～295	290～320
滴点	197℃	198℃	247℃
外观	黄色	绿色	淡黄色
保存寿命	密闭状态5年	密闭状态5年	密闭状态5年

■ 不同机型适合润滑脂

根据型号、速比的不同，适合润滑脂也有所不同。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的润滑脂

表016-5

型号	8	11	14	17	20	25	32
SK-1A	—	—	—	—	○	○	○
SK-2	○	○	○	○	—	—	—
4B No.2	△	△	△	△	□	□	□

适合减速比50以上的润滑脂

表016-6

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	□	□	□	□	□	□	□	□

※带○符号：标准润滑脂

带△符号：准标准润滑脂

带□符号：较长使用寿命以及高负载时的推荐润滑脂

润滑脂特性

表016-7

润滑脂	SK-1A	SK-2	4B No.2
耐久性	○	○	◎
耐微振磨损	○	○	◎
低温性	△	△	◎
润滑脂泄漏	◎	◎	△

※优越：◎

适用：○

需注意：△

■ 润滑脂更换时间

Harmonic Drive的各运动部的磨耗很大程度上会受到润滑脂性能的影响。

润滑脂的性能会根据温度变化，温度越高劣化越快，因此需要尽早进行润滑脂更换。如下图017-1所示，当平均负载转矩低于额定转矩时，根据润滑脂温度与波发生器总转数间的关系可确定润滑脂的更换时间基准。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脂的更换时间基准。

平均负载转矩超出额定转矩时的计算公式

公式017-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{Tr}{T_{av}} \right)^3$$

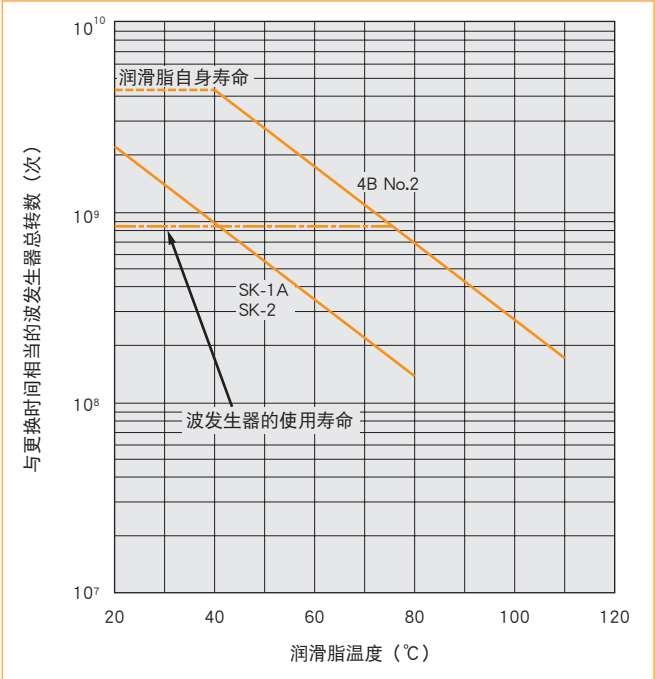
计算公式的符号

表017-1

L_{GT}	超出额定转矩时的更换时间	转数	——
L_{GTn}	低于额定转矩时的更换时间	转数	参照图017-1
Tr	额定转矩	Nm, kgfm	参照各系列的“额定表”
T_{av}	输出侧的平均负载转矩		计算公式：参照第012页

润滑脂更换时间： L_{GTn} （平均负载转矩低于额定转矩时）

图017-1



※波发生器的使用寿命表示破损率为10%。

■ 其他注意事项

1. 请避免与其他润滑脂混用。此外，组装到装置上时请将Harmonic Drive置于单独的壳体内。
2. 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Harmonic Drive，可能引起润滑不良，此时使用请咨询本公司授权代理商。
3. 关于组合型的润滑脂泄漏
虽然组合型已在设计构造时针对润滑脂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。

■ “壳体内壁推荐尺寸”、“涂沫要领”、“涂沫量”请参照各系列的设计指南相关章节。

Harmonic润滑脂4B No. 2的使用注意事项

运用Harmonic润滑脂4B No. 2所具备的适合Harmonic Drive的流动特性（通过剪应力软化和电解着色均匀性），并通过实施下述项目提升润滑寿命。

- ①向运转初期的各接触部切实涂抹润滑脂
- ②除去各接触部密封阶段产生的初期磨损粉末
- ③为接触部补充涂抹润滑脂

■实施上述机构作业时的注意事项

①填充润滑脂时

保管容器中的4B No. 2润滑脂随着静置时间的延长粘稠度会变硬。
填充前，请将保管容器内的润滑脂充分混合使其变软，然后再进行填充。

②关于老化处理（密封运转）

通过真正运转前实施老化处理，可以使填充的润滑脂变软，令润滑脂流动至Harmonic Drive的各接触部，从而获得更好的润滑性能。
因此，推荐使用以下老化处理方法。

- 请确保内部温度低于80℃（不可实施急剧的高温老化处理）。
- 输入转数：转数为1000r/min~3000r/min，在左示范围内，以尽可能低的转数运转将获得良好的效果。
- 老化处理时间：请保持20分钟以上。
- 老化处理动作范围：请尽可能扩大输出旋转角。

如有其它不清楚之处，请咨询授权代理商。

油润滑剂

■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。

表018-1

标准	美孚石油	埃索	昭和壳牌石油	科斯莫石油	日本能源	新日本石油	出光兴产	General石油	NOK克鲁勃
工业用齿轮油 2种（极压） ISO VG68	美孚齿轮油 600XP68	SPARTAN EP68	奥玛拉润滑油 68	科斯莫齿轮油 SE68	ES齿轮油 G68	Bonnok M68 Bonnok AX68	出光兴产齿轮油 LW68	General石油 SP齿轮 ROL68	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”“柔轮的油槽加工尺寸”“油量”请参照各系列的设计指南相关页面。

■其他注意事项

1. 请避免与其他润滑油混用。此外，组装到装置上时请将Harmonic Drive置于单独的壳体内。
2. 型号50以上、在额定表容许输入转速附近使用时，根据使用条件的不同可能会发生润滑不良的情况，此时请咨询授权代理商。

特殊气体环境用润滑剂

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

Harmonic 润滑脂 4B No. 2

表 019-1

润滑的种类	使用温度范围	使用可能温度范围
润滑脂	-10℃~+110℃	-50℃~+130℃

- Harmonic 润滑脂 4B No. 2 的使用温度范围是考虑 Harmonic Drive 的性能及特性确定的润滑部温度。（不是工况温度。）
- 使用可能温度范围是指润滑剂单独使用的温度，会受 Harmonic Drive 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 Harmonic Drive 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 Harmonic 润滑脂 4B No. 2 在低温时会由于粘度上升导致 Harmonic Drive 的运转转矩增加、高温时会由于酸化劣化缩短润滑脂使用寿命，那么可以在使用可能温度范围内使用。

高温用润滑剂

表 019-2

润滑的种类	润滑剂和制造商	使用可能温度范围
润滑脂	美孚润滑脂 28: 美孚石油（株）	-5℃~+160℃
油液	美孚 SHC-626: 美孚石油（株）	-5℃~+140℃

低温用润滑剂

表 019-3

润滑的种类	润滑剂和制造商	使用可能温度范围
润滑脂	Multemp SH-KII: 协同油脂（株）	-30℃~+50℃
	ISO FLEX LDS-18 Special A: NOK 克鲁勃	-25℃~+80℃
油液	SH-200-100CS: TORAY（株）	-40℃~+140℃
	Sintesso D-32EP: NOK 克鲁勃	-25℃~+90℃

在伺服系统中，驱动系的刚性、齿隙会对系统的性能产生较大影响。在装置设计及型号选定时，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，输出轴会产生几乎与转矩成正比的扭转。

图020-1是根据在输出轴上施加的转矩从0开始，在正负侧分别增减到 $+T_0/-T_0$ 时输出侧的扭转角变化绘制而成的。将其称为“转矩-扭转角线形图”，通常描绘为0-A-B-A'-B'-A的环线。对于Harmonic Drive的刚性，“转矩-扭转角线形图”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-扭转角线形图”分为3个区间，各区间的弹簧常数分别表述为 K_1 、 K_2 、 K_3 。

K_1 ……转矩从“0”至“ T_1 ”的弹簧常数

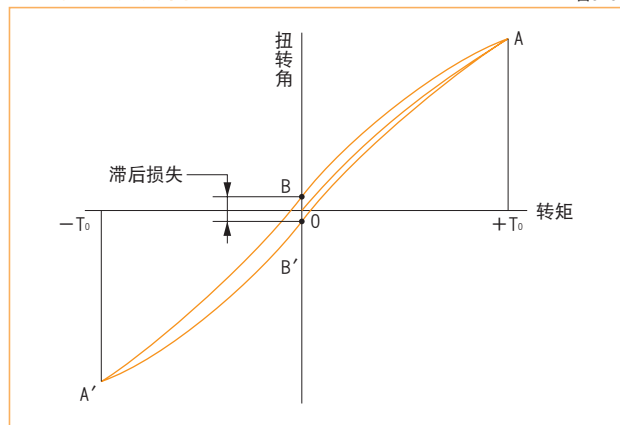
K_2 ……转矩从“ T_1 ”至“ T_2 ”的弹簧常数

K_3 ……转矩在“ T_2 ”以上区间的弹簧常数

■ 各弹簧常数（ K_1 、 K_2 、 K_3 ）的数值以及转矩-扭转角（ T_1 、 T_2 — θ_1 、 θ_2 ）的数值请参见各系列的相关章节。

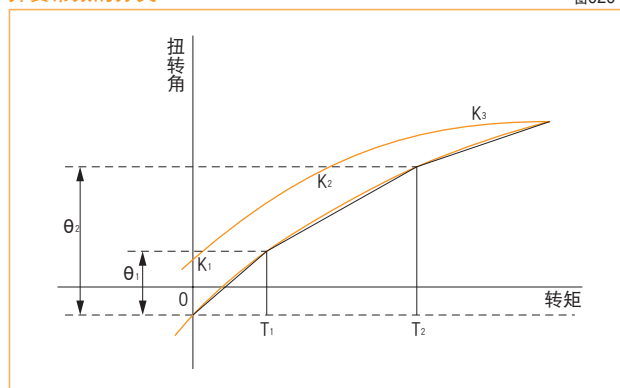
转矩-扭转角线形图

图020-1



弹簧常数的分类

图020-2



■ 扭转量的计算示例

以CSF-25-100-2A-GR为例，计算出扭转量（ θ ）。

负载转矩极小 $T_{L1}=2.9\text{Nm}$ 时

由于转矩为 T_1 以下，因此扭转量 θ_{L1} 的计算公式如下所示，

$$\begin{aligned}\theta_{L1} &= T_{L1}/K_1 \\ &= 2.9/3.1 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-5} \text{rad} (0.33 \text{arc min})\end{aligned}$$

负载转矩为 $T_{L2}=39\text{Nm}$ 时

由于转矩处于 T_1 和 T_2 之间，扭转量 θ_{L2} 的计算公式如下所示，

$$\begin{aligned}\theta_{L2} &= \theta_1 + (T_{L2} - T_1)/K_2 \\ &= 4.4 \times 10^{-4} + (39 - 14)/5.0 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-4} \text{rad} (3.2 \text{arc min})\end{aligned}$$

此外，正反施加负载时的总扭转量为上述所求得的数值的2倍，加上齿隙量的值。

※这一扭转量是组件型单机的数值。
请注意此时不包括输出轴等的扭转量。

■ 滞后损失

如图020-1的线形图所示，施加转矩直至达到额定转矩后，转矩恢复为“0”时，扭转角将不会完全变为“0”，会留有细微的间隙量（B—B'）。这个间隙量被称为滞后损失。

■ 齿滞后损失量请参见各系列的相关章节。

■ 齿隙

滞后损失主要由于内部摩擦产生，因此转矩极小的情况下几乎不存在滞后损失，仅有的细微间隙由线形图表示。该量即表述为齿隙量。

由于Harmonic Drive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（自动调芯机构）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极其微小的。

※齿隙量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转角传递至输入时，理论上旋转输出的旋转角度与实际旋转输出的旋转角度之间的差值，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。

测定示例

图021-1

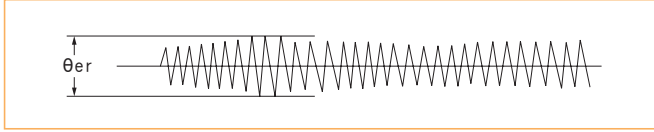


表021-1

θ_{er}	角度传达误差
θ_1	输入旋转角度
θ_2	实际输出旋转角度
R	Harmonic Drive的减速比 ($i=1:R$)

公式021-1

$$\theta_{er} = \theta_2 - \frac{\theta_1}{R}$$

关于振动

Harmonic Drive的角度传达误差成分有时会作为负载侧惯量的旋转振动出现。

特别是由于包括Harmonic Drive在内的振动系的固有振动数和机箱或负载惯量的固有振动数互相重叠作用时会呈现出共振状态，Harmonic Drive的角度传达误差成分将会被放大增加，因此请严格遵守各系列的设计指南。

此外，Harmonic Drive的角度传达误差成分主要是指输入轴自Harmonic Drive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Harmonic Drive在内的振动系的固有振动数为 $f=15\text{Hz}$ ，则此时的输入转速（N）为

公式021-2

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

此转速区间（450r/min）内将发生共振。

包括Harmonic Drive在内的振动系固有振动数的计算方法（概要） 公式021-3

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

计算公式的符号

表021-2

f	包括Harmonic Drive在内的振动系的固有振动数	Hz	
K	Harmonic Drive的弹簧常数	Nm/rad	参照各系列的相关章节
J	负载惯量	kgm ²	

关于起动转矩

起动转矩是指将Harmonic Drive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“起动开始转矩”。各系列表上所示的数值为最大值,下限值约为最大值的 $1/2 \sim 1/3$ 。

测定条件 无负载,环境温度: +20℃

■起动转矩的数值请参见各系列的相关章节。

※各系列表上数值会根据使用条件的不同而发生变化,请作为参考值使用。

关于增速起动转矩

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

测定条件 无负载,环境温度: +20℃

■增速起动转矩的数值请参见各系列的相关章节。

※各系列表上数值会根据使用条件的不同而发生变化,请作为参考值使用。

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。本产品目录上所示的无负载运行转矩的图表是根据表023-1测定条件确定的。

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。

■无负载运行转矩的数值请参见各系列的相关章节。

测定条件

表023-1

减速比 100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
		名称	Harmonic润滑脂 SK-2
		涂抹量	正确涂抹量（参照各系列的相关章节）
		涂抹量	正确涂抹量（参照各系列的相关章节）

转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值

※使用油润滑时请咨询授权代理商。

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）

本产品目录上所示的各系列效率特性是根据表023-2测定条件确定的。

■效率的数值请参照各系列的相关章节。

测定条件

表023-2

组装	推荐组装精度下的组装测定		
负载转矩	额定表所示的额定转矩（参照各系列的相关章节）		
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
		名称	Harmonic润滑脂 SK-2
		涂抹量	正确涂抹量（参照各系列的相关章节）
		涂抹量	正确涂抹量（参照各系列的相关章节）

※使用油润滑时请咨询授权代理商。

效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据各系列的效率修正系数表计算出修正系数 K_e ，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

润滑方法：润滑脂润滑（Harmonic润滑脂 SK-1A）

润滑剂温度：20℃

型号20·减速比80的额定转矩为34Nm，因此转矩比 α 为0.58。

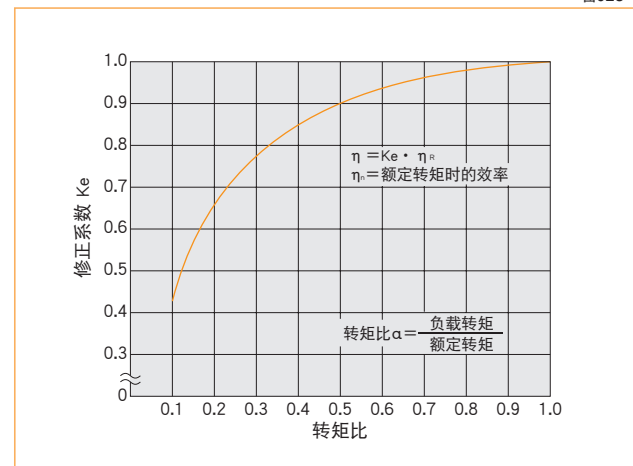
($\alpha = 19.6/34 = 0.58$)

■根据表023-1，计算出效率修正系数 $K_e = 0.93$

■负载转矩为19.6Nm时的效率 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.93 \times 78 = 73\%$ 。

效率修正系数（CSF系列）

图023-1



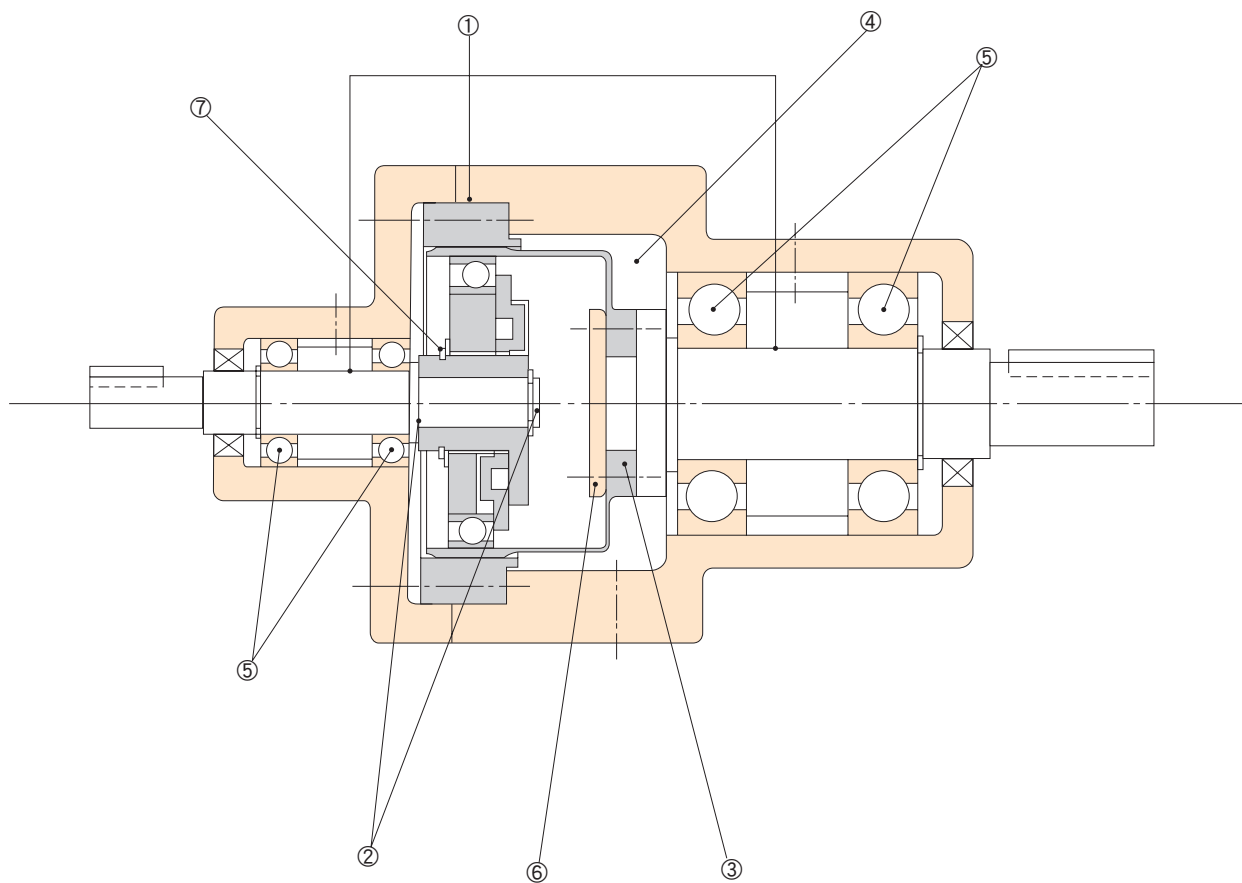
※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e = 1$

设计指南

为充分发挥Harmonic Drive的性能，请注意以下几点。

- ① 请将输入轴、刚轮、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。关于轴向力，请参阅P25页。
- ③ 由于Harmonic Drive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转矩进行紧固。
- ④ 柔轮会发生弹性变形，因此壳体内壁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留有间隔做2点支撑，并可承受轴上作动的所有径向负载、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 请确保柔轮的安装用法兰直径不会超出柔轮的轮毂孔直径，并在与膜片连接的法兰部上加工圆角。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毂，请确保卡环的钩部不会与壳体接触。

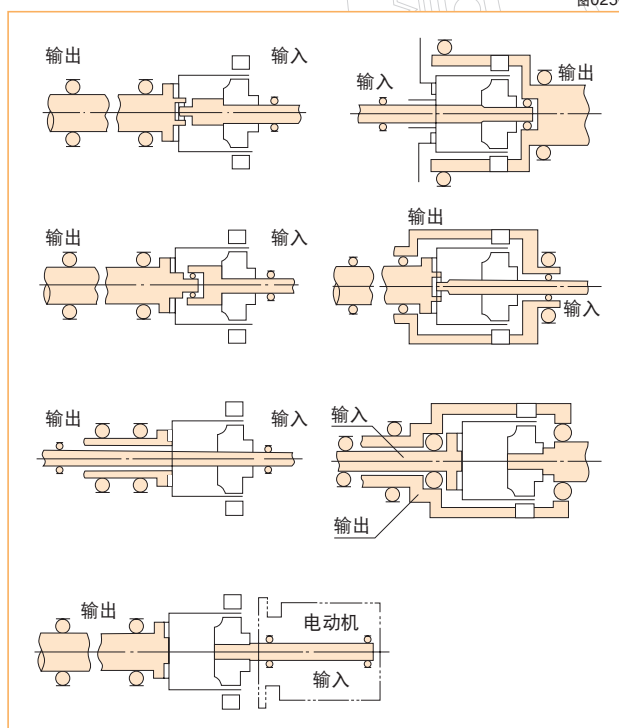
图024-1



输入输出轴的轴承支撑

由于组件型会承受来自外部的负载，因此输入轴和输出轴必须采用匹配的轴承留有间隔做2点支撑，并可承受轴上作动的所有径向负载、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的轴承。图025-1所示的是轴承的配置示例。

图025-1



关于波发生器

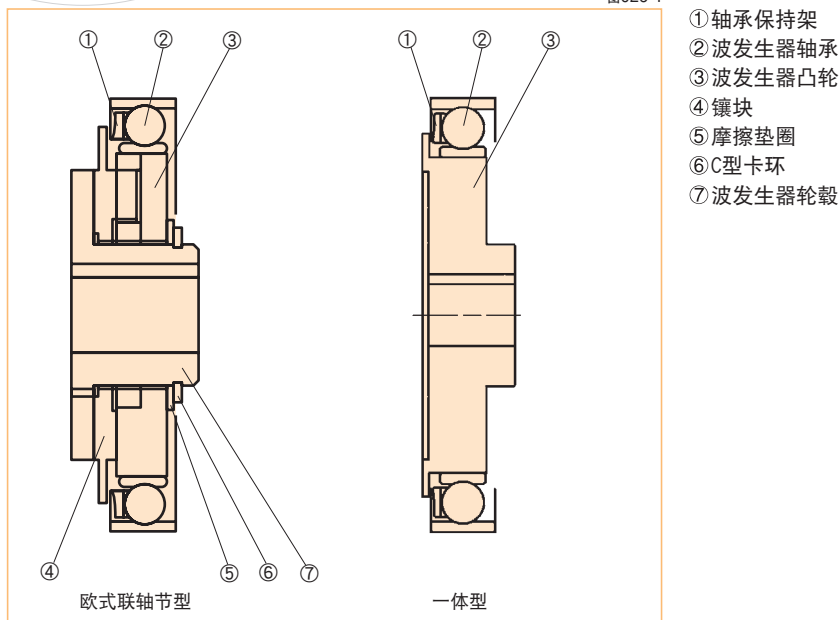
■波发生器的结构

Harmonic Drive的波发生器包括带自动调芯结构的欧式联轴节型和不带自动调芯结构的一体型两种类型，根据各系列的不同也有所差异。

详情请参照各系列的外形图。

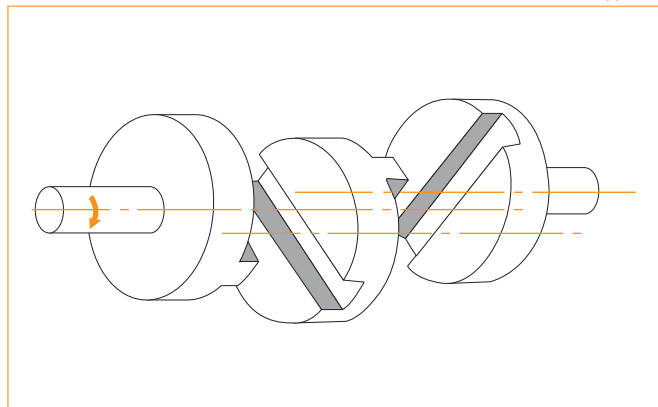
波发生器的基本结构及形状如下所示。

图026-1



欧式联轴节的结构

图026-2



■ 组件型的最大孔径尺寸

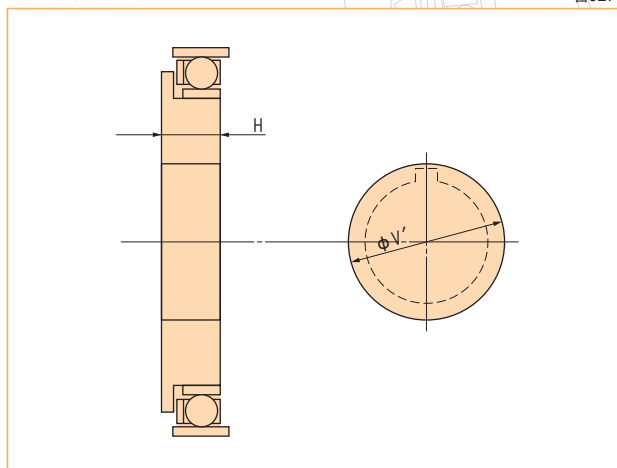
波发生器的标准孔径如各外形尺寸图所示，但可以在表上所示的最大尺寸范围内进行变更。
此时的键槽尺寸推荐使用JIS规格。键的有效长度尺寸，请设计成可以完全承受传达转矩的值。

※形状可更改为锥形孔等特殊形状。

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。
考虑由于负载转矩作用波发生器凸轮发生变形等情况，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数值。）

波发生器的孔径

图027-1



波发生器轮毂的孔径

表027-1
单位：mm

型号	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
标准尺寸 (H7)	3	5	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24	28	28	28
底孔尺寸	—	—	3	4	5	6	6	10	10	10	13	16	16	19	22
最大尺寸	—	—	8	10	13	15	15	20	20	20	25	30	35	37	40

将波发生器凸轮直接安装至输入轴时凸轮的最大孔径

表027-2
单位：mm

型号	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
最大孔径 φV'	10	14	17	20	23	28	36	42	47	52	60	67	72	84	95
最小凸轮厚度 _{-0.1}	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

由于柔轮的弹性形变，运转中Harmonic Drive的波发生器上轴向力发生作动。

作为减速机（第008页的①、②、③）使用时的轴向力向柔轮膜片方向作动。（图027-2）

此外，作为增速机（第008页的④、⑤、⑥）使用的轴向力向与减速机相反的方向作动。（图027-2）

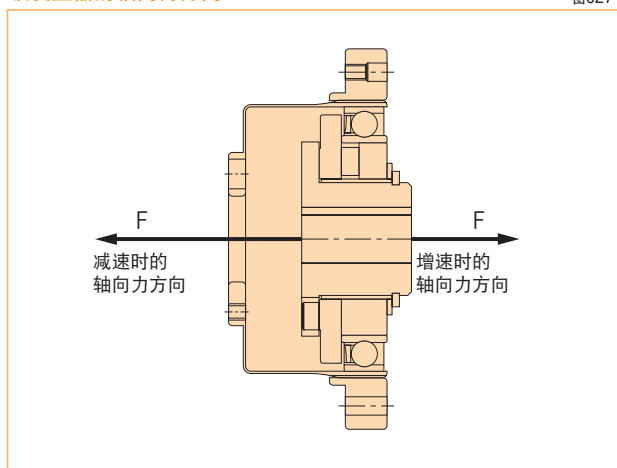
波发生器轴向力（最大值）可通过下述计算公式计算得出。此外，轴向力会根据运转条件的不同而发生变化。高转矩时、极低速时以及固定连续旋转时显示轴向力有变大的倾向，基本为计算公式计算出的数值。无论在何种使用条件下，都请采用阻止波发生器轴向力的设计。

（注）

在波发生器轮毂设置止动螺钉并与输入轴固定时，请务必咨询授权代理商。

波发生器的轴向力方向

图027-2



轴向力的计算公式

表027-3

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

计算公式的符号

表027-4

F	轴向力	N	参照图027-2
D	(型号) × 0.00254	m	
T	输出转矩	Nm	

计算示例

公式027-1

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）

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

$$F = 380N$$

密封机构

为防止润滑脂泄漏，以及维持Harmonic Drive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形环的啮合情况。
- 螺孔部 使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

（注）特别是使用Harmonic润滑脂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028-1

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）
	安装螺钉部	有密封效果的螺钉锁固剂（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。

组装注意事项

由于组装时的错误，Harmonic Drive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度的力。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，请特别注意把中心偏移、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啮入。
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，是否有些部位存在干涉，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加工等原因致使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。
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。

■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啮入。
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加工等原因致使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。
6. 确认与刚轮组合时，是否存在极端的单侧啮合。发生单侧偏移时，可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。
7. 柔轮组装时，请不要叩击开口部的齿轮前端或以过度力实施按压。

■关于防锈措施

Harmonic Drive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。

齿轮啮合偏移状态

如图029-1所示，柔轮和刚轮的齿轮对称啮合状态为正常状态。但是，当出现如第011页所述的棘爪现象，或把三部件勉强挤压安装在一起时，有可能会出现如图029-2所示的齿轮啮合朝单侧偏移的情况。此时的状态被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

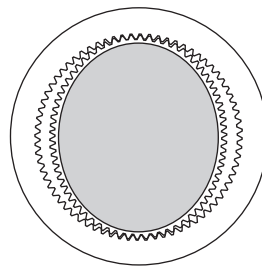
- 1) 无负载状态下请用手轻轻转动输入轴。如果使用平均的力即可使其旋转则视为正常。如果存在极为不均匀的情况，则表示有可能发生齿轮啮合偏移。
- 2) 波发生器安装在电动机上时，请在无负载状态下使其旋转。电动机的平均电流值为正常啮合时电流值的约2~3倍时，则表示有可能发生齿轮啮合偏移。

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。

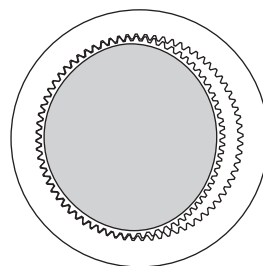
正常啮合的状态

图029-1



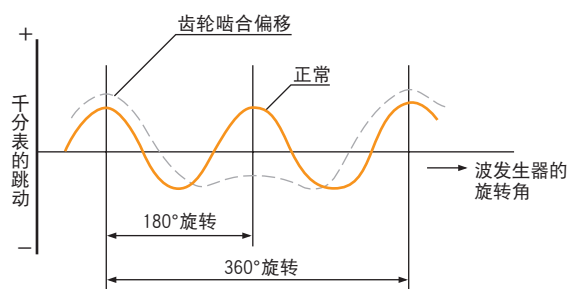
齿轮啮合偏移的状态

图029-2



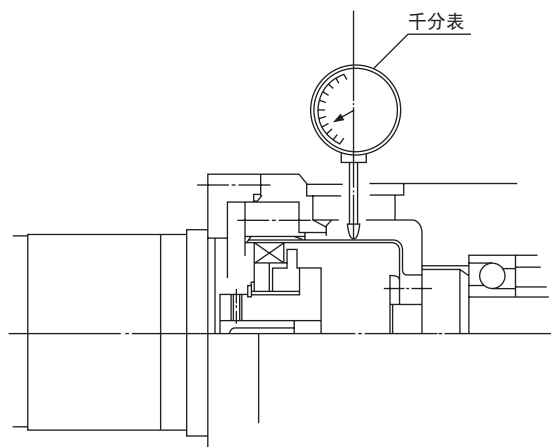
测微仪的跳动

表029-1



测定柔轮的中部跳动

图029-3



主轴承的确认

组合型及齿轮箱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）。

（CSF-mini系列采用4点接触滚珠轴承）

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

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}) $\leq$ 容许力矩 (M_c)

② 确认使用寿命

计算平均径向负载 (F_{rav})、平均轴向负载 (F_{aav})

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 (P_o)

确认静态安全系数 (f_s)

最大负载静力矩的计算方法

最大负载静力矩 (M_{max}) 的计算方法如下。

请确认 $M_{max} \leq M_c$

公式030-1

$$M_{max} = F_{rmax} (L_r + R) + F_{amax} \cdot L_a$$

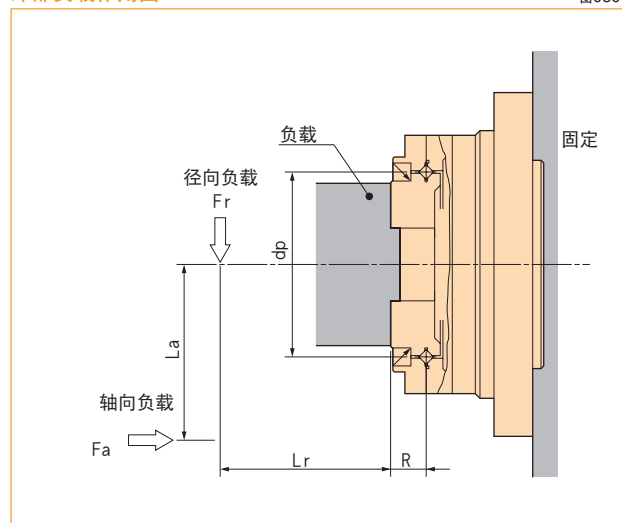
公式030-1符号

表030-1

F_{rmax}	最大径向负载	N(kgf)	参照图030-1
F_{amax}	最大轴向负载	N(kgf)	参照图030-1
L_r, L_a	—	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”。

外部负载作用图

图030-1



平均负载的计算方法

(平均径向负载 · 平均轴向负载 · 平均输出转数)

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_{rav}) 的计算方法

公式031-1

(交叉滚子轴承)

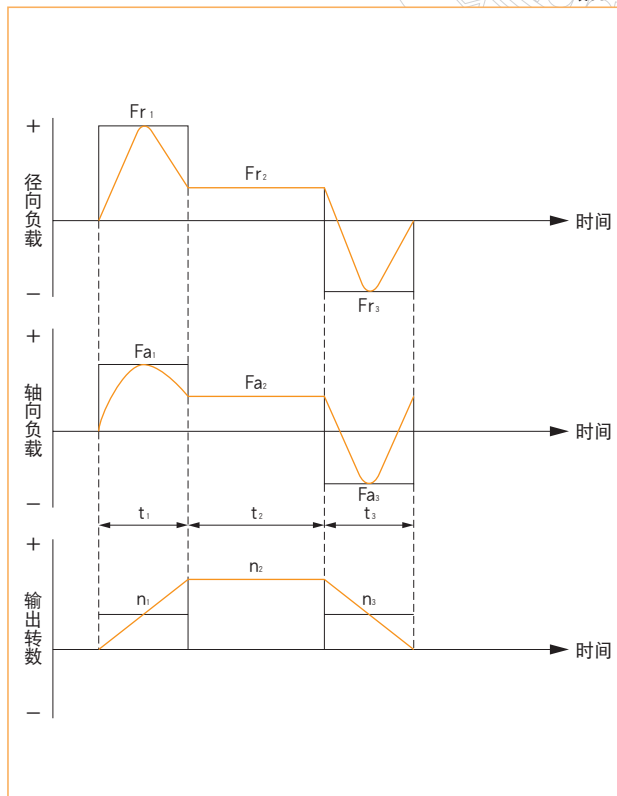
$$F_{rav} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (|F_{r1}|)^{10/3} + n_2 t_2 (|F_{r2}|)^{10/3} + \dots + n_n t_n (|F_{rn}|)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

(4点接触滚珠轴承)

$$F_{rav} = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (|F_{r1}|)^3 + n_2 t_2 (|F_{r2}|)^3 + \dots + n_n t_n (|F_{rn}|)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

但，取 t_1 区间内的最大径向负载为 F_{r1} ，取 t_3 区间内的最大径向负载为 F_{r3} 。

表031-1



平均轴向负载 (F_{aav}) 的计算方法

公式031-2

(交叉滚子轴承)

$$F_{aav} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (|F_{a1}|)^{10/3} + n_2 t_2 (|F_{a2}|)^{10/3} + \dots + n_n t_n (|F_{an}|)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

(4点接触滚珠轴承)

$$F_{aav} = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (|F_{a1}|)^3 + n_2 t_2 (|F_{a2}|)^3 + \dots + n_n t_n (|F_{an}|)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

但，取 t_1 区间内的轴向负载为 F_{a1} ，取 t_3 区间内的最大轴向负载为 F_{a3} 。

平均输出转数 (N_{av}) 的计算方法

公式031-3

$$N_{av} = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

径向负载系数 (X)、轴向负载系数 (Y) 的计算方法

公式031-4

负载系数的计算方法	X	Y
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 (F_{rav} (L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a) / dp} \leq 1.5$	1	0.45
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 (F_{rav} (L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a) / dp} > 1.5$	0.67	0.67

公式031-4的符号

表031-1

F_{rav}	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_{aav}	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_r, L_a	—	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”。

使用寿命的计算方法

轴承的使用寿命可通过公式032-1计算得出。

径向当量动负荷（ P_c ）可通过公式032-2计算得出。

公式032-1

（交叉滚子轴承）

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N_{av}} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^{10/3}$$

（4点接触滚珠轴承）

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N_{av}} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^3$$

公式032-2

$$P_c = X \cdot \left(F_{rav} + \frac{2 (F_{rav} (L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a)}{d_p} \right) + Y \cdot F_{aav}$$

公式032-2的符号

表032-2

F_{rav}	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_{aav}	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)
d_p	滚子的节圆直径	m	参照图030-1及各系列的 “主轴承的规格”
X	径向负载系数	——	参照公式031-4
Y	轴向负载系数	——	参照公式031-4
L_r, L_a	——	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”

公式032-1的符号

表032-1

L_{10}	使用寿命	hour	——
N_{av}	平均输出转速	r/min	参照“平均负载的计算方法”
C	基本额定动负载	N(kgf)	参照各系列的“主轴承的规格”
P_c	径向当量动负荷	N(kgf)	参照公式032-2
f_w	负载系数	——	参照表032-3

负载系数

表032-3

负载状态	f_w
无冲击和振动、平滑运转时	1~1.2
通常运转时	1.2~1.5
伴随冲击、振动运转时	1.5~3

摆动运动时使用寿命的计算方法

摆动运动时轴承的使用寿命可通过公式033-1计算得出。

图033-1

公式033-1

(交叉滚子轴承)

$$Loc = \frac{10^5}{60 \times n1} \times \frac{90}{\theta} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^{10/3}$$

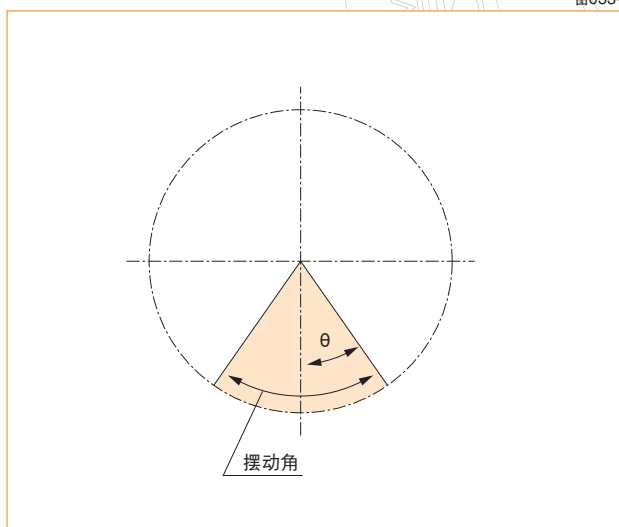
(4点接触滚珠轴承)

$$Loc = \frac{10^5}{60 \times n1} \times \frac{90}{\theta} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^3$$

公式033-1的符号

表033-1

Loc	摆动运动时的额定使用寿命	hour	—
n1	每分钟的往复摆动次数	cpm	—
C	基本额定动负载	N(kgf)	参照各系列的“主轴承的规格”
Pc	径向当量动负荷	N(kgf)	参照公式032-2
f _w	负载系数	—	参照表032-3
q	摆动角/2	度	参照图033-1



(注)

摆动角较小(5°以下)时,轨道轮和转动体的接触面不易形成油膜,会产生微振磨损,详细情况请咨询授权代理商。

静态安全系数的计算方法

一般情况下将基本额定静负载(Co)认定为当量静负荷的容许限度,但可根据使用条件及要求条件确定其限度。

此时的轴承的静态安全系数(fs)使用公式034-1计算得出。

表034-3为使用条件的一般数值。径向当量静负荷(Po)可根据公式034-2计算得出。

公式034-1

$$fs = \frac{Co}{Po}$$

公式034-2

$$P_c = Fr_{max} + \frac{2M_{max}}{d_p} + 0.44Fa_{max}$$

公式034-1的符号

表034-1

Co	基本额定静负载	N(kgf)	参照各系列的“主轴承的规格”
Po	径向当量静负荷	N(kgf)	参照公式034-2

公式034-2

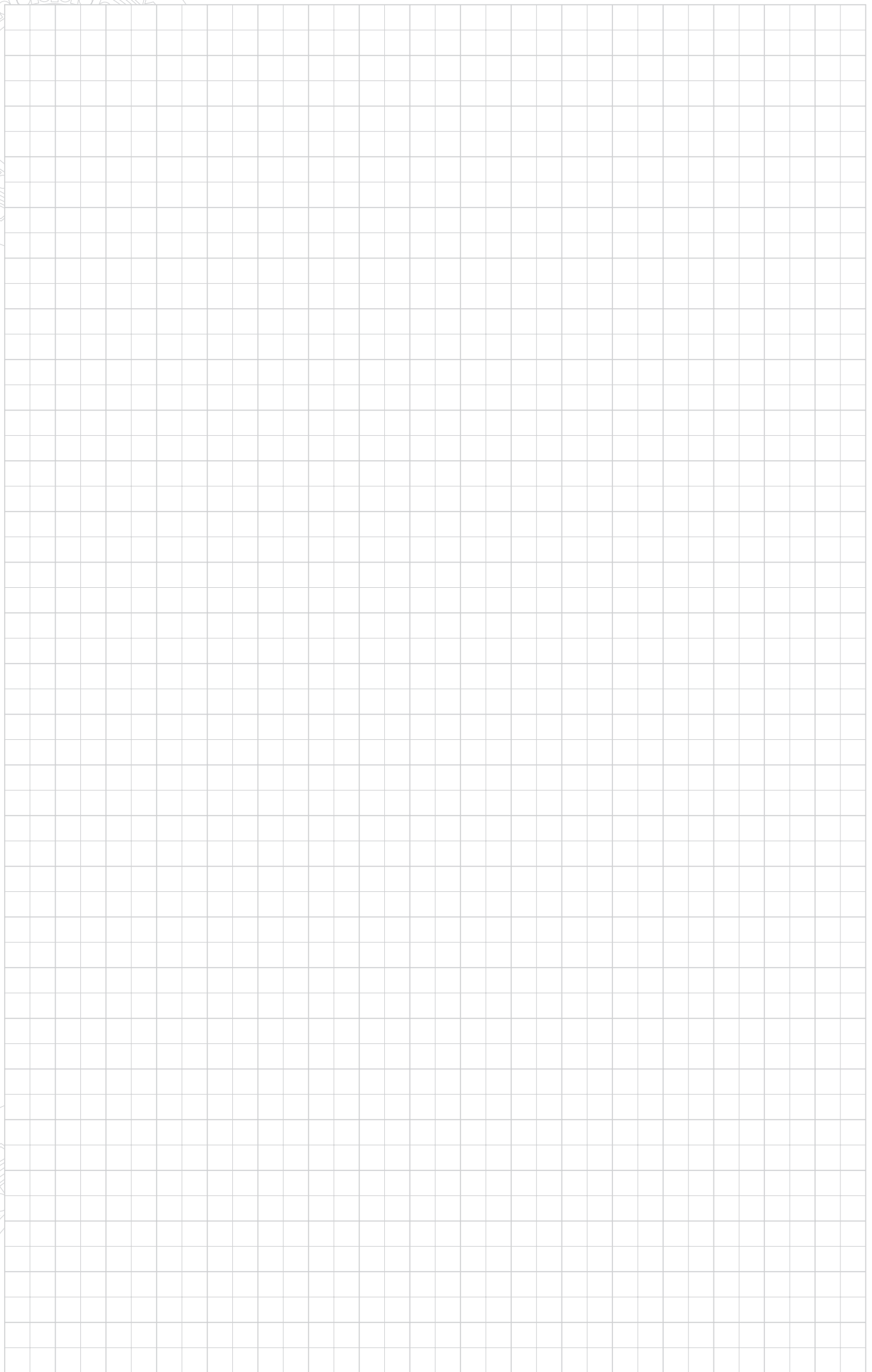
表034-2

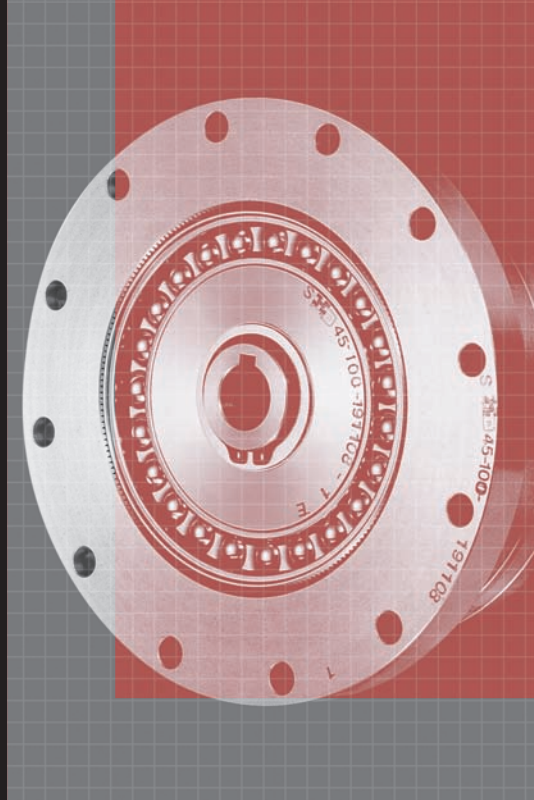
Fr _{max}	最大径向负载	N(kgf)	参照第028页“最大负载静力矩的计算方法”
Fa _{max}	最大轴向负载	N(kgf)	
M _{max}	最大负载静力矩	Nm(kgfm)	
d _p	滚子的节圆直径	m	参照图030-1及各系列的“主轴承的规格”。

静态安全系数

表034-3

轴承的使用条件	fs
需要较高旋转精度时	≥3
伴随振动、冲击时	≥2
通常运转条件时	≥1.5



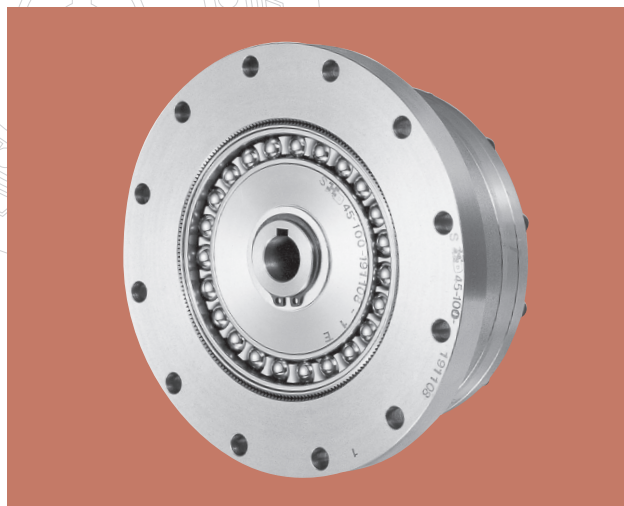


CSG-2UH	033
CSF-2UH	033
CSD-2UH	055
CSD-2UF	055
SHG-2UH	073
SHF-2UH	073
SHG-2UJ	073
SHF-2UJ	073
SHG-2SO	073
SHF-2SO	073
SHG-2SH	073
SHF-2SH	073
SHD-2SH	113
CSF supermini	129
CSF-mini	143

CSG/CSF系列

Unit Type CSG/CSF

特点	034
型号·符号	035
技术数据	036
·额定表 (CSG)	036
·额定表 (CSF)	037
·外形图	038
·尺寸表	039
·角度传达精度	040
·滞后损失	040
·最大齿隙量	040
·刚性 (弹簧常数)	040
·起动转矩	041
·增速起动转矩	041
·棘爪扭矩	042
·屈服转矩	042
·无负载运行转矩	042
·效率特性	044
·主轴承的规格	046
·机械精度	046
设计指南	047
·组装精度	047
·安装和传递转矩	048
·电动机安装	050
·润滑	052
·密封机构	052
·关于防锈措施	052
应用	053



CSG/CSF系列组合型

CSG/CSF系列组合型能够满足高机能化、高速化、高负载容量、高密度化、细微化等加速技术革新需求，实现丰富的产品阵容，使客户能够根据自己的情况选择最佳机型。

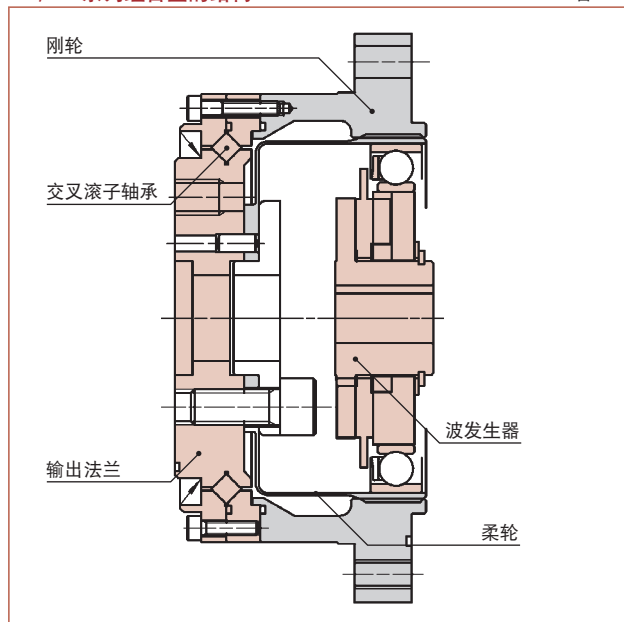
CSG/CSF系列组合型是一种以组件型为核心，易于操作的组合化产品。内置用于直接支撑（主轴承）外部负载的精密、具有高刚性的交叉滚子轴承。

CSG/CSF系列的特点

- 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

CSG/CSF系列组合型的结构

图124-1



新的可变选项

CSG系列：高转矩用

- 转矩容量比CSF系列提升30%
- 使用寿命比CSF系列提升43%（10,000小时）

减速比30：高速用

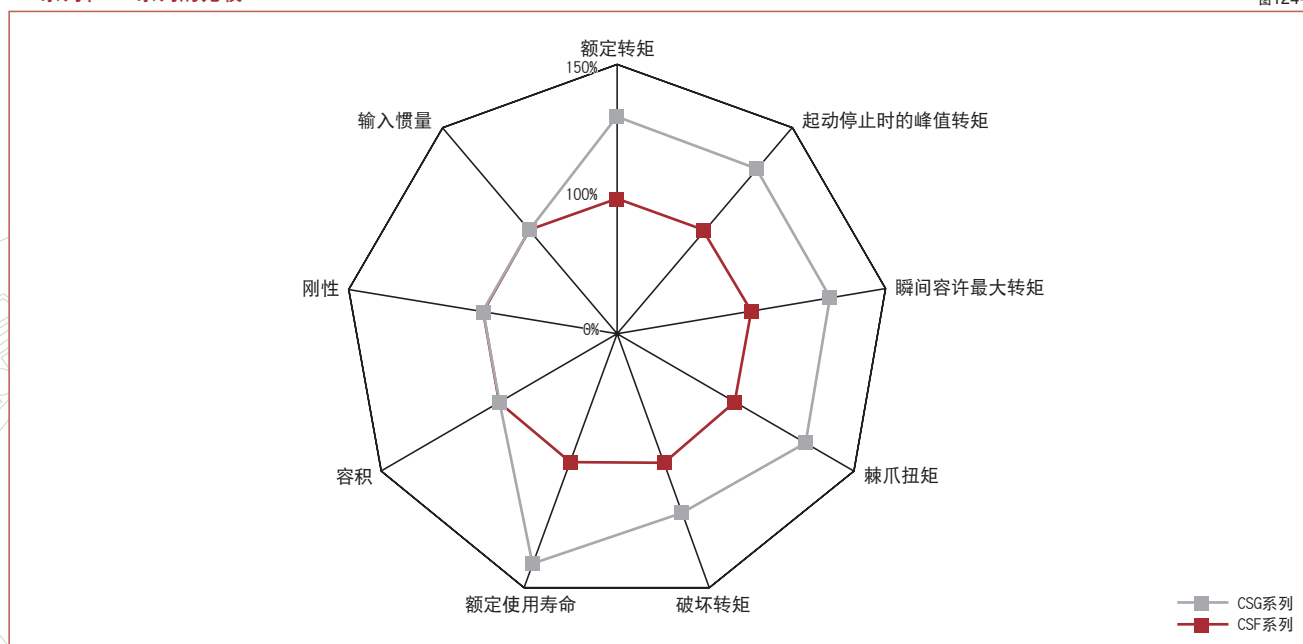
- 继承无齿隙的Harmonic Drive的优点实现减速比30

CSF-8, 11系列：小型化

- 在小型型号中也可以实现IH齿形的优点
- 转矩容量比传统产品CS系列提升30%
- 刚性比传统产品CS系列提升100%
- 使用寿命大幅提升

CSG系列和CSF系列的比较

图124-1



型号·符号

CSG - 25 - 100 - 2UH - 规格1 - 规格2

表125-1

机型名称	型号	减速比 注1						型式	特殊规格
CSG	14	50	80	100	—	—		2A=组件型 2UH=组合型	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品
	17	50	80	100	120	—			
	20	50	80	100	120	160			
	25	50	80	100	120	160			
	32	50	80	100	120	160			
	40	50	80	100	120	160			
	45	50	80	100	120	160			
	50	—	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: 柔轮时的情况。

CSF - 25 - 100 - 2UH - 规格1 - 规格2

表125-2

机型名称	型号	减速比 注1						型式	特殊规格
CSF	14	30	50	80	100	—	—	2A=组件型 2UH=组合型	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品
	17	30	50	80	100	120	—		
	20	30	50	80	100	120	160		
	25	30	50	80	100	120	160		
	32	30	50	80	100	120	160		
	40	—	50	80	100	120	160		
	45	—	50	80	100	120	160		
	50	—	50	80	100	120	160		
	58	—	50	80	100	120	160		
	65	—	50	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: 柔轮时的情况。

额定表

■ CSG系列

表126-1

型号	减速比	输入2000r/min 时的额定转矩		起动停止时的 容许峰值转矩		平均负载转矩的 容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高 输入转速 r/min		容许平均 输入转速 r/min		转动惯量	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	油润滑	润滑脂润滑	油润滑	润滑脂润滑	I $\times 10^{-4} \text{kgm}^2$	J $\times 10^{-4} \text{kgfms}^2$
14	50	7.0	0.7	23	2.3	9	0.9	46	4.7	14000	8500	6500	3500	0.033	0.034
	80	10	1.0	30	3.1	14	1.4	61	6.2						
	100	10	1.0	36	3.7	14	1.4	70	7.2						
17	50	21	2.1	44	4.5	34	3.4	91	9	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081
	80	29	2.9	56	5.7	35	3.6	113	12						
	100	31	3.2	70	7.2	51	5.2	143	15						
	120	31	3.2	70	7.2	51	5.2	112	11						
20	50	33	3.3	73	7.4	44	4.5	127	13	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197
	80	44	4.5	96	9.8	61	6.2	165	17						
	100	52	5.3	107	10.9	64	6.5	191	20						
	120	52	5.3	113	11.5	64	6.5	191	20						
	160	52	5.3	120	12.2	64	6.5	191	20						
25	50	51	5.2	127	13	72	7.3	242	25	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421
	80	82	8.4	178	18	113	12	332	34						
	100	87	8.9	204	21	140	14	369	38						
	120	87	8.9	217	22	140	14	395	40						
	160	87	8.9	229	23	140	14	408	42						
32	50	99	10	281	29	140	14	497	51	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72
	80	153	16	395	40	217	22	738	75						
	100	178	18	433	44	281	29	841	86						
	120	178	18	459	47	281	29	892	91						
	160	178	18	484	49	281	29	892	91						
40	50	178	18	523	53	255	26	892	91	5600	4000	3600	3000	4.50	4.59
	80	268	27	675	69	369	38	1270	130						
	100	345	35	738	75	484	49	1400	143						
	120	382	39	802	82	586	60	1530	156						
	160	382	39	841	86	586	60	1530	156						
45	50	229	23	650	66	345	35	1235	126	5000	3800	3300	3000	8.68	8.86
	80	407	41	918	94	507	52	1651	168						
	100	459	47	982	100	650	66	2041	208						
	120	523	53	1070	109	806	82	2288	233						
	160	523	53	1147	117	819	84	2483	253						
50	80	484	49	1223	125	675	69	2418	247	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8
	100	611	62	1274	130	866	88	2678	273						
	120	688	70	1404	143	1057	108	2678	273						
	160	688	70	1534	156	1096	112	3185	325						
58	80	714	73	1924	196	1001	102	3185	325	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	100	905	92	2067	211	1378	141	4134	422						
	120	969	99	2236	228	1547	158	4329	441						
	160	969	99	2392	244	1573	160	4459	455						
65	80	969	99	2743	280	1352	138	4836	493	3500	2800	2400	1900	46.8	47.8
	100	1236	126	2990	305	1976	202	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 $I = \frac{1}{4} GD^2$

2. 用语详情请参照第010页的“技术资料”。

额定表

■ CSF系列

表127-1

型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩		起动停止时的容许峰值转矩		平均负载转矩的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高输入转速 r/min		容许平均输入转速 r/min		转动惯量	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	润滑油	润滑脂/润滑油	润滑油	润滑脂/润滑油	$\times 10^{-4} \text{kgm}^2$	$\times 10^{-4} \text{kgfm}^2$
14	30	4.0	0.41	9.0	0.92	6.8	0.69	17	1.7	14000	8500	6500	3500	0.033	0.034
	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						
17	30	8.8	0.90	16	1.6	12	1.2	30	3.1	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081
	50	16	1.6	34	3.5	26	2.6	70	7.1						
	80	22	2.2	43	4.4	27	2.7	87	8.9						
	100	24	2.4	54	5.5	39	4.0	108	11						
	120	24	2.4	54	5.5	39	4.0	86	8.8						
20	30	15	1.5	27	2.8	20	2.0	50	5.1	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197
	50	25	2.5	56	5.7	34	3.5	98	10						
	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						
25	160	40	4.1	92	9.4	49	5.0	147	15	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421
	30	27	2.8	50	5.1	38	3.9	95	9.7						
	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						
32	120	67	6.8	167	17	108	11	304	31	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72
	160	67	6.8	176	18	108	11	314	32						
	30	54	5.5	100	10	75	7.7	200	20						
	50	76	7.8	216	22	108	11	382	39						
	80	118	12	304	31	167	17	568	58						
40	100	137	14	333	34	216	22	647	66	5600	4000	3600	3000	4.50	4.59
	120	137	14	353	36	216	22	686	70						
	160	137	14	372	38	216	22	686	70						
	50	176	18	402	41	196	20	686	70						
	80	206	21	519	53	284	29	980	100						
45	100	265	27	568	58	372	38	1080	110	5000	3800	3300	3000	8.68	8.86
	120	294	30	617	63	451	46	1180	120						
	160	294	30	647	66	451	46	1180	120						
	50	176	18	500	51	265	27	950	97						
	80	313	32	706	72	390	40	1270	130						
50	100	353	36	755	77	500	51	1570	160	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8
	120	402	41	823	84	620	63	1760	180						
	160	402	41	882	90	630	64	1910	195						
	50	122	12	715	73	175	18	1430	146						
	80	372	38	941	96	519	53	1860	190						
58	100	470	48	980	100	666	68	2060	210	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	120	529	54	1080	110	813	83	2060	210						
	160	529	54	1180	120	843	86	2450	250						
	50	176	18	1020	104	260	27	1960	200						
	80	549	56	1480	151	770	79	2450	250						
65	100	696	71	1590	162	1060	108	3180	325	3500	2800	2400	1900	46.8	47.8
	120	745	76	1720	176	1190	121	3330	340						
	160	745	76	1840	188	1210	123	3430	350						
	50	245	25	1420	145	360	37	2830	289						
	80	745	76	2110	215	1040	106	3720	380						
65	100	951	97	2300	235	1520	155	4750	485	3500	2800	2400	1900	46.8	47.8
	120	951	97	2510	256	1570	160	4750	485						
	160	951	97	2630	268	1570	160	4750	485						

(注) 1. 转动惯量 $I = \frac{1}{4} GD^2$

2. 用语详情请参照第010页的“技术资料”。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图128-1



尺寸表

表129-1
单位: mm

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 _{-0.2}	45 _{-0.2}	45.5 _{-0.2}	52 _{-0.2}	62 _{-0.1}	72.5 _{-0.1}	79.5 _{-0.2}	90 _{-0.3}	104.5 _{-0.3}	115 _{-0.3}
C		34	37	38	46	57	66.5	74	85	97	108.5
D*	CSG系列	7 _{-0.4}	8 _{-0.4}	7.5 _{-0.4}	6 _{-0.5}	5 _{-0.6}	6 _{-0.6}	5.5 _{-0.6}	5 _{-0.6}	7.5 _{-0.6}	6.5 _{-0.6}
	CSF系列	7 _{-0.8}	8 _{-0.8}	7.5 _{-0.8}	6 _{-0.8}	5 _{-0.8}	6 _{-0.8}	5.5 _{-0.8}	5 _{-0.8}	7.5 _{-0.8}	6.5 _{-0.8}
E		27	29	28	36	45	50.5	58	69	77	84.5
F		7	8	10	10	12	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 ₁		9.4	9.5	9	12	15	5	6	8	10	10
M ₂		—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
N ₁	CSG系列	18.5	20.7	21.5	21.6	23.6	29.7	30.5	34.8	38.3	44.6
	CSF系列	17.6	19.5	20.1	20.2	22	27.5	27.9	32	34.9	40.9
$\phi O h7$		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
$\phi R_1 H7$		11	10	14	20	26	32	32	40	46	52
$\phi R_2 H7$		—	—	—	—	—	—	—	—	—	142
ϕS		8	7	10	15	20	24	25	32	38	44
$\phi T h7$		38	48	56	67(68)	90	110	124	135	156	177
$\phi U H7$		6	8	12	14	14	14	19	19	22	24
V		—	—	13.8 _{+0.1} ₋₀	16.3 _{+0.1} ₋₀	16.3 _{+0.1} ₋₀	16.3 _{+0.1} ₋₀	21.8 _{+0.1} ₋₀	21.8 _{+0.1} ₋₀	24.8 _{+0.1} ₋₀	27.3 _{+0.2} ₋₀
W Js9		—	—	4	5	5	5	6	6	6	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
	CSF系列	6	6	6	8	12	8	12	12	12	8
g		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
h		29.0×0.50	34.5×0.80	40.64×1.14	53.28×0.99	S71	AS568-042	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。

- 带*符号的B·D·t·u的尺寸是指构成HarmonicDrive的三个部件(波发生器、柔轮、刚轮)轴向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。
- 由于零部件的制造方法(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。

- 产品交货时, 波发生器是独立包装的。

角度传达精度

(用语说明请参照“技术资料”。)

表130-1

单位: $\times 10^{-1} \text{rad (arc min)}$

减速比	规格	型号	14	17	20	25	32	40~65
30	标准品		5.8	4.4	4.4	4.4	4.4	—
			(2)	(1.5)	(1.5)	(1.5)	(1.5)	—
	特殊品		—	—	2.9	2.9	2.9	—
			—	—	(1)	(1)	(1)	—
50以上	标准品		4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
			(1.5)	(1.5)	(1)	(1)	(1)	(1)
	特殊品		2.9	2.9	1.5	1.5	1.5	1.5
			(1)	(1)	(0.5)	(0.5)	(0.5)	(0.5)

滞后损失

(用语说明请参照“技术资料”。)

表130-2

减速比	型号	14	17	20	25	32	40以上
30	$\times 10^{-4} \text{rad}$	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	—
	arc min	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—
50	$\times 10^{-4} \text{rad}$	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
80以上	$\times 10^{-4} \text{rad}$	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

最大齿隙量

(用语说明请参照“技术资料”。)

表130-3

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30	$\times 10^{-5} \text{rad}$	29.1	16.0	13.6	13.6	11.2	—	—	—	—	—
	arc sec	60	33	28	28	23	—	—	—	—	—
50	$\times 10^{-5} \text{rad}$	17.5	9.7	8.2	8.2	6.8	6.8	5.8	5.8	4.8	4.8
	arc sec	36	20	17	17	14	14	12	12	10	10
80	$\times 10^{-5} \text{rad}$	11.2	6.3	5.3	5.3	4.4	4.4	3.9	3.9	2.9	2.9
	arc sec	23	13	11	11	9	9	8	8	6	6
100	$\times 10^{-5} \text{rad}$	8.7	4.8	4.4	4.4	3.4	3.4	2.9	2.9	2.4	2.4
	arc sec	18	10	9	9	7	7	6	6	5	5
120	$\times 10^{-5} \text{rad}$	—	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9
	arc sec	—	8	8	8	6	6	5	5	4	4
160	$\times 10^{-5} \text{rad}$	—	—	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.5	1.5
	arc sec	—	—	6	6	5	5	4	4	3	3

刚性 (弹簧常数)

(用语说明请参照“技术资料”。)

表130-4

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T_1	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgfm	0.20	0.40	0.70	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T_2	Nm	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
减速比 30	K_1	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.19	0.34	0.57	1.0	2.4	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.056	0.10	0.17	0.30	0.70	—	—	—	—
	K_2	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.24	0.44	0.71	1.3	3.0	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.07	0.13	0.21	0.40	0.89	—	—	—	—
	K_3	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.34	0.67	1.1	2.1	4.9	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.10	0.20	0.32	0.62	1.5	—	—	—	—
	θ_1	$\times 10^{-4} \text{rad}$	10.5	11.5	12.3	14	12.1	—	—	—	—
		arc min	3.6	4.0	4.1	4.7	4.3	—	—	—	—
	θ_2	$\times 10^{-4} \text{rad}$	31	30	38	40	38	—	—	—	—
		arc min	10.7	10.2	12.7	13.4	—	—	—	—	—
减速比 50	K_1	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.34	0.81	1.3	2.5	5.4	10	15	20	44
		kgfm/arc min	0.1	0.24	0.38	0.74	1.6	3.0	4.3	5.9	13
	K_2	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.47	1.1	1.8	3.4	7.8	14	20	28	61
		kgfm/arc min	0.14	0.32	0.52	1.0	2.3	4.2	6.0	8.2	18
	K_3	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.57	1.3	2.3	4.4	9.8	18	26	34	78
		kgfm/arc min	0.17	0.4	0.67	1.3	2.9	5.3	7.6	10	23
	θ_1	$\times 10^{-4} \text{rad}$	5.8	4.9	5.2	5.5	5.5	5.2	5.5	5.2	5.2
		arc min	2.0	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8
	θ_2	$\times 10^{-4} \text{rad}$	16	12	15.4	15.7	15.7	15.4	15.1	15.4	15.1
		arc min	5.6	4.2	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.3	5.2

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

表131-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T_1	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgfm	0.20	0.40	0.70	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T_2	Nm	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
减速比 80以上	K_1	$\times 10^4 \text{ Nm/rad}$	0.47	1	1.6	3.1	6.7	13	25	40	54
		kgfm/arc min	0.14	0.3	0.47	0.92	2.0	3.8	7.4	12	16
	K_2	$\times 10^4 \text{ Nm/rad}$	0.61	1.4	2.5	5.0	11	20	29	40	61
		kgfm/arc min	0.18	0.4	0.75	1.5	3.2	6.0	12	18	26
	K_3	$\times 10^4 \text{ Nm/rad}$	0.71	1.6	2.9	5.7	12	23	33	44	71
		kgfm/arc min	0.21	0.46	0.85	1.7	3.7	6.8	13	21	29
	θ_1	$\times 10^{-4} \text{ rad}$	4.1	3.9	4.4	4.4	4.1	4.1	4.4	4.1	4.4
		arc min	1.4	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5
	θ_2	$\times 10^{-4} \text{ rad}$	12	9.7	11.3	11.1	11.6	11.1	11.1	11.1	11.3
		arc min	4.2	3.3	3.9	3.8	4.0	3.8	3.8	3.8	3.9

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表131-2
单位: cNm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50		4.5	6.7	8.6	17	34	61	85	—	—	—
80		3.1	4.4	5.4	10	21	39	54	73	108	154
100		2.8	3.7	4.7	8.8	20	34	47	64	97	132
120		—	3.4	4.2	8.0	17	31	43	57	88	121
160		—	—	3.6	6.9	15	26	36	50	75	102

CSF系列

表131-3
单位: cNm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		6.4	9.3	15	25	54	—	—	—	—	—
50		4.1	6.1	7.8	15	31	55	77	110	160	220
80		2.8	4	4.9	9.2	19	35	49	66	98	140
100		2.5	3.4	4.3	8	18	31	43	58	88	120
120		—	3.1	3.8	7.3	15	28	39	52	80	110
160		—	—	3.3	6.3	14	24	33	45	68	93

增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表131-4
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50		1.8	3.3	5.2	9.9	20	36	52	—	—	—
80		1.8	3.3	5.3	10	21	36	53	69	106	154
100		2	3.6	5.6	11	22	40	56	75	121	165
120		—	3.9	6.1	12	24	43	61	80	121	176
160		—	—	7	14	29	51	70	94	143	198

CSF系列

表131-5
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		2.4	3.8	6.2	11	23	—	—	—	—	—
50		1.6	3	4.7	9	18	33	47	62	95	130
80		1.6	3	4.8	9.1	19	33	48	63	96	140
100		1.8	3.3	5.1	9.8	20	36	51	68	110	150
120		—	3.5	5.5	11	22	39	55	73	110	160
160		—	—	6.4	13	26	46	64	85	130	180

棘爪扭矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

■ CSG系列

表132-1
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
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

■ CSF系列

表132-2
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
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	5600	8000

弯曲转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

■ CSG系列

表132-3
单位: Nm

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

■ CSF系列

表132-4
单位: Nm

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不负载状态下,使Harmonic Drive转动的必要的输入侧(高速轴侧)转矩。

测定条件

表132-5

减速比100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
			Harmonic润滑脂 SK-2
		涂抹量	正确涂抹量
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

※使用油润滑时请咨询授权代理商。

■不同减速比修正量

Harmonic Drive的无负载运行转矩会根据减速比而发生改变。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。

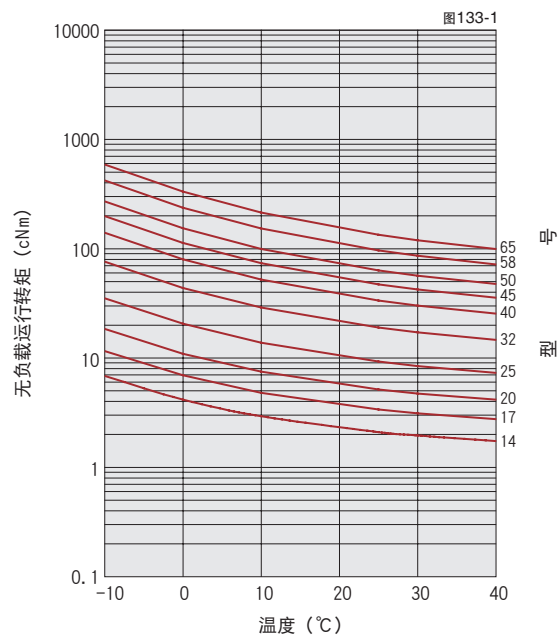
组合型无负载运行转矩修正量

表132-6
单位: cNm

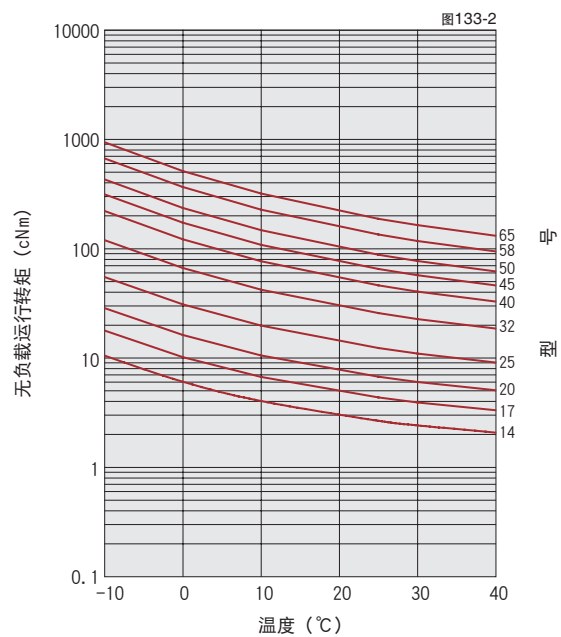
型号	减速比	30	50	80	120	160
14		2.5	1.1	0.2	—	—
17		3.8	1.6	0.3	-0.2	—
20		5.4	2.3	0.5	-0.3	-0.8
25		8.8	3.8	0.7	-0.5	-1.2
32		16	7.1	1.3	-0.9	-2.2
40		—	12	2.1	-1.5	-3.5
45		—	16	2.9	-2.1	-4.9
50		—	21	3.7	-2.6	-6.2
58		—	30	5.3	-3.8	-8.9
65		—	41	7.2	-5.1	-12

■ 减速比100的无负载运行转矩

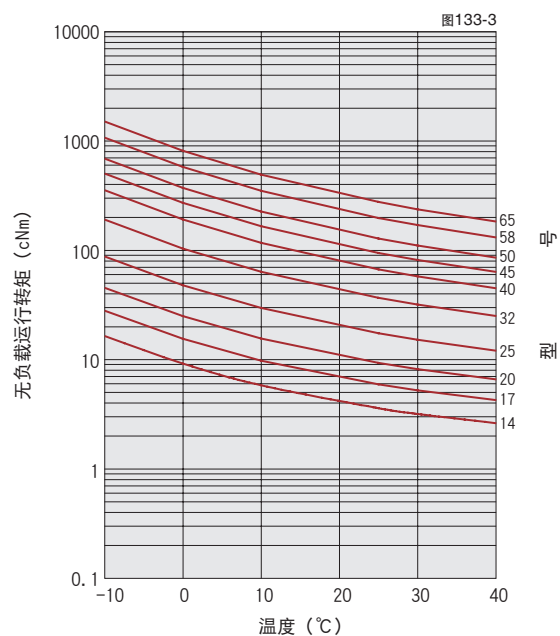
输入转速 500r/min



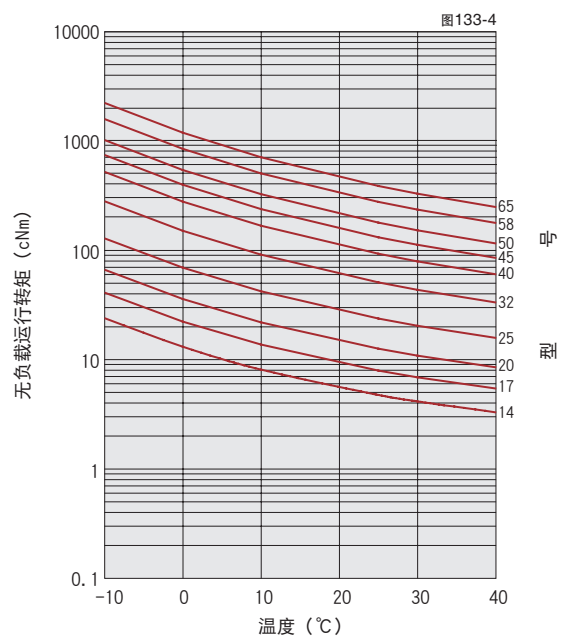
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



输入转速 3500r/min

※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \approx \bar{x} \times 0.2$

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）

测定条件表

表134-1

组装	推荐组装精度下的组装测定		
负载转矩	额定表所示的额定转矩（第036，037页）		
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
		涂抹量	Harmonic润滑脂 SK-2 正确涂抹量

■ 效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图134-1计算出修正系数 K_e ，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

润滑方法：润滑脂润滑（Harmonic润滑脂 SK-1A）

润滑剂温度：20℃

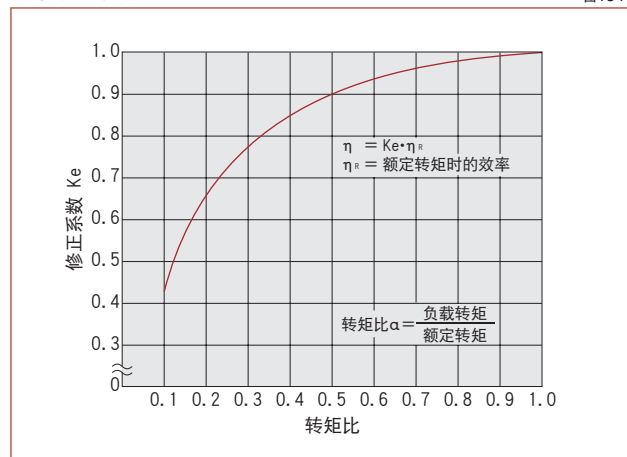
型号20·减速比80的额定转矩为34Nm（额定表：第037页），因此转矩比 α 为0.58。（ $\alpha = 19.6/34 = 0.58$ ）

■ 根据图134-1，计算出效率修正系数 $K_e = 0.93$

■ 负载转矩为19.6Nm时的效率 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.93 \times 78\% = 73\%$ 。

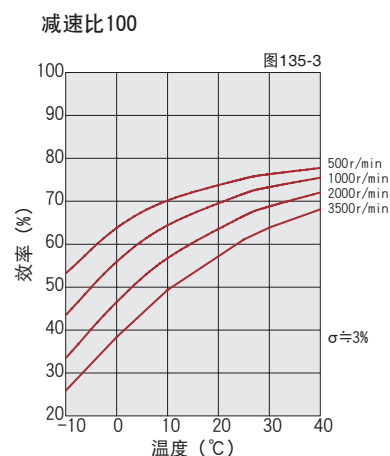
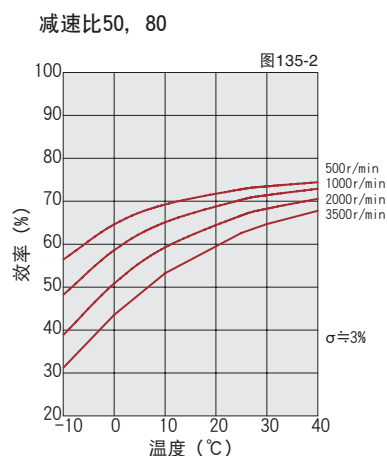
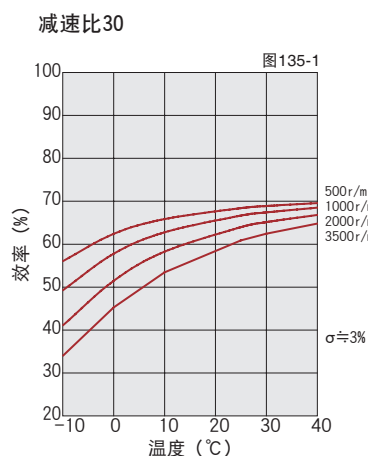
效率修正系数

图134-1

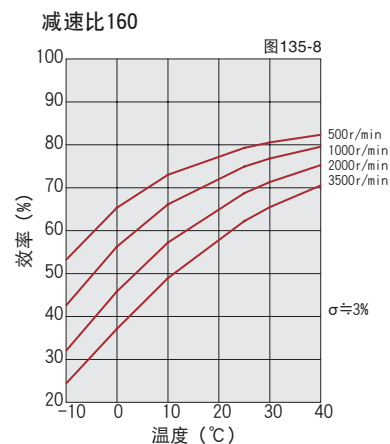
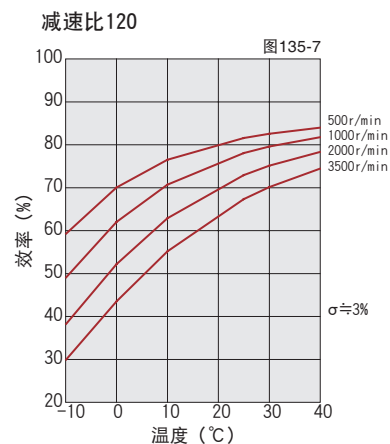
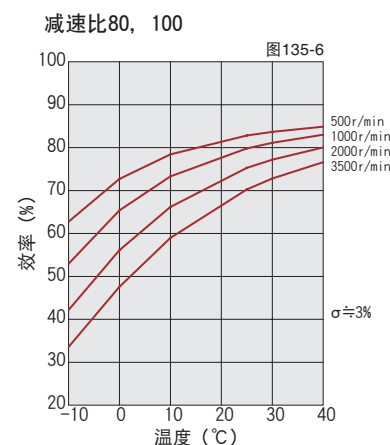
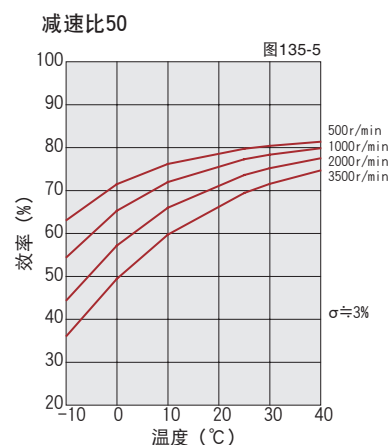
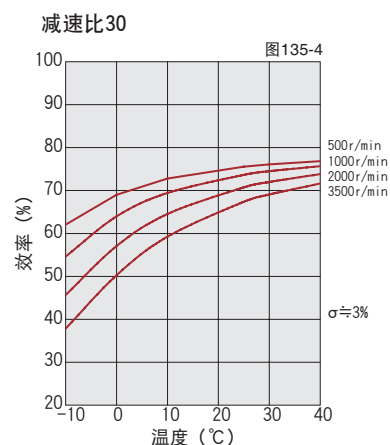


※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e = 1$ 。

■ 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。
各数值的计算公式请参照第 028 ~ 031 页的“技术资料”。

■ 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 (M_c)

② 确认使用寿命

计算平均径向负载 (F_{rav})、平均轴向负载 (F_{aav}) → 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 (P_o) → 确认静态安全系数 (f_s)

■ 主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表 136-1 所示。

规格

表 136-1

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载				容许静力矩 Mc		力矩刚性 Km	
	dp	R	基本额定动负载C		基本额定静负载Co				× 10 ⁴ Nm/rad	kgfm/arc min
	m	m	× 10 ³ N	kgf	× 10 ³ N	kgf	Nm	kgfm		
14	0.035	0.0095	47	480	60.7	620	41	4.2	4.38	1.3
17	0.0425	0.0095	52.9	540	75.5	770	64	6.5	7.75	2.3
20	0.050	0.0095	57.8	590	90.0	920	91	9.3	12.8	3.8
25	0.062	0.0115	96.0	980	151	1540	156	16	24.2	7.2
32	0.080	0.013	150	1530	250	2550	313	32	53.9	16
40	0.096	0.0145	213	2170	365	3720	450	46	91.0	27
45	0.111	0.0155	230	2350	426	4340	686	70	141	42
50	0.119	0.018	348	3550	602	6140	759	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

※基本额定动负载是指，使轴承的基本动态额定寿命达到 100 万转的一定的静止径向负载。

※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部中央位置，施加一定水平的接触应力 ($4kN/mm^2$) 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载荷，如在此范围内，能够保持基本性能并可工作的数值。

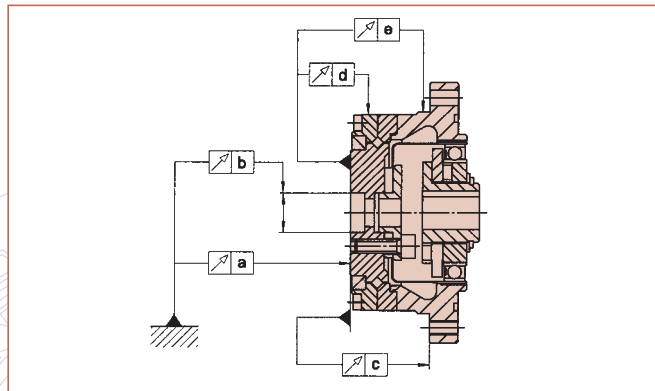
※力矩刚性的数值为参考值。下限值约为表示值的 80%。

※容许径向负载、容许轴向负载是指，在主轴上只施加纯粹的径向负载或轴向负载时，能够满足减速机寿命的数值。（径向负载是 $L_r + R = 0mm$ 、轴向负载是 $L_a = 0mm$ 时）

机械精度

机械精度

图 136-1

表 136-2
单位: mm

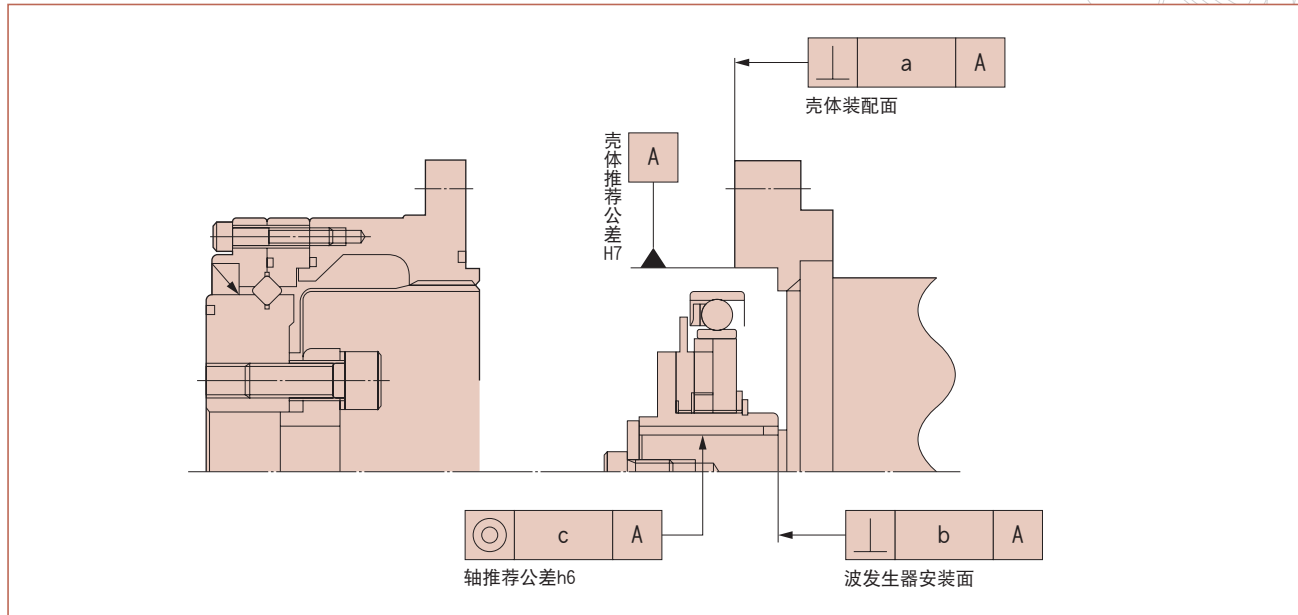
符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018	0.018	0.018	0.018
b		0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015	0.015	0.017	0.017
c		0.024	0.026	0.038	0.045	0.056	0.060	0.068	0.069	0.076	0.085
d		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
e		0.038	0.038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

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，请确保使用如图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

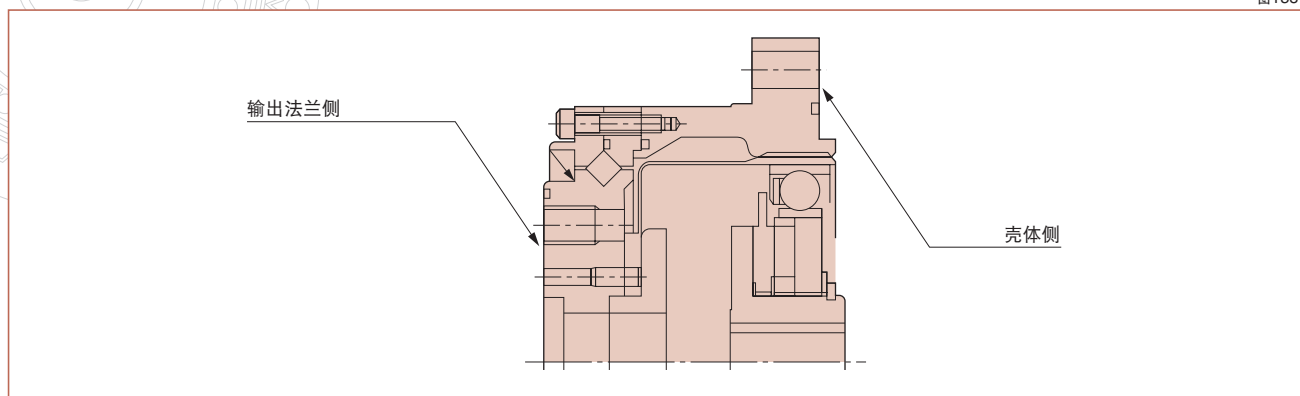
表137-1
单位: mm

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
		(0.008)	(0.010)	(0.010)	(0.012)	(0.012)	(0.012)	(0.013)	(0.015)	(0.015)	(0.015)
c		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)为一体型时的数值。

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 转矩	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 转矩	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. 前提是内螺紋侧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 $\mu=0.15$

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 转矩	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 转矩	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. 前提是内螺纹侧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 $\mu=0.15$

■向输出法兰实施负载安装时的注意事项 (型号14~25)

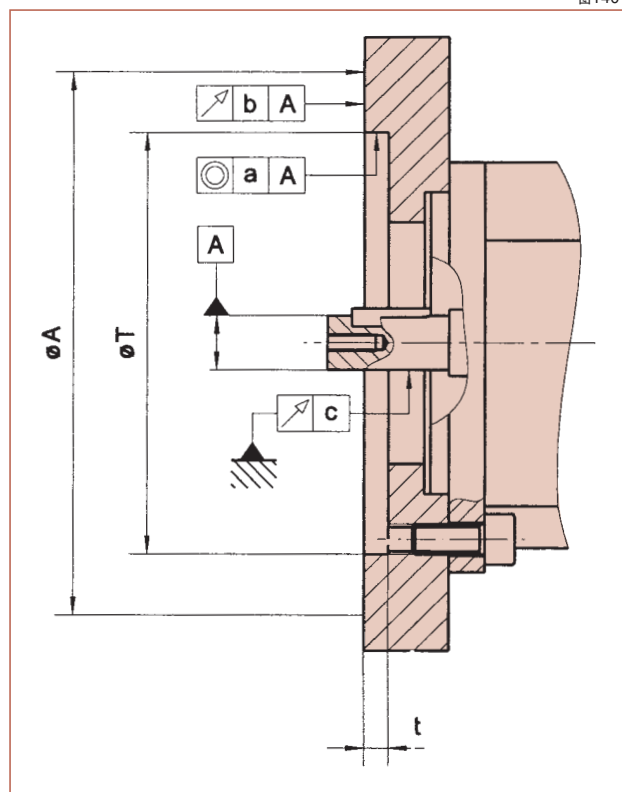
由于型号14、17、20、25组合型的输出法兰外周的油封和输出法兰(旋转部)端面间的距离(参照第038页 图128-1 尺寸符号L)较短,因此负载和油封可能会发生接触,在设计时应特别注意使两者保持一定距离。

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。

图140-1

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	160	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	135H7	156H7	177H7

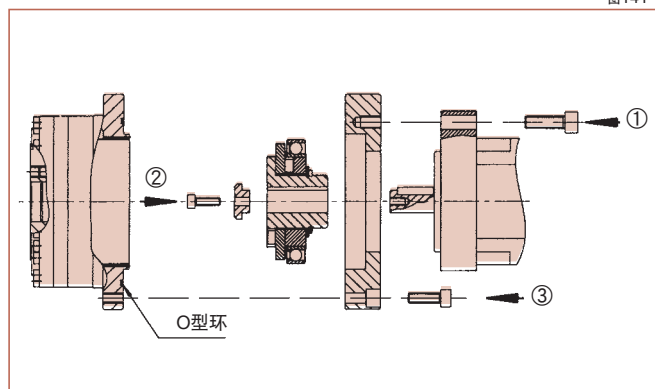
■ 安装步骤

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，请根据电动机安装面凹圆部的直径选择相应的安装步骤。表141-1所示的是根据安装面凹圆部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
安装面凹圆部直径	<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)

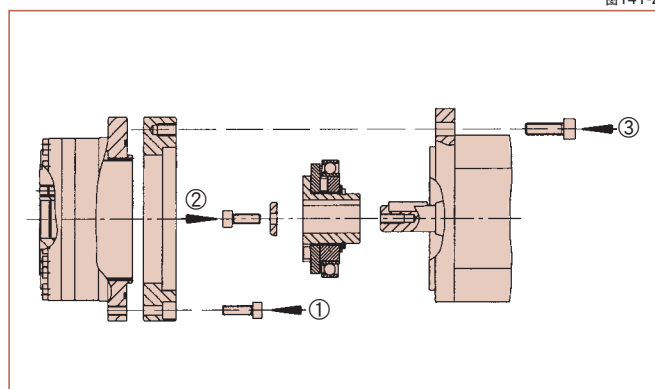
图141-1



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度的力。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，请特别注意把中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内（参考第047页的“组装精度”）。

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. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。
3. 确认是否实施了不与组合型组装部位接触的倒角加工。

关于防锈措施

组件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。

润滑

组合型的标准润滑方法为润滑脂润滑，出厂前已封入润滑脂。

型号14、17采用Harmonic润滑脂SK-2，型号20至65则采用Harmonic润滑脂SK-1A。（交叉滚子轴承部为Harmonic润滑脂4B No.2）此外，用于使用寿命较长的部位时也可使用Harmonic润滑脂4B No.2。（润滑脂规格详情请参照“技术资料”。）

使用润滑脂润滑时，为避免在运转中润滑脂发生飞散而尽量残留在组合型内部，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。

润滑脂容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

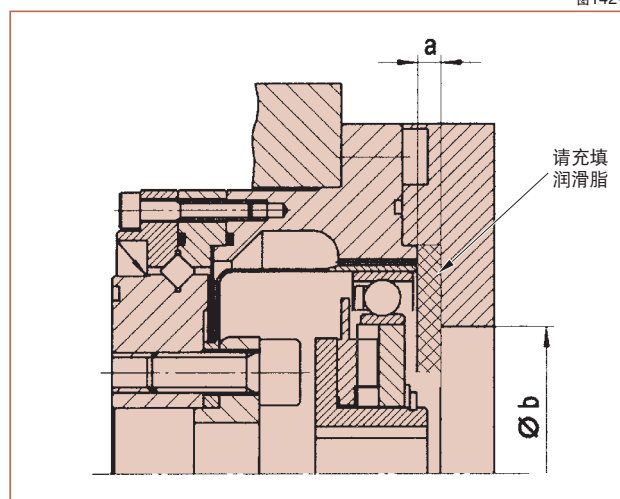


图142-1

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-波发生器朝下时

※※垂直-波发生器朝上时

■其他注意事项

波发生器朝上或朝下使用时，请用润滑脂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

为防止润滑脂泄漏，以及维持Harmonic Drive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、配合部……………O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O形环的啮合情况。
- 螺孔部……………使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

（注）特别是使用Harmonic润滑脂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）
	安装螺钉部	有密封效果的螺钉锁固剂（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。

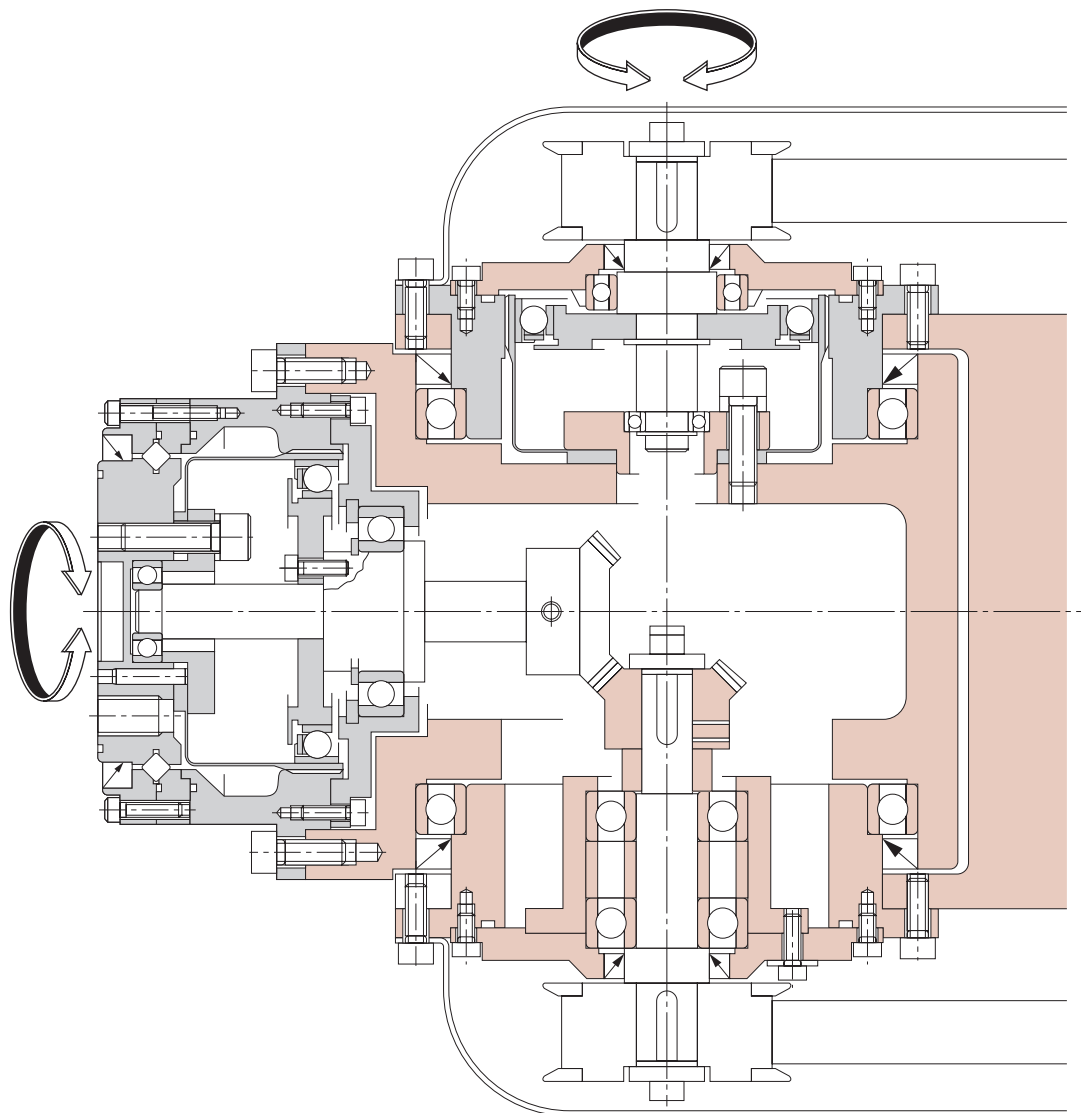
关于防锈措施

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。

垂直多关节型机器人手腕的弯曲、扭转驱动

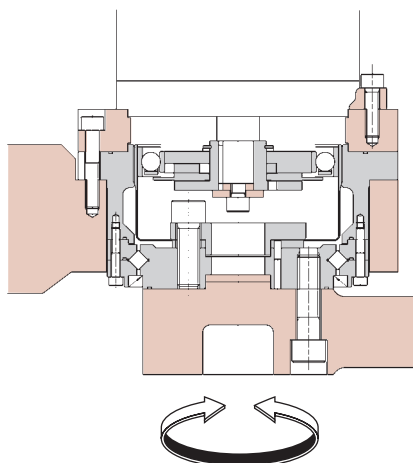
图143-1



※如本组装示例使用时，必须使用防止润滑剂泄漏的密封机构。

水平多关节型机器人的机械臂驱动

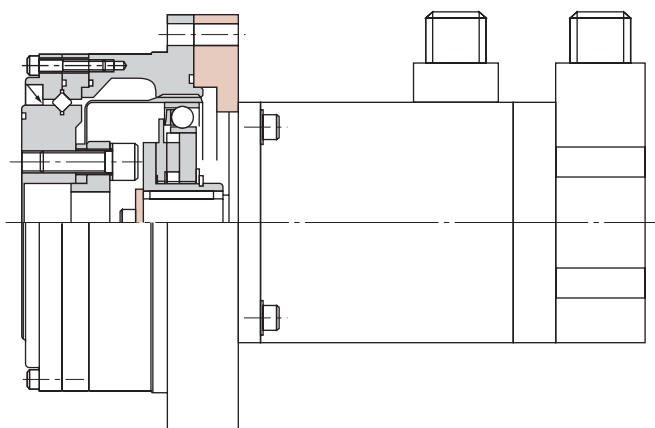
图144-1



※如本组装示例使用时，必须使用防止润滑剂泄漏的密封机构。

直接连接伺服电动机示例

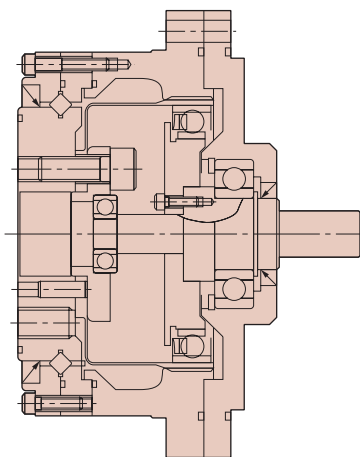
图144-2



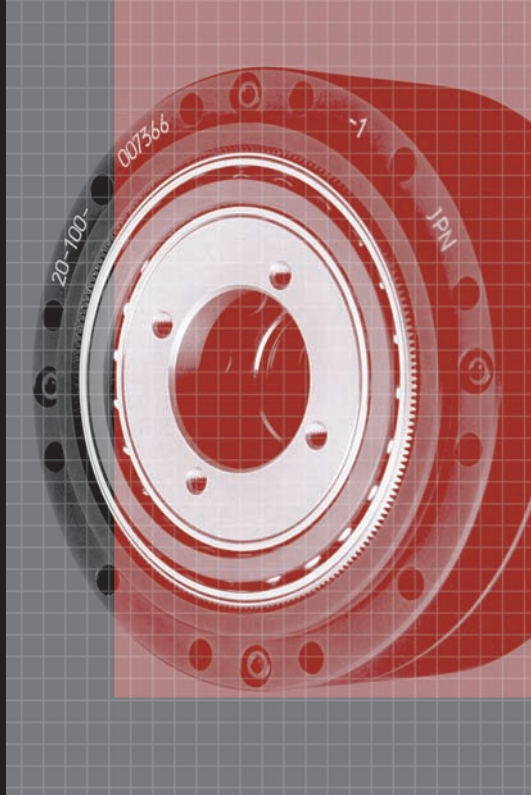
特殊形状示例

图144-3

带输入轴型、更易安装操作的示例。



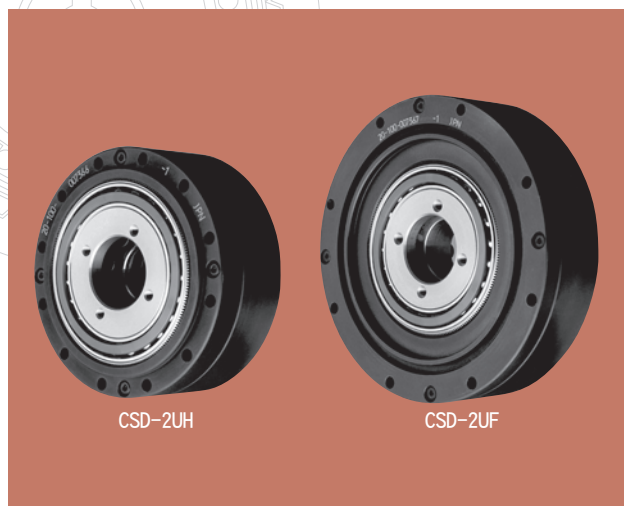
※关于特殊形状的详情请咨询授权代理商。



CSD系列

Unit Type CSD

特点	056
型号·符号	057
技术数据	
·额定表	057
·CSD-2UH外形图	058
·CSD-2UH尺寸图	058
·CSD-2UF外形图	059
·CSD-2UF尺寸图	059
·角度传达精度	060
·滞后损失	060
·刚性（弹簧常数）	060
·起动转矩	060
·增速起动转矩	061
·棘爪扭矩	061
·屈服转矩	061
·无负载运行转矩	062
·效率特性	064
·主轴承的规格	066
·机械精度	067
设计指南	
·组装精度	068
·安装和传递转矩	069
·润滑	070
·密封机构	070
应用	071



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。

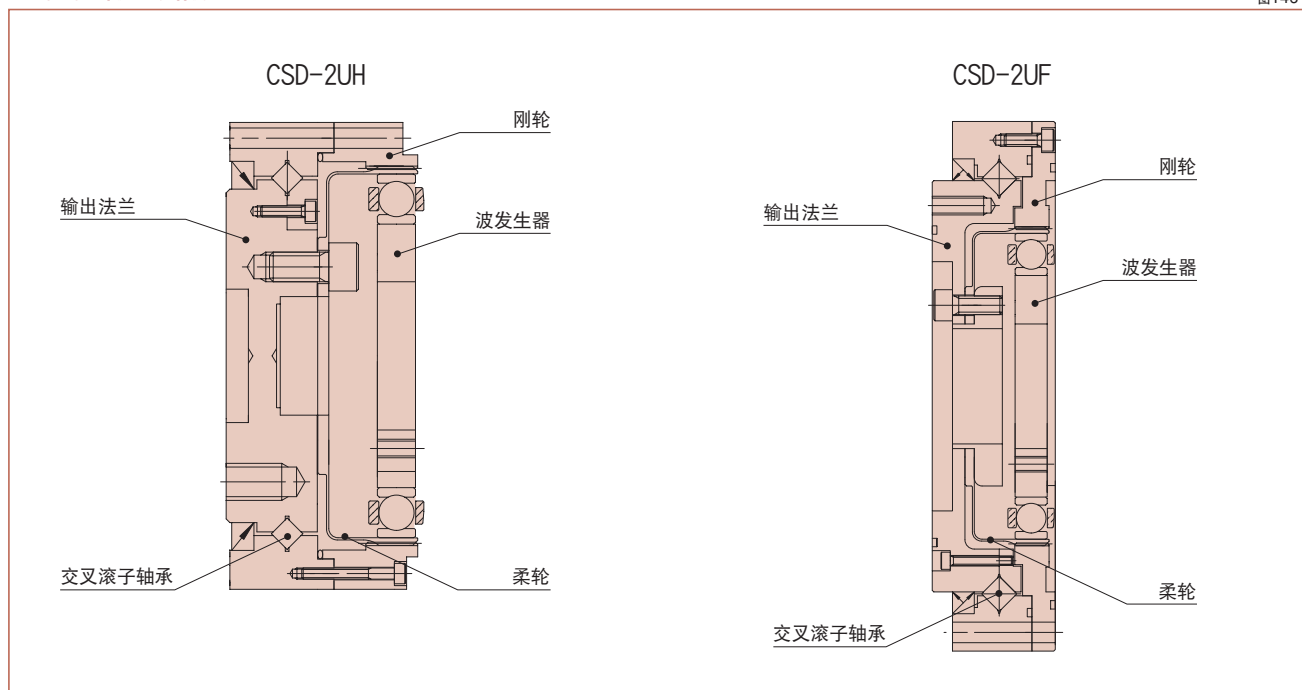
致力于谐波齿轮传动轻量紧凑特点的CSD系列顺应市场的要求在继承传统产品优良性能的同时，实现了大胆的形状设计。

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

表147-1

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	160			
	25	50	100	160			
	32	50	100	160			
	40	50	100	160			
	50	50	100	160			

(注) 减速比表示的是输入: 波发生器, 固定: 刚轮, 输出: 柔轮时的情况。

技术数据

额定表

■ CSD-2UH

表147-2

型号	减速比	输入2000r/min 时的额定转矩		起动停止时的 容许峰值转矩		平均负载转矩 的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高输入 转速 r/min	容许平均输入 转速 r/min	转动惯量	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	润滑脂润滑	润滑油润滑	$I (\times 10^{-4} \text{kgm}^2)$	$J (\times 10^{-4} \text{kgfms}^2)$
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				
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	7.2				
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				
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	9.7				
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	5600	3500	0.282	0.288
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19				
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21				
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				
	160	96	10	261	27	151	15	445	45				
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				
	160	206	21	453	46	316	32	765	78				
50	50	172	18	500	51	247	25	1000	102	3500	2500	8.61	8.78
	100	329	34	686	70	466	48	1440	147				
	160	370	38	823	84	590	60	1715	175				

(注) 1. 转动惯量 $I = \frac{1}{4} GD^2$

■ CSD-2UF

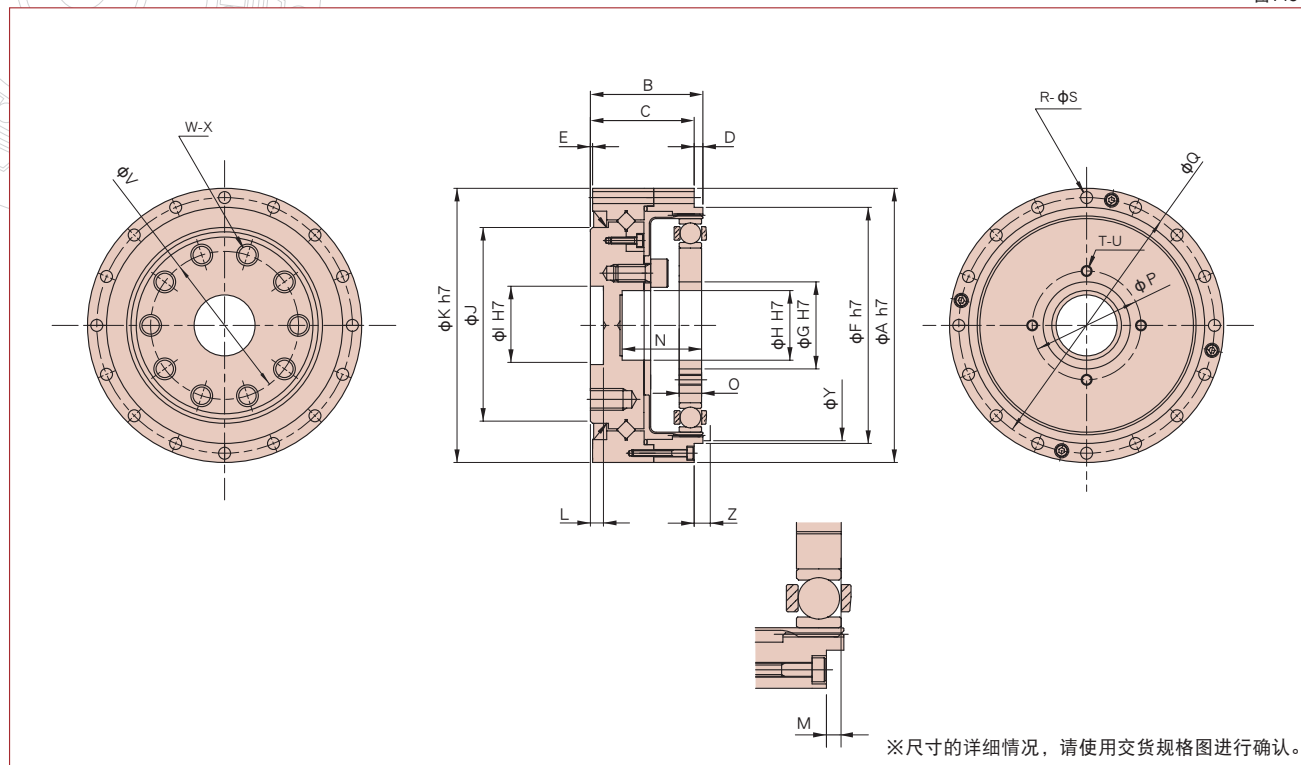
表147-3

型号	减速比	输入2000r/min 时的额定转矩		起动停止时的 容许峰值转矩		平均负载转矩 的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高输入 转速 r/min	容许平均输入 转速 r/min	转动惯量	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	润滑脂润滑	润滑油润滑	$I (\times 10^{-4} \text{kgm}^2)$	$J (\times 10^{-4} \text{kgfms}^2)$
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				
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	7.2				
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				
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	9.7				
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	5600	3500	0.282	0.288
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19				
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21				
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				
	160	96	10	261	27	151	15	445	45				
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				
	160	206	21	453	46	316	32	765	78				

(注) 1. 转动惯量 $I = \frac{1}{4} GD^2$

CSD-2UH外形图

图148-1



CSD-2UH尺寸表

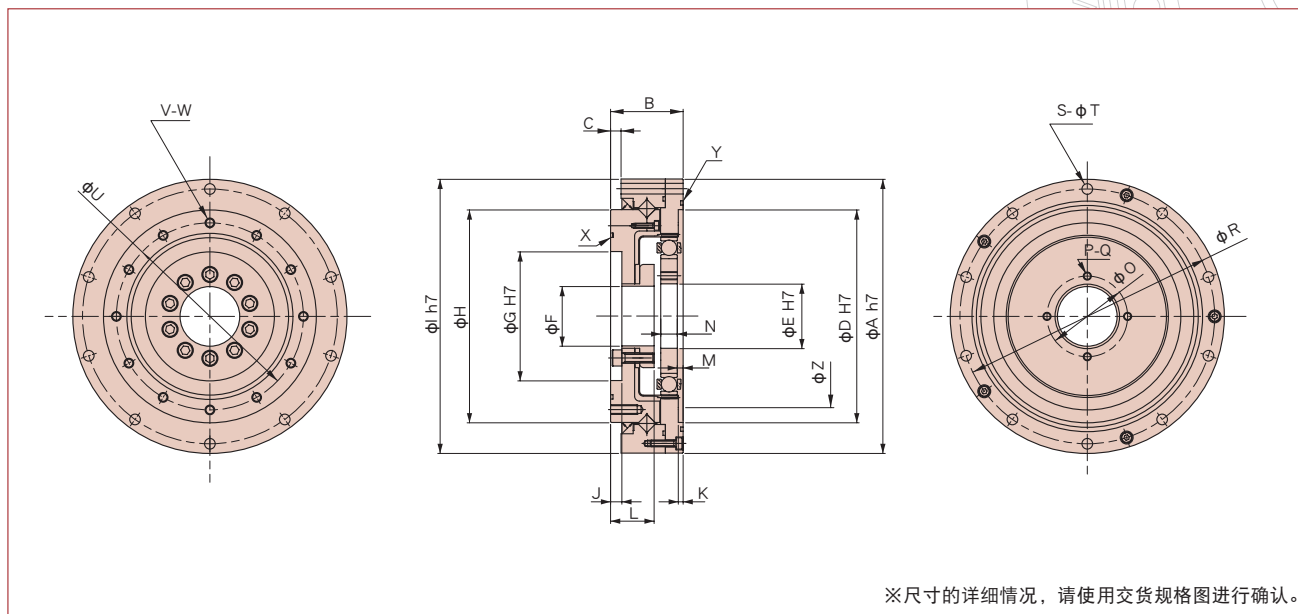
表148-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
φA h7		55	62	70	85	112	126	157
B		25	26.5	29.7	37.1	43	51.7	62.5
C		23	24.5	27.7	34.1	40	47.7	58.5
D		2	2	2	3	3	4	4
E		0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
φF h7		42.5	49.5	58	73	96	108.5	136
φG H7		11	15	20	24	32	40	50
φH H7		11	11	16	20	30	32	44
φI H7		12	14	18	24	32	36	48
φJ		31	38	45	58	78	90	112
φK h7		55	62	70	85	112	126	157
L		5	5	5	5.5	5.5	6	7
M		1.7 ⁰ _{-0.2}	1.7 ⁰ _{-0.2}	1.7 ⁰ _{-0.2}	2.6 ⁰ _{-0.2}	2.5 ⁰ _{-0.2}	3.4 ⁰ _{-0.2}	3.2 ⁰ _{-0.2}
N		14.8	16.3	18.8	23.7	30.6	36.5	44.3
O		4 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.3 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}	12.7 ⁰ _{-0.1}
φP (PCD)		17	21	26	30	40	50	60
φQ (PCD)		49	56	64	79	104	117.5	147
R		6	10	12	18	18	18	22
φS		3.4	3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6
T		4	4	4	4	4	4	4
U		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
φV (PCD)		25	27	34	42	57	72	88
W		10	8	8	8	10	10	10
X		M3×7	M5×8	M6×9	M8×12	M8×12	M10×15	M12×18
φY		38	45	53	66	86	106	133
Z		3	3	3.5	4.5	5	6.5	7.5
重量 (kg)		0.35	0.46	0.65	1.2	2.4	3.6	6.9

●由于零部件的制造方法（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外形图

图149-1



CSD-2UF尺寸表

表149-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40
ϕA h7		70	80	90	110	142	170
B		22	22.7	26.8	31.5	37	45
C		0.5	0.5	2.3	2.1	2.8	6.5
ϕD H7		48	56	64	80	106	132
ϕE H7		11	15	20	24	32	40
ϕF		9	9	18	22	29	37
ϕG H7		30	34	40	52	70	80
ϕH		49	59	69	84	110	132
ϕI h7		70	80	90	110	142	170
J		4.9	5.4	4.8	5.5	6	7
K		2.5	2.5	2.5	3	3	3
L		12.9	13.4	16.8	19.5	22	27
M		$2.8^{+0.2}_0$	$2.8^{+0.2}_0$	$2.8^{+0.2}_0$	$3.4^{+0.2}_0$	$3.5^{+0.2}_0$	$3.6^{+0.2}_0$
N		$4^{+0}_{-0.1}$	$5^{+0}_{-0.1}$	$5.2^{+0}_{-0.1}$	$6.3^{+0}_{-0.1}$	$8.6^{+0}_{-0.1}$	$10.3^{+0}_{-0.1}$
ϕO (PCD)		17	21	26	30	40	50
P		4	4	4	4	4	4
Q		M3	M3	M3	M3	M4	M5
ϕR (PCD)		64	74	84	102	132	158
S		6	8	8	10	10	10
ϕT		3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6
ϕU (PCD)		42	50	60	73	96	116
V		8	10	8	8	8	12
W		M3×5	M3×6	M4×8	M5×8	M6×10	M6×10
X		34.5×0.80	38.0×1.50	S48	S60	S80	S100
Y		49.0×1.50	59.4×1.20	S70	S85	S115	S140
ϕZ		38	45	53	66	86	106
重量 (kg)		0.50	0.66	0.94	1.7	3.3	5.7

●由于零部件的制造方法（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

(用语说明请参照“技术资料”。)

表150-1

型号	14	17	20	25	32	40	50
角度传达误差	$\times 10^{-4}$ rad	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

滞后损失

(用语说明请参照“技术资料”。)

表150-2

减速比	单位	型号	14	17	20	25	32	40	50
50	$\times 10^{-4}$ rad		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	$\times 10^{-4}$ rad		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)

(用语说明请参照“技术资料”。)

表150-3

项目	单位	型号	14	17	20	25	32	40	50
T_1	Nm		2.0	3.9	7.0	14	29	54	108
	kgfm		0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	11
T_2	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_1	$\times 10^4$ Nm/rad	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8	17
		kgfm/arc min	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6	5.0
	K_2	$\times 10^4$ Nm/rad	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgfm/arc min	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4	6.3
	K_3	$\times 10^4$ Nm/rad	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15	30
		kgfm/arc min	0.14	0.34	0.6	1.1	2.5	4.5	9.0
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	6.9	5.8	6.4	7.0	6.2	6.1	6.4
		arc min	2.4	2.0	2.2	2.4	2.1	2.1	2.2
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	19	14	19	18	18	18	18
		arc min	6.4	4.6	6.6	6.1	6.1	5.9	6.2
减速比 100以上	K_1	$\times 10^4$ Nm/rad	0.4	0.84	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgfm/arc min	0.12	0.25	0.4	0.8	1.8	3.2	6.3
	K_2	$\times 10^4$ Nm/rad	0.44	0.94	1.7	3.7	7.8	14	29
		kgfm/arc min	0.13	0.28	0.5	1.1	2.3	4.2	8.5
	K_3	$\times 10^4$ Nm/rad	0.61	1.3	2.5	4.7	11	20	37
		kgfm/arc min	0.18	0.39	0.75	1.4	3.3	5.8	11
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	5.0	4.6	5.4	5.2	4.8	4.9	5.1
		arc min	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	16	13	15	13	14	14	13
		arc min	5.4	4.3	5.0	4.5	4.8	4.8	4.6

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表150-4
单位: cNm

减速比	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

■ CSD-2UH

表150-5
单位: cNm

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

■ CSD-2UF

增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

■ CSD-2UH

表151-1
单位: Nm

减速比 \ 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

■ CSD-2UF

表151-2
单位: Nm

减速比 \ 型号	14	17	20	25	32	40
50	3.3	4.7	5.6	10	20	34
100	3.9	5.0	6.4	11	24	39
160	—	—	7.8	14	31	49

棘爪扭矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表151-3
单位: Nm

减速比 \ 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

屈曲转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表151-4
单位: Nm

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

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

测定条件

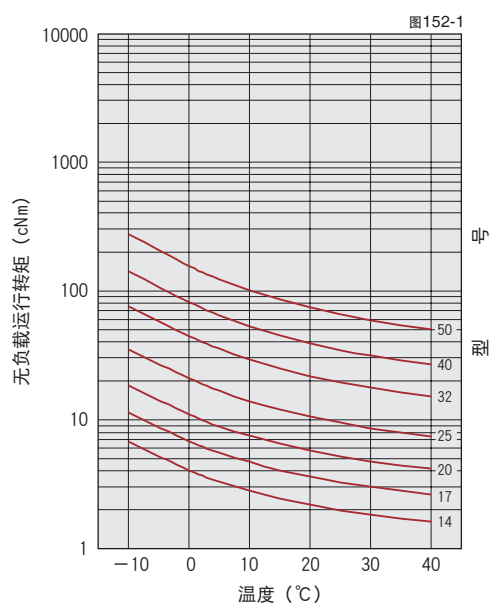
表152-1

减速比 100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A（型号20以上）
			Harmonic润滑脂 SK-2（型号14、17）
		涂油量	正确涂油量
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

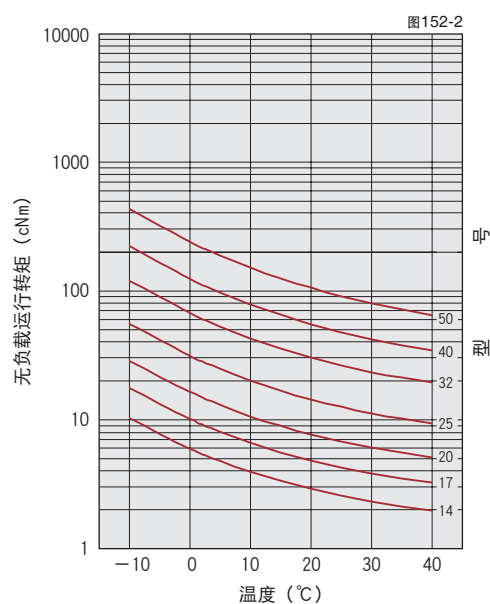
■ 减速比100的无负载运行转矩

■ CSD-2UH

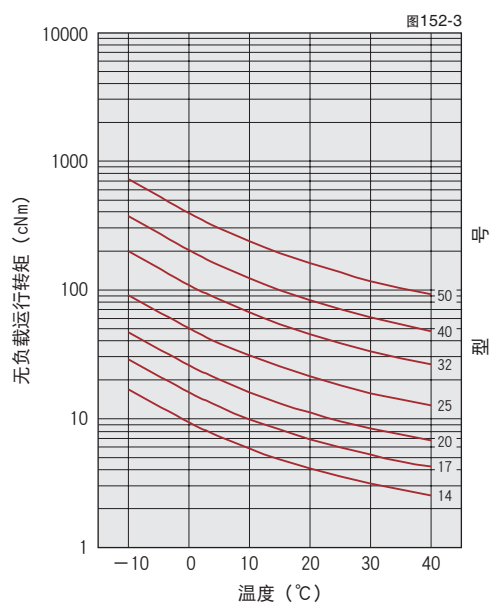
输入转速 500r/min



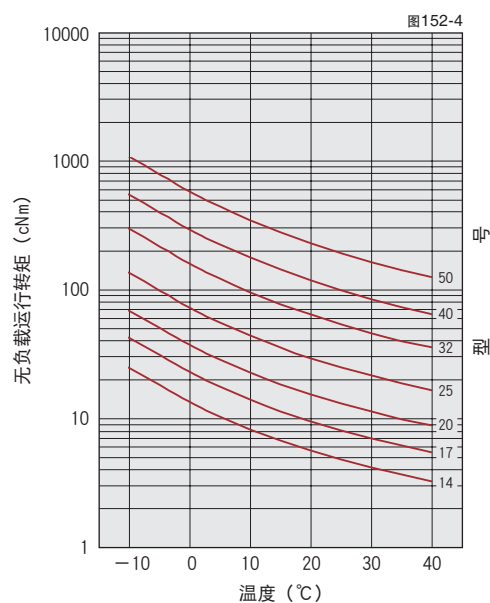
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



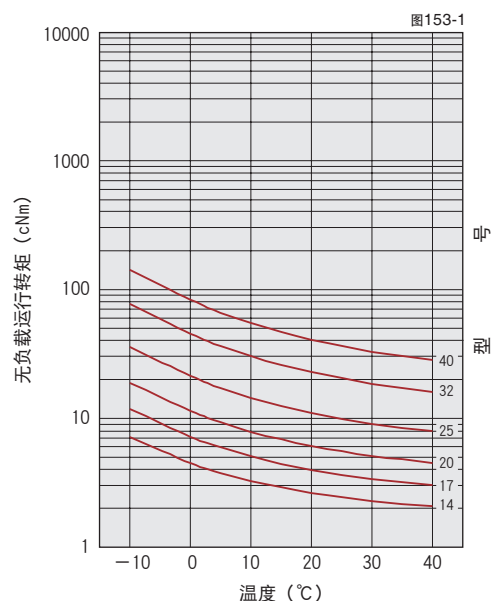
输入转速 3500r/min



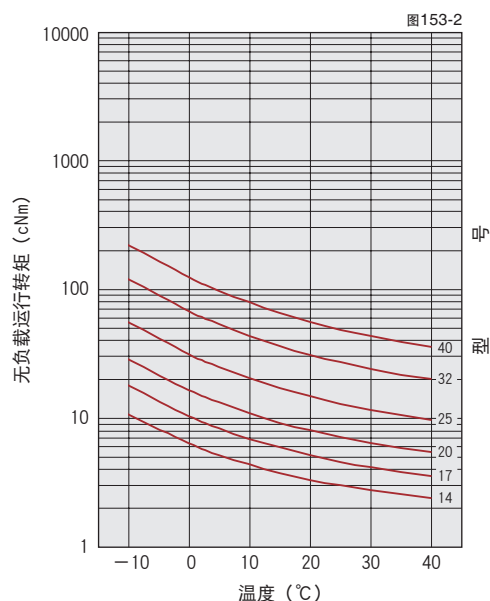
※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \approx \bar{x} \times 0.2$

■ CSD-2UF

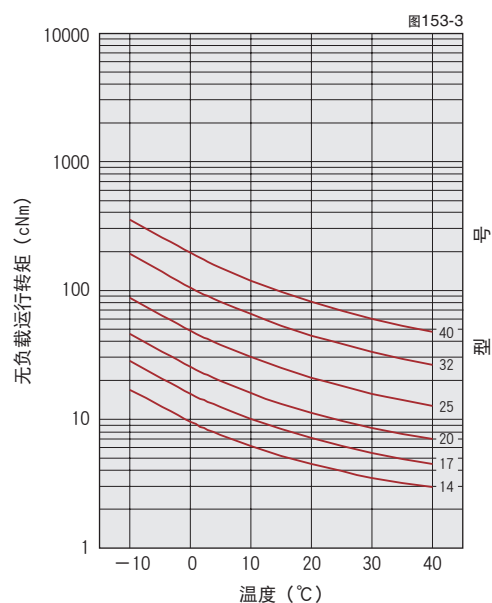
输入转速 500r/min



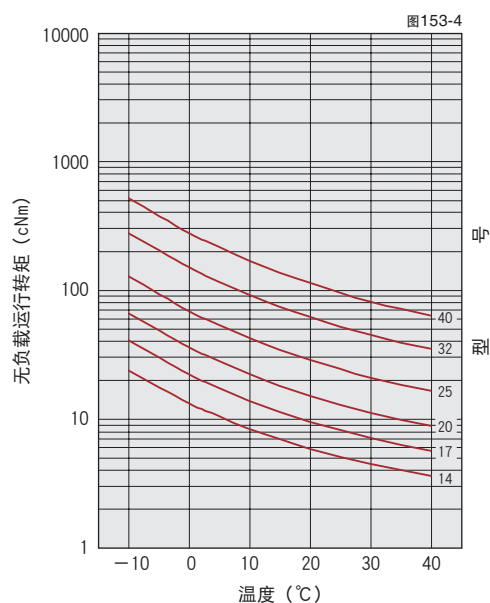
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



输入转速 3500r/min

※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \approx \bar{x} \times 0.2$

■ 不同减速比修正量

组合型的无负载运行转矩会根据减速比而发生改变。图152-1~153-4为减速比100的数值。

其他减速比，请加上表153-1所示的修正量进行计算。

无负载运行转矩修正量

表153-1
单位: cNm

型号	2UH		2UF	
	50	160	50	160
14	+0.93	—	+1.4	—
17	+1.5	—	+1.8	—
20	+2.3	-0.70	+2.6	-0.84
25	+3.8	-1.2	+4.3	-1.3
32	+7.3	-2.2	+8.2	-2.5
40	+12	-3.6	+14	-4.2
50	+22	-6.4	—	—

效率特性

效率会因为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（润滑剂的种类及其使用量）

测定条件

表154-1

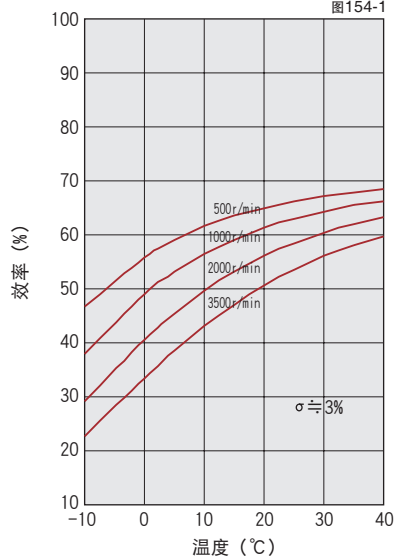
组装	推荐组装精度下的组装测定		
负载转矩	额定表所示的额定转矩（第057页）		
※负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。 请参照以下效率修正系数。			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A（型号20以上） Harmonic润滑脂 SK-2（型号14、17）
		涂抹量	正确涂抹量

■ 额定转矩时的效率

■ CSD-2UH

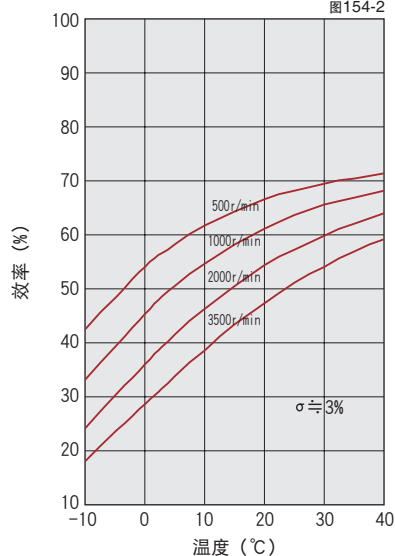
型号14/减速比50

图154-1



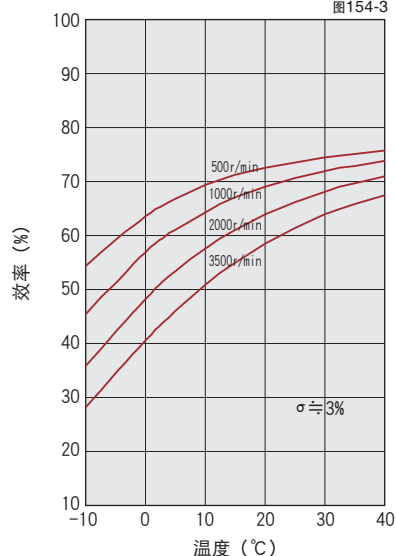
型号14/减速比100

图154-2



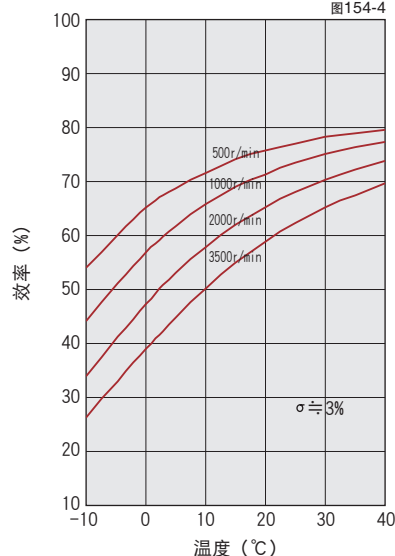
型号17~50/减速比50

图154-3



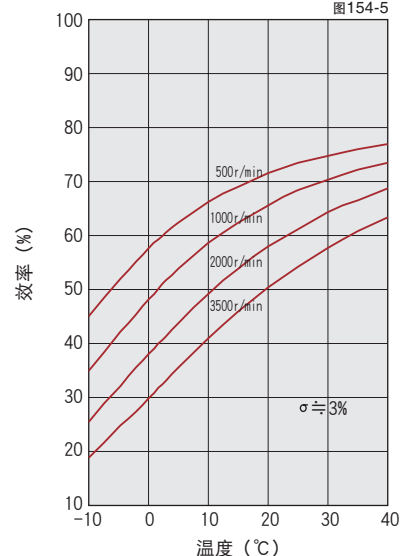
型号17~50/减速比100

图154-4



型号20~50/减速比160

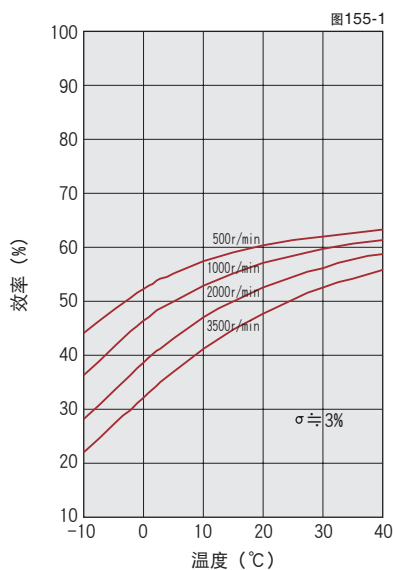
图154-5



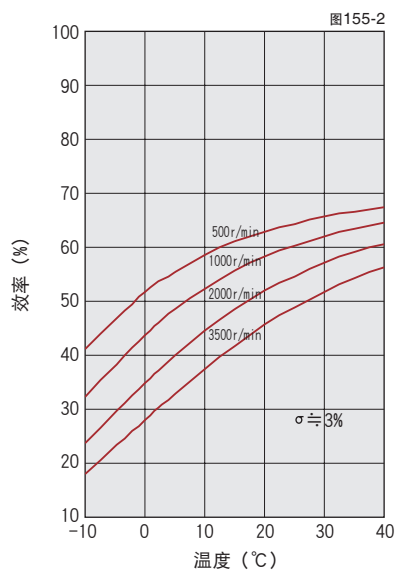
※本表的数值为平均值 $\bar{\sigma}$ 。 $\sigma \approx \bar{\sigma} \times 0.2$

■CSD-2UF

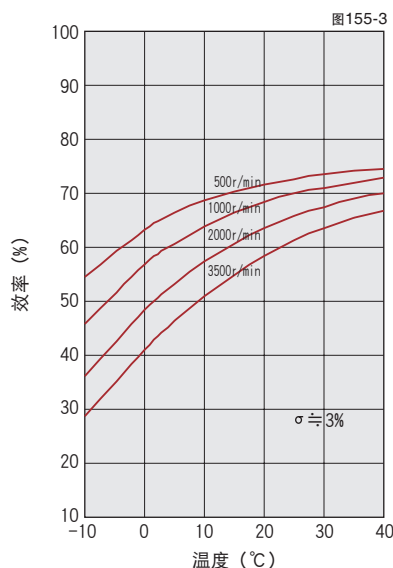
型号14/减速比50



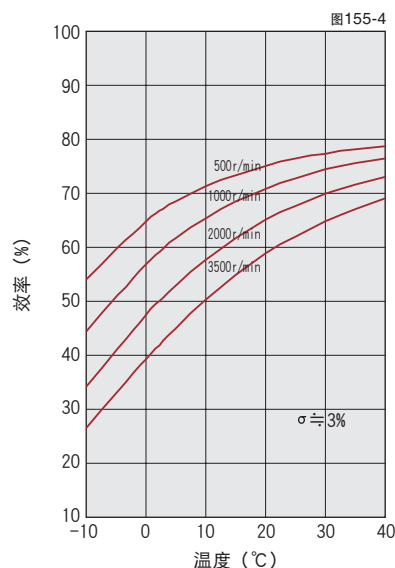
型号14/减速比100



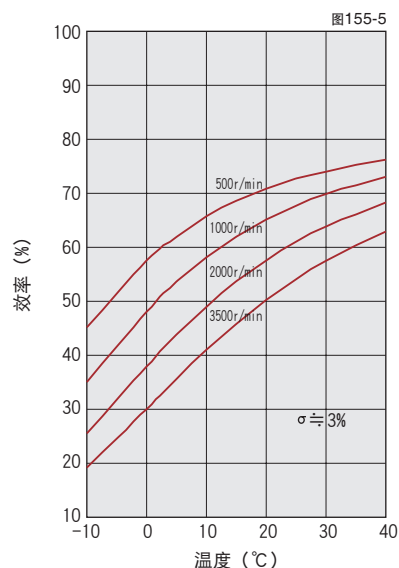
型号17~40/减速比50



型号17~40/减速比100

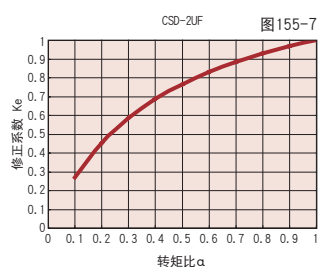
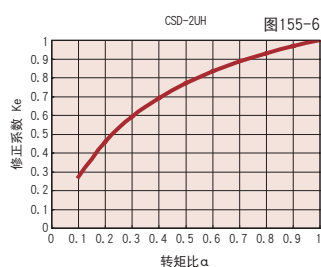


型号20~40/减速比160

※本表的数值为平均值 $\bar{\sigma}$ 。 $\sigma \cong \bar{\sigma} \times 0.2$

■效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图155-6、155-7计算出修正系数 K_e ，通过效率修正计算公式计算出效率。※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e=1$ 。转矩比 α 为负载转矩/额定转矩（额定表：第057页）的数值。

■效率修正计算公式

“负载转矩小于额定转矩时”的效率请根据以下计算公式计算得出。

计算公式155-1

$$\text{效率} \eta = K_e \times \eta_R$$

计算公式155-1的符号

表155-1

η	效率	
K_e	效率修正系数	参照图155-6、7
η_R	额定转矩时的效率	参照图154-1~155-5

计算示例

以CSD-20-50-2UH为例，计算出以下条件下的效率 h (%)。

输入转速：1000r/min 负载转矩：13.6Nm

润滑方法：润滑脂润滑 润滑剂温度：20℃

效率修正系数 K_e ：0.95（根据转矩比 $\alpha=13.6/17=0.8$ 、图155-6计算得出）效率 h (%) = 0.95×62 （根据图154-1）= 58.9%

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。
各数值的计算公式请参照第028~031页的“技术资料”。

■ 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 (M_c)

② 确认使用寿命

计算平均径向负载 (F_{rav})、平均轴向负载 (F_{aav}) → 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 (P_o) → 确认静态安全系数 (f_s)

■ 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	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载				容许静力矩 M_c		力矩刚性 K_m		容许轴向负载 F_a	容许径向负载 F_r
	d_p	R	基本额定动负载 C		基本额定静负载 C_o		Nm	kgfm	$\times 10^4$ Nm/red	kgfm/ arc-min	$\times 10^2$ N	$\times 10^2$ N
	m	m	$\times 10^2$ N	kgf	$\times 10^2$ N	kgf						
14	0.035	0.0095	47	480	60.7	620	41	4.2	4.38	1.3	10.1	6.74
17	0.0425	0.0099	52.9	540	75.5	770	64	6.5	7.75	2.3	11.3	7.58
20	0.050	0.0102	57.8	590	90	920	91	9.3	12.8	3.8	12.4	8.28
25	0.062	0.0130	96.0	980	151	1540	156	16	24.2	7.2	20.5	13.8
32	0.080	0.0144	150	1530	250	2550	313	32	53.9	16	32.1	2.15
40	0.096	0.0151	213	2170	365	3720	450	46	91	27	45.6	3.05
50	0.119	0.0192	348	3550	602	6140	759	77	171	51	74.4	4.99

■ CSD-2UF

表156-2

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载				容许静力矩 M_c		力矩刚性 K_m		容许轴向负载 F_a	容许径向负载 F_r
	d_p	R	基本额定动负载 C		基本额定静负载 C_o		Nm	kgfm	$\times 10^4$ Nm/red	kgfm/ arc-min	$\times 10^2$ N	$\times 10^2$ N
	m	m	$\times 10^2$ N	kgf	$\times 10^2$ N	kgf						
14	0.050	0.0118	57.8	590	90	920	91	9.3	12.8	3.8	12.4	8.28
17	0.060	0.0123	104	1060	163	1670	124	12.6	15.4	4.6	22.2	14.9
20	0.070	0.0128	146	1490	220	2250	187	19.1	25.2	7.5	31.2	20.9
25	0.085	0.0140	218	2230	358	3660	258	26.3	39.2	11.6	46.6	31.2
32	0.111	0.0168	382	3900	654	6680	580	59.1	100	29.6	81.7	54.7
40	0.133	0.0215	433	4410	816	8330	849	86.6	179	53.2	92.6	62.0

※基本额定动负载是指,使轴承的基本动态额定寿命达到100万转的一定的静止径向负载。

※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部中央位置,施加一定水平的接触应力 (4kN/mm^2) 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载荷,如在此范围内,能够保持基本性能并可工作的数值。

※力矩刚性的数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

※容许径向负载、容许轴向负载是指,在主轴上只施加纯粹的径向负载或轴向负载时,能够满足减速机寿命的数值。(径向负载是 $L_r + R = 0\text{mm}$ 、轴向负载是 $L_a = 0\text{mm}$ 时)

机械精度

表示组合型的机械精度。

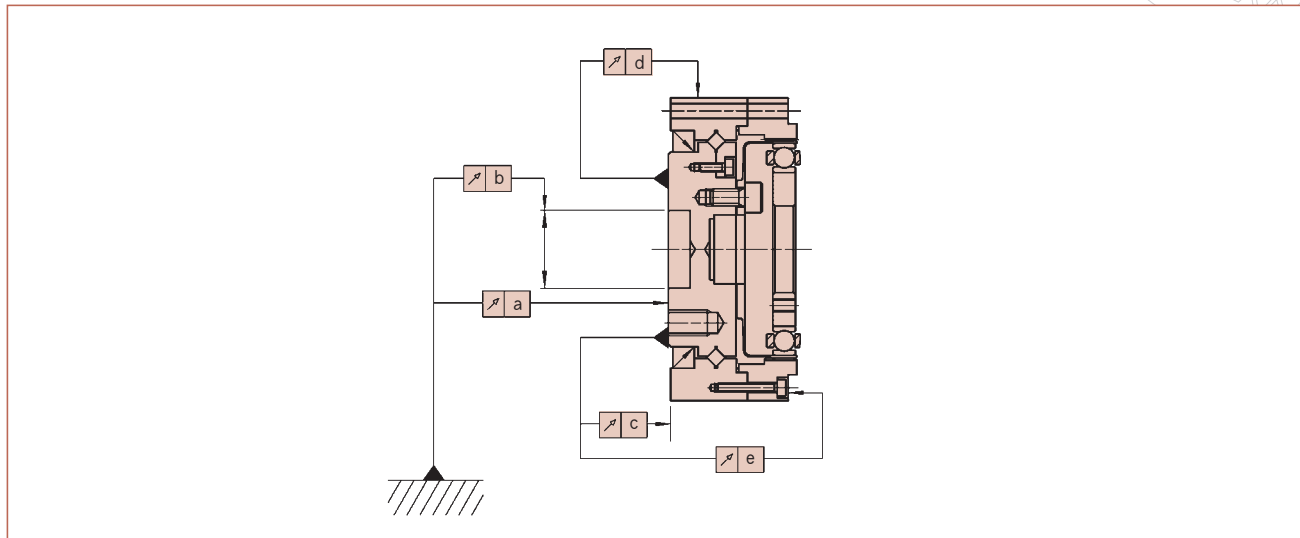
输入：波发生器

输出：刚轮

固定：柔轮

■ CSD-2UH

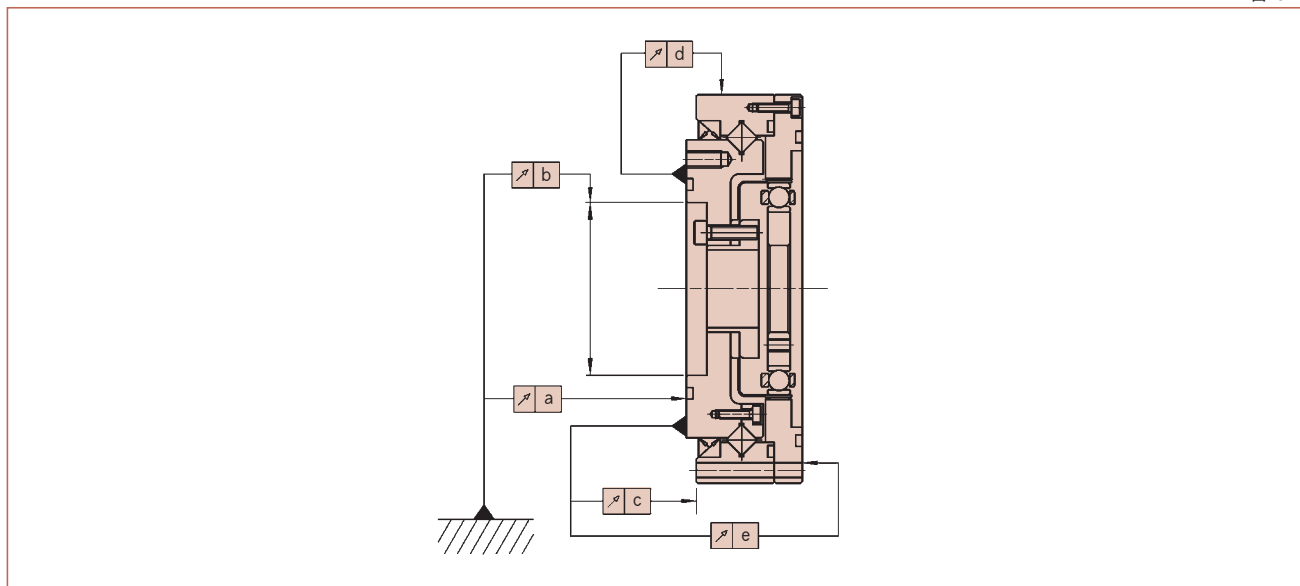
图157-1

表157-1
单位: mm

符号	型号	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

图157-2

表157-2
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40
a		0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015
b		0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
c		0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
d		0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
e		0.031	0.031	0.031	0.041	0.047	0.047

组装精度

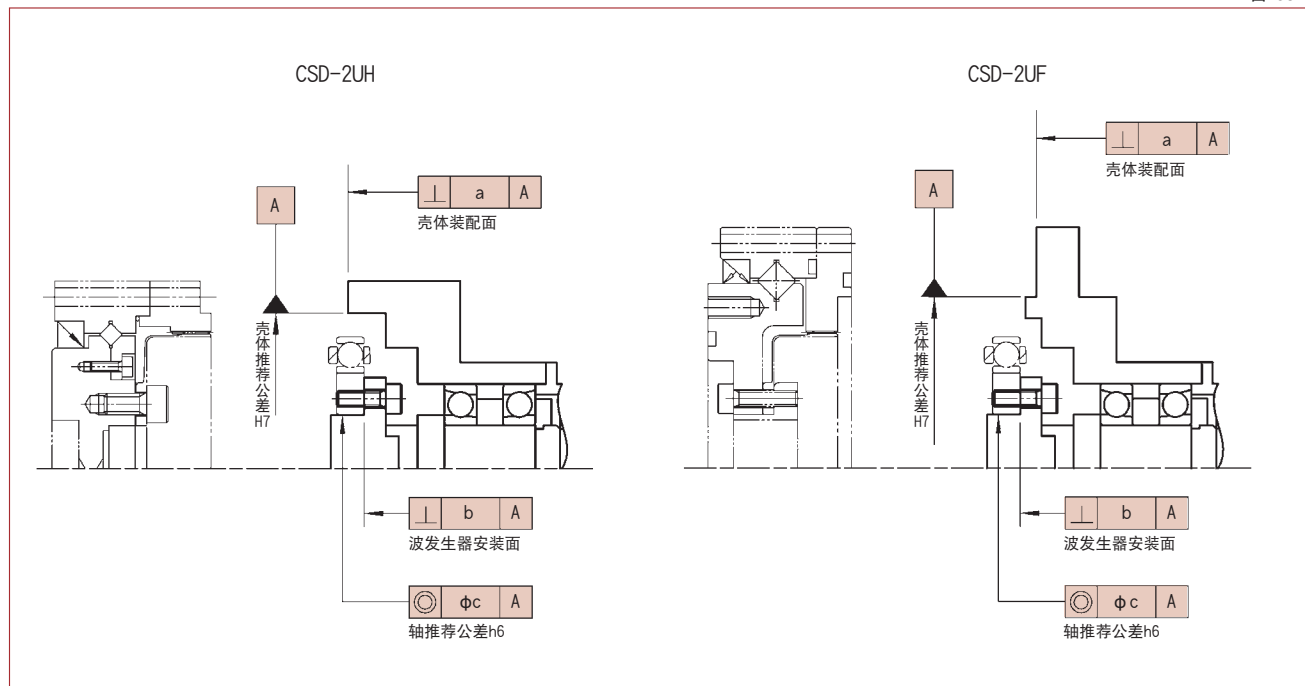
组装设计时，如果存在安装面变形等异常及勉强组装，会降低产品性能。

为充分发挥Harmonic Drive所具备的优良性能，请注意以下要点，并确保使用如图158-1、表158-1、2所示的组装壳体推荐精度和防润滑油泄漏设计。

- 安装面歪斜、变形
- 异物啮入
- 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

组装壳体的推荐精度

图158-1



CSD-2UH的组装壳体推荐精度

表158-1
单位: mm

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

CSD-2UF的组装壳体推荐精度

表158-2
单位: mm

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

安装和传递转矩

图159-1



■输出法兰侧的安装和传递转矩

■CSD-2UH

表159-1

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	18.4	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

■CSD-2UF

表159-2

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

■CSD-2UH

表159-3

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	2.4	5.4	10.8	18.4
	kgfm	0.24	0.24	0.24	0.24	0.55	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

■CSD-2UF

表159-4

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. 前提是内螺纹侧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 $\mu=0.15$

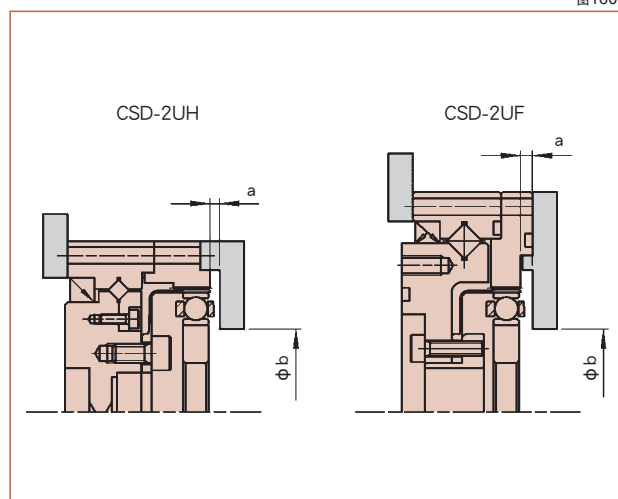
润滑

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

使用润滑脂润滑时，为避免在运转中润滑脂发生飞散，尽量留存在Harmonic Drive的内部，请尽可能采用Harmonic Drive和壳体内壁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。

润滑脂容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

图160-1

表160-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	50
a^*		1	1	1.5	1.5	2	2.5	3.5
a^{**}		3	3	4.5	4.5	6	7.5	10.5
$\phi b^{+0.5}_0$		16	26	30	37	37	45	45

※波发生器朝下时

※※波发生器朝上时

■各型号适合的润滑脂

根据型号的不同，适合的润滑脂也有所不同。请参照以下适用表。

作为一般使用，推荐SK-1A以及SK-2。

润滑脂的详情请参照第014页的“技术资料”。

润滑脂适用表

表160-2

型号	14	17	20	25	32	40	50
SK-1A	—	—	○	○	○	○	○
SK-2	○	○	△	△	△	△	△
4BNo.2	□	□	□	□	□	□	□

※带○符号：标准润滑脂

带△符号：准标准润滑脂

带□符号：较长使用寿命以及高负载时的推荐润滑脂

密封机构

为防止润滑脂泄漏，以及维持Harmonic Drive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。
- 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形环的啮合情况。
- 螺孔部 使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

（注）特别是使用Harmonic润滑脂4B No.2时，请严格执行上述事项。

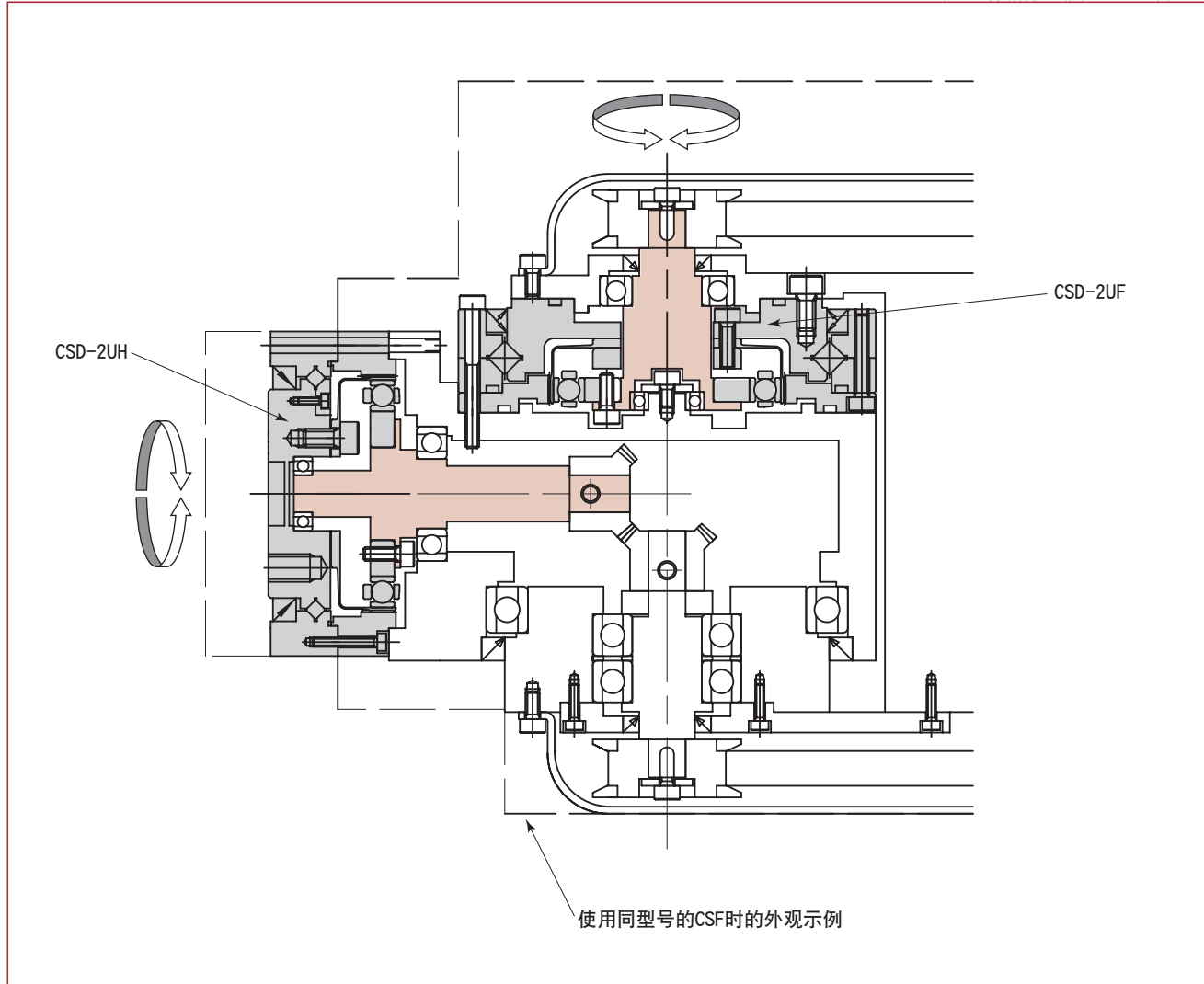
组合型的密封部位和推荐密封方法

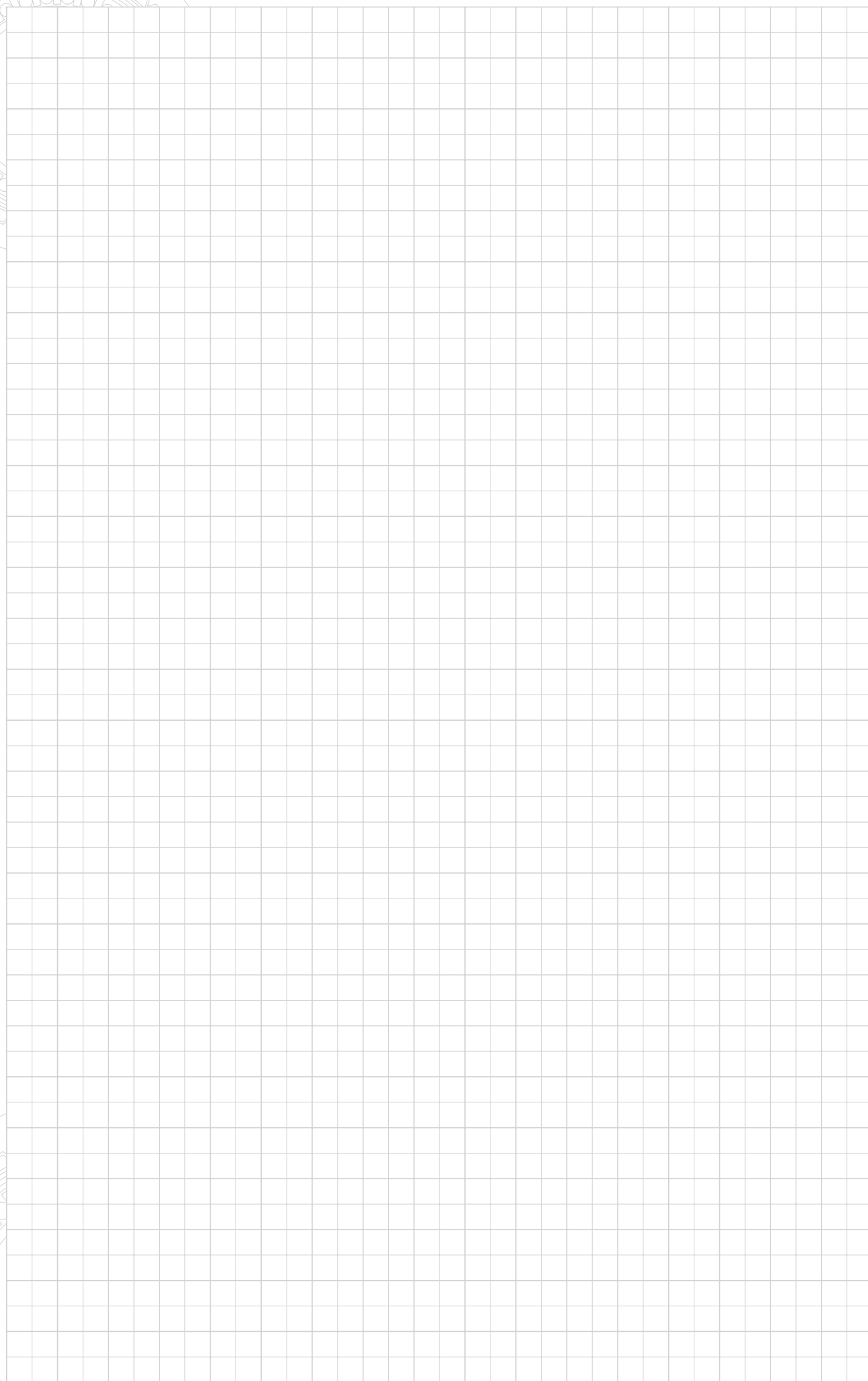
表160-3

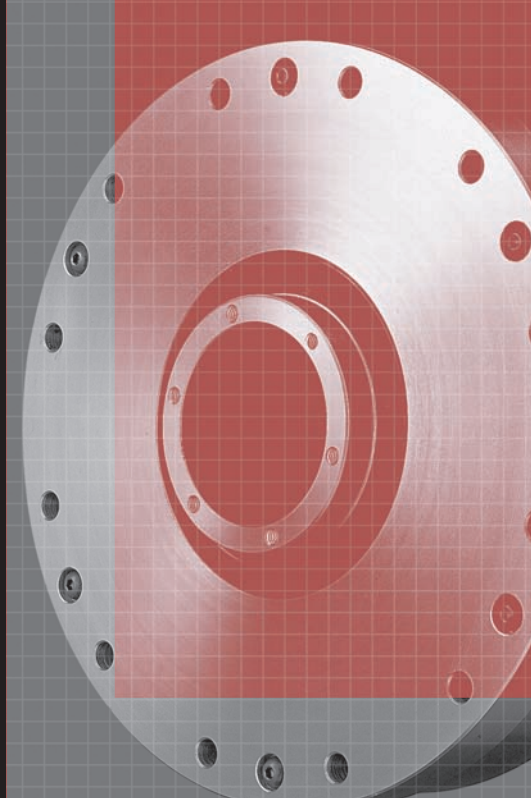
必要密封部位		推荐密封方法
输出侧	输出法兰中央的贯穿孔以及输出法兰装配面	使用O型环（附本公司产品）
	安装螺钉部	有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）
输入侧	法兰装配面	使用O型环（附本公司产品）
	电动机输出轴	请选用带油封的。 无油封时，请在电动机安装法兰上安装油封。

垂直多关节型机器人手腕的弯曲、扭转驱动

图161-1



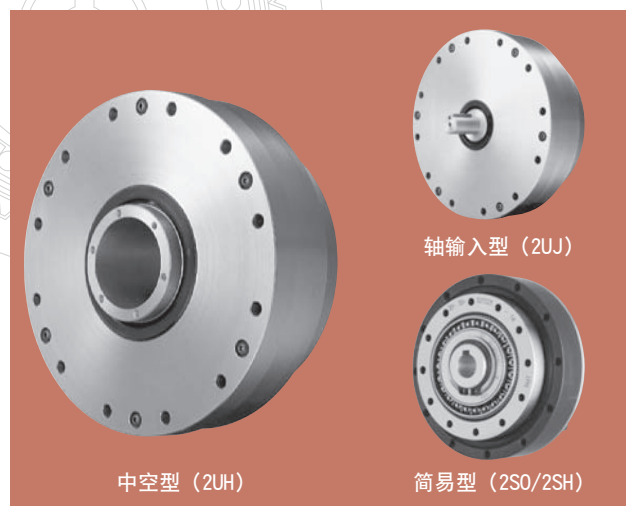




SHG/SHF系列

Unit Type SHG/SHF

特点	074	•无负载运行转矩	088
型号·符号	075	•效率特性	090
技术数据		•中空型 (2UH) 的连续运转时间	092
•额定表 (SHG)	076	•中空型 (2UH) 输入部的容许负载	093
•额定表 (SHF)	077	•轴输入型 (2UJ) 外形图	094
•角度传达精度	078	•轴输入型 (2UJ) 尺寸表	094
•滞后损失	078	•轴输入型 (2UJ) 重量	095
•最大齿隙量	078	•轴输入型 (2UJ) 转动惯量	095
•刚性 (弹簧常数)	078	•轴输入型 (2UJ) 起动转矩	095
•棘爪扭矩	079	•轴输入型 (2UJ) 增速起动转矩	095
•弯曲转矩	079	•无负载运行转矩	096
•主轴承的规格	080	•效率特性	098
•机械精度	081	•轴输入型 (2UJ) 输入轴的容许负载	100
•组合型的旋转方向和减速比	082	•简易组合型 (2S0) 外形图	101
设计指南		•简易组合型 (2S0) 尺寸表	102
•润滑	083	•简易组合型 (2S0) 重量	102
•防锈措施	083	•简易组合型 (2SH) 外形图	103
•组装注意事项	084	•简易组合型 (2SH) 尺寸表	104
•安装和传递转矩	084	•简易组合型 (2SH) 重量	105
•安装注意事项	086	•润滑	105
技术数据		•简易组合型组装精度	106
中空型		•组装注意事项	106
(2UH)		应用	108
•中空型 (2UH) 外形图	087		
•中空型 (2UH) 尺寸表	087		
•中空型 (2UH) 重量	088		
•中空型 (2UH) 转动惯量	088		
•中空型 (2UH) 起动转矩	088		
•中空型 (2UH) 增速起动转矩	088		
技术数据			
带输入轴型			
(2UJ)			
•无负载运行转矩	088		
•效率特性	090		
•中空型 (2UH) 的连续运转时间	092		
•中空型 (2UH) 输入部的容许负载	093		
•轴输入型 (2UJ) 外形图	094		
•轴输入型 (2UJ) 尺寸表	094		
•轴输入型 (2UJ) 重量	095		
•轴输入型 (2UJ) 转动惯量	095		
•轴输入型 (2UJ) 起动转矩	095		
•轴输入型 (2UJ) 增速起动转矩	095		
•无负载运行转矩	096		
•效率特性	098		
•轴输入型 (2UJ) 输入轴的容许负载	100		
•简易组合型 (2S0) 外形图	101		
•简易组合型 (2S0) 尺寸表	102		
•简易组合型 (2S0) 重量	102		
•简易组合型 (2SH) 外形图	103		
•简易组合型 (2SH) 尺寸表	104		
•简易组合型 (2SH) 重量	105		
•润滑	105		
•简易组合型组装精度	106		
•组装注意事项	106		



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

形状可变选项

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 (2UH)
- 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)

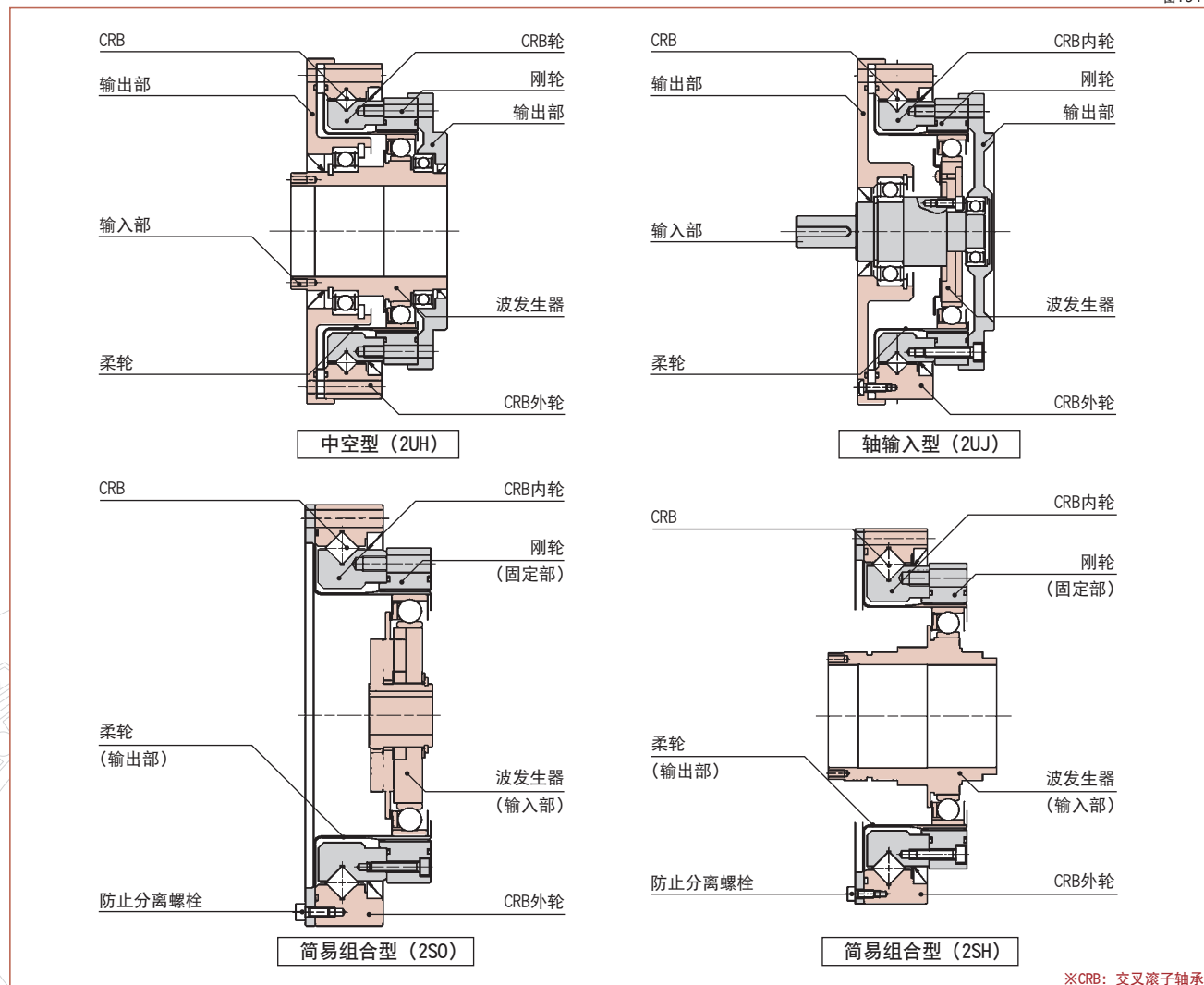
新的可变选项

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Harmonic Drive的优点实现减速比30

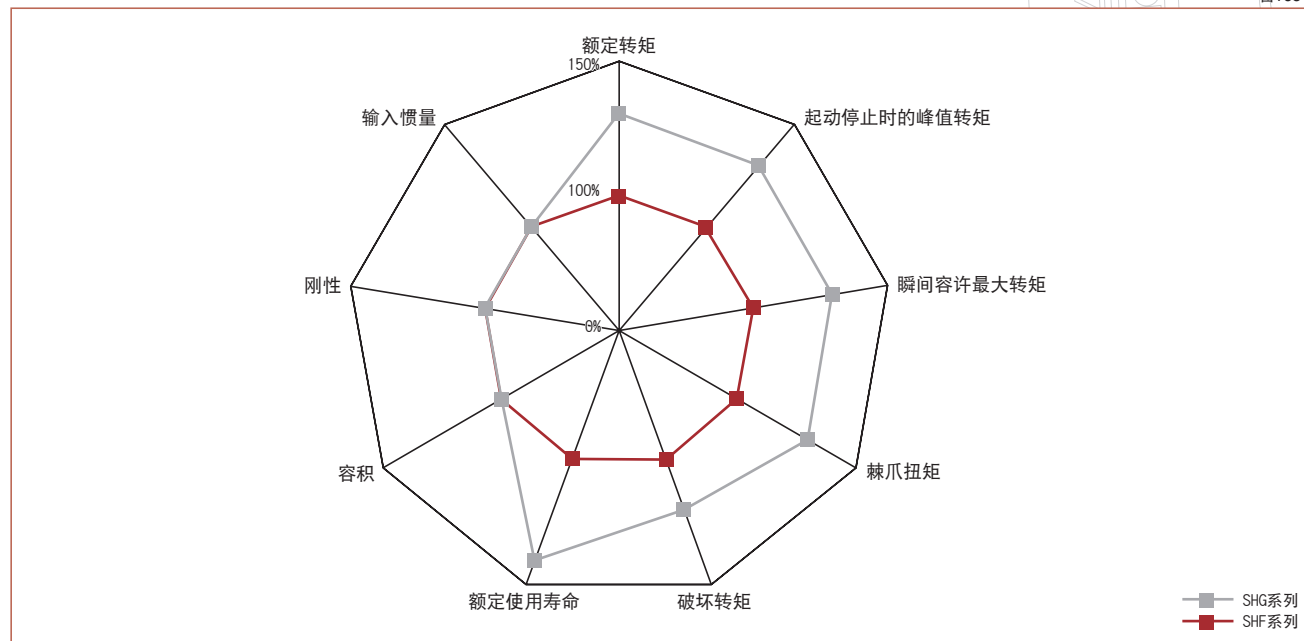
SHG/SHF系列组合型的结构

图164-1



SHG和SHF系列的比较

图165-1



型号·符号

SHG - 25 - 100 - 2UH - 规格1

表165-1

机型名称	型号	减速比 注1						型式	特殊规格
SHG	14	50	80	100	—	—	—	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
	17	50	80	100	120	—	—		
	20	50	80	100	120	160	160		
	25	50	80	100	120	160	160		
	32	50	80	100	120	160	160		
	40	50	80	100	120	160	160		
	45	50	80	100	120	160	160		
	50	—	80	100	120	160	160		
	58	—	80	100	120	160	160		
	65	—	80	100	120	160	160		

注1: 减速比表示的是输入: 波发生器, 固定: 刚轮, 输出: 柔轮时的情况。

SHF - 25 - 100 - 2UH - 规格1

表165-2

机型名称	型号	减速比 注1						型式	特殊规格
SHF	14	30	50	80	100	—	—	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
	17	30	50	80	100	120	—		
	20	30	50	80	100	120	160		
	25	30	50	80	100	120	160		
	32	30	50	80	100	120	160		
	40	—	50	80	100	120	160		
	45	—	50	80	100	120	160		
	50	—	50	80	100	120	160		
	58	—	—	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: 柔轮时的情况。

额定表

■ SHG系列

表166-1

型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩		起动停止时的容许峰值转矩		平均负载转矩的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高输入转速r/min		容许平均输入转速r/min	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	油润滑	润滑脂润滑	油润滑	润滑脂润滑
14	50	7.0	0.7	23	2.3	9	0.9	46	4.7	14000	8500	6500	3500
	80	10	1.0	30	3.1	14	1.4	61	6.2				
	100	10	1.0	36	3.7	14	1.4	70	7.2				
17	50	21	2.1	44	4.5	34	3.4	91	9	10000	7300	6500	3500
	80	29	2.9	56	5.7	35	3.6	113	12				
	100	31	3.2	70	7.2	51	5.2	143	15				
	120	31	3.2	70	7.2	51	5.2	112	11				
20	50	33	3.3	73	7.4	44	4.5	127	13	10000	6500	6500	3500
	80	44	4.5	96	9.8	61	6.2	165	17				
	100	52	5.3	107	10.9	64	6.5	191	20				
	120	52	5.3	113	11.5	64	6.5	191	20				
	160	52	5.3	120	12.2	64	6.5	191	20				
25	50	51	5.2	127	13	72	7.3	242	25	7500	5600	5600	3500
	80	82	8.4	178	18	113	12	332	34				
	100	87	8.9	204	21	140	14	369	38				
	120	87	8.9	217	22	140	14	395	40				
	160	87	8.9	229	23	140	14	408	42				
32	50	99	10	281	29	140	14	497	51	7000	4800	4600	3500
	80	153	16	395	40	217	22	738	75				
	100	178	18	433	44	281	29	841	86				
	120	178	18	459	47	281	29	892	91				
	160	178	18	484	49	281	29	892	91				
40	50	178	18	523	53	255	26	892	91	5600	4000	3600	3000
	80	268	27	675	69	369	38	1270	130				
	100	345	35	738	75	484	49	1400	143				
	120	382	39	802	82	586	60	1530	156				
	160	382	39	841	86	586	60	1530	156				
45	50	229	23	650	66	345	35	1235	126	5000	3800	3300	3000
	80	407	41	918	94	507	52	1651	168				
	100	459	47	982	100	650	66	2041	208				
	120	523	53	1070	109	806	82	2288	233				
	160	523	53	1147	117	819	84	2483	253				
50	80	484	49	1223	125	675	69	2418	247	4500	3500	3000	2500
	100	611	62	1274	130	866	88	2678	273				
	120	688	70	1404	143	1057	108	2678	273				
	160	688	70	1534	156	1096	112	3185	325				
58	80	714	73	1924	196	1001	102	3185	325	4000	3000	2700	2200
	100	905	92	2067	211	1378	141	4134	422				
	120	969	99	2236	228	1547	158	4329	441				
	160	969	99	2392	244	1573	160	4459	455				
65	80	969	99	2743	280	1352	138	4836	493	3500	2800	2400	1900
	100	1236	126	2990	305	1976	202	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 $I = \frac{1}{4} GD^2$

2. 用语详情请参照第010页的“技术资料”。

额定表

■ SHF系列

表167-1

型号	减速比	输入2000r/min时的 额定转矩		起动停止时的 容许峰值转矩		平均负载转矩 的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高 输入转速 r/min		容许平均 输入转速 r/min	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	油润滑	润滑脂润滑	油润滑	润滑脂润滑
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				
17	30	8.8	0.90	16	1.6	12	1.2	30	3.1	10000	7300	6500	3500
	50	16	1.6	34	3.5	26	2.6	70	7.1				
	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				
20	30	15	1.5	27	2.8	20	2.0	50	5.1	10000	6500	6500	3500
	50	25	2.5	56	5.7	34	3.5	98	10				
	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				
25	160	40	4.1	92	9.4	49	5.0	147	15	7500	5600	5600	3500
	30	27	2.8	50	5.1	38	3.9	95	9.7				
	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	160	67	6.8	176	18	108	11	314	32	7000	4800	4600	3500
	30	54	5.5	100	10	75	7.7	200	20				
	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	160	137	14	372	38	216	22	686	70	5600	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	160	294	30	647	66	451	46	1180	120	5000	3800	3300	3000
	50	176	18	500	51	265	27	950	97				
	80	313	32	706	72	390	40	1270	130				
	100	353	36	755	77	500	51	1570	160				
	120	402	41	823	84	620	63	1760	180				
50	160	402	41	882	90	630	64	1910	195	4500	3500	3000	2500
	50	122	12	715	73	175	18	1430	146				
	80	372	38	941	96	519	53	1860	190				
	100	470	48	980	100	666	68	2060	210				
	120	529	54	1080	110	813	83	2060	210				
58	160	529	54	1180	120	843	86	2450	250	4000	3000	2700	2200
	50	176	18	1020	104	260	27	1960	200				
	80	549	56	1480	151	770	79	2450	250				
	100	696	71	1590	162	1060	108	3180	325				
	120	745	76	1720	176	1190	121	3330	340				
58	160	745	76	1840	188	1210	123	3430	350				

(注) 1.转动惯量 $I = \frac{1}{4}GD^2$

2.用语详情请参照第010页的“技术资料”。

角度传达精度

(用语说明请参照“技术资料”。)

表168-1

减速比	规格	型号	14	17	20	25	32	40以上
30	标准品	$\times 10^{-4}$ rad	5.8	4.4	4.4	4.4	4.4	—
		arc min	2	1.5	1.5	1.5	1.5	—
	特殊品	$\times 10^{-4}$ rad	—	—	2.9	2.9	2.9	—
		arc min	—	—	1	1	1	—
50以上	标准品	$\times 10^{-4}$ rad	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
		arc min	1.5	1.5	1	1	1	1
	特殊品	$\times 10^{-4}$ rad	2.9	2.9	1.5	1.5	1.5	1.5
		arc min	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5

滞后损失

(用语说明请参照“技术资料”。)

表168-2

减速比	单位	型号	14	17	20	25	32	40以上
30	$\times 10^{-4}$ rad		8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	—
	arc min		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—
50	$\times 10^{-4}$ rad		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
80以上	$\times 10^{-4}$ rad		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

最大齿隙量

(用语说明请参照“技术资料”。)

表168-3

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30	$\times 10^{-5}$ rad	29.1	16.0	13.6	13.6	11.2	—	—	—	—	—
	arc sec	60	33	28	28	23	—	—	—	—	—
50	$\times 10^{-5}$ rad	17.5	9.7	8.2	8.2	6.8	6.8	5.8	5.8	4.8	—
	arc sec	36	20	17	17	14	14	12	12	10	—
80	$\times 10^{-5}$ rad	11.2	6.3	5.3	5.3	4.4	4.4	3.9	3.9	2.9	2.9
	arc sec	23	13	11	11	9	9	8	8	6	6
100	$\times 10^{-5}$ rad	8.7	4.8	4.4	4.4	3.4	3.4	2.9	2.9	2.4	2.4
	arc sec	18	10	9	9	7	7	6	6	5	5
120	$\times 10^{-5}$ rad	—	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9
	arc sec	—	8	8	8	6	6	5	5	4	4
160	$\times 10^{-5}$ rad	—	—	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.5	1.5
	arc sec	—	—	6	6	5	5	4	4	3	3

刚性 (弹簧常数)

(用语说明请参照“技术资料”。)

表168-4

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T_1	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgfm	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T_2	Nm	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
减速比 30	K_1	$\times 10^4$ Nm/rad	0.19	0.34	0.57	1.0	2.4	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.056	0.10	0.17	0.30	0.70	—	—	—	—
	K_2	$\times 10^4$ Nm/rad	0.24	0.44	0.71	1.3	3.0	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.07	0.13	0.21	0.40	0.89	—	—	—	—
	K_3	$\times 10^4$ Nm/rad	0.34	0.67	1.1	2.1	4.9	—	—	—	—
		kgfm/arc min	0.10	0.20	0.32	0.62	1.5	—	—	—	—
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	10.5	11.5	12.3	14	12.1	—	—	—	—
		arc min	3.6	4.0	4.1	4.7	4.3	—	—	—	—
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	31	30	38	40	38	—	—	—	—
		arc min	10.7	10.2	12.7	13.4	13.3	—	—	—	—
减速比 50	K_1	$\times 10^4$ Nm/rad	0.34	0.81	1.3	2.5	5.4	10	15	20	31
		kgfm/arc min	0.1	0.24	0.38	0.74	1.6	3.0	4.3	5.9	9.3
	K_2	$\times 10^4$ Nm/rad	0.47	1.1	1.8	3.4	7.8	14	20	28	44
		kgfm/arc min	0.14	0.32	0.52	1.0	2.3	4.2	6.0	8.2	13
	K_3	$\times 10^4$ Nm/rad	0.57	1.3	2.3	4.4	9.8	18	26	34	54
		kgfm/arc min	0.17	0.4	0.67	1.3	2.9	5.3	7.6	10	16
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	5.8	4.9	5.2	5.5	5.5	5.2	5.5	5.2	—
		arc min	2.0	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	—
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	16	12	15.4	15.7	15.7	15.4	15.1	15.4	—
		arc min	5.6	4.2	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.2	—

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

表169-1

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T_1	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgfm	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T_2	Nm	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
减速比 80以上	K_1	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.47	1	1.6	3.1	6.7	13	25	40	54
		kgfm/arc min	0.14	0.3	0.47	0.92	2.0	3.8	5.4	7.4	12
	K_2	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.61	1.4	2.5	5.0	11	20	29	40	61
		kgfm/arc min	0.18	0.4	0.75	1.5	3.2	6.0	8.5	12	18
	K_3	$\times 10^4 \text{Nm/rad}$	0.71	1.6	2.9	5.7	12	23	33	44	71
		kgfm/arc min	0.21	0.46	0.85	1.7	3.7	6.8	9.7	13	21
	θ_1	$\times 10^{-4} \text{rad}$	4.1	3.9	4.4	4.4	4.1	4.1	4.4	4.1	4.4
		arc min	1.4	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5
	θ_2	$\times 10^{-4} \text{rad}$	12	9.7	11.3	11.1	11.6	11.1	11.1	11.1	11.3
		arc min	4.2	3.3	3.9	3.8	4.0	3.8	3.8	3.8	3.9

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

棘爪扭矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

■SHG系列

表169-2
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
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

■SHF系列

表169-3
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
30		59	100	170	340	720	—	—	—	—
50		88	150	220	450	980	1800	2700	3700	5800
80		110	200	350	680	1400	2800	3900	5400	8200
100		84	160	260	500	1000	2100	3100	4100	6400
120		—	120	240	470	980	1900	2800	3800	5800
160		—	—	220	450	980	1800	2600	3600	5600

屈曲转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

■SHG系列

表169-4
单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全减速比	210	420	700	1300	2800	5200	7600	10400	16200	22800

■SHF系列

表169-5
单位: Nm

型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
全减速比	140	270	440	890	1750	3750	5400	7500	11800

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。

各数值的计算公式请参照第028~031页的“技术资料”。

■ 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 (M_c)

② 确认使用寿命

计算平均径向负载 (F_{rav})、平均轴向负载 (F_{aav}) → 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 (P_o) → 确认静态安全系数 (f_s)

■ 主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表170-1所示。

规格

表170-1

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载				容许静力矩Mc		力矩刚性Km	
	dp	R	基本额定动负载C		基本额定静负载Co					
	m	m	× 10 ³ N	kgf	× 10 ³ N	kgf	Nm	kgfm	× 10 ⁴ Nm/rad	kgfm/arc min
14	0.050	0.0217	58	590	86	880	※ 74	7.6	8.5	2.5
17	0.060	0.0239	104	1060	163	1670	※ 124	12.6	15.4	4.6
20	0.070	0.0255	146	1490	220	2250	※ 187	19.1	25.2	7.5
25	0.085	0.0296	218	2230	358	3660	258	26.3	39.2	11.6
32	0.111	0.0364	382	3900	654	6680	580	59.1	100	29.6
40	0.133	0.044	433	4410	816	8330	849	86.6	179	53.2
45	0.154	0.0475	776	7920	1350	13800	1127	115	257	76.3
50	0.170	0.0525	816	8330	1490	15300	1487	152	351	104
58	0.195	0.0622	874	8920	1710	17500	2180	222	531	158
65	0.218	0.072	1300	13300	2230	22700	2740	280	741	220

※基本额定动负载是指，使轴承的基本动态额定寿命达到100万转的一定的静止径向负载。

※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部中央位置，施加一定水平的接触应力（4kN/mm²）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载荷，如在此范围内，能够保持基本性能并可工作的数值。

※力矩刚性的数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

※容许径向负载、容许轴向负载是指，在主轴上只施加纯粹的径向负载或轴向负载时，能够满足减速机寿命的数值。（径向负载是 $L_r + R = 0mm$ 、轴向负载是 $L_a = 0mm$ 时）

※与右表（表170-2）对应的减速比组合在容许静力矩作用下动作时，交叉滚子轴承的使用寿命会变得比Harmonic Drive的使用寿命^(注)短，设计负载条件和使用寿命时间时请特别注意。

(注) Harmonic Drive的使用寿命是指当输入转速为2000r/min，以额定转矩动作时，波发生器轴承的使用寿命为 $L_{10} = 7000$ 小时，即Harmonic Drive的使用寿命。（参照第010页“波发生器的使用寿命”）

交叉滚子轴承寿命 < Harmonic Drive的使用寿命

表170-2

型号	减速比		
14	50	80	100
17	50	80	—
20	50	—	—

机械精度

表示组合型的机械精度。

■ 柔轮固定

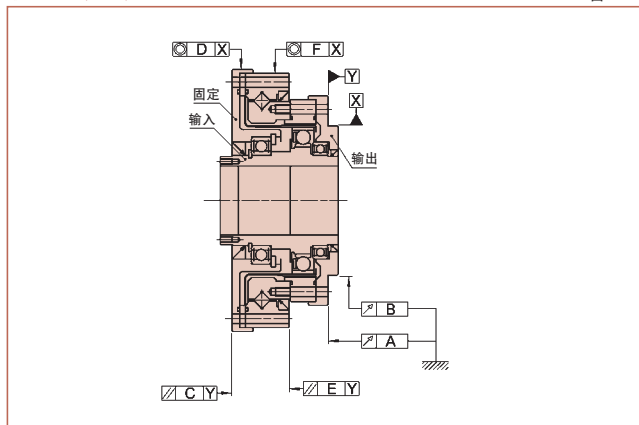
输入：波发生器

输出：刚轮

固定：柔轮

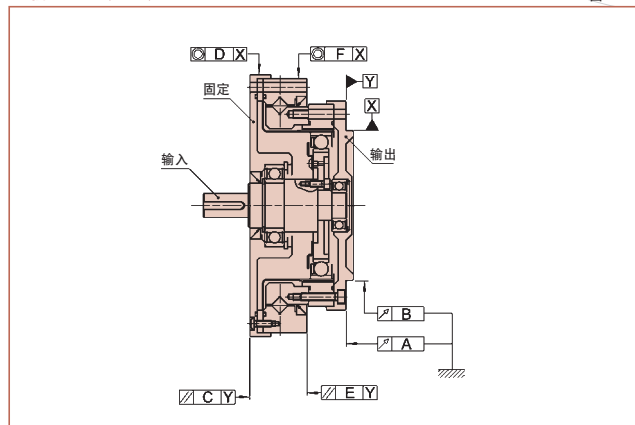
中空型 (2UH)

图171-1



轴输入型 (2UJ)

图171-2

表171-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
A		0.033	0.038	0.040	0.046	0.054	0.057	0.057	0.063	0.063
B		0.035	0.035	0.039	0.041	0.047	0.050	0.053	0.060	0.063
C		0.064	0.071	0.079	0.085	0.104	0.111	0.118	0.121	0.121
D		0.053	0.050	0.059	0.061	0.072	0.075	0.078	0.085	0.088
E		0.040	0.045	0.051	0.057	0.065	0.071	0.072	0.076	0.076
F		0.038	0.038	0.047	0.049	0.054	0.060	0.065	0.067	0.070

■ 刚轮固定

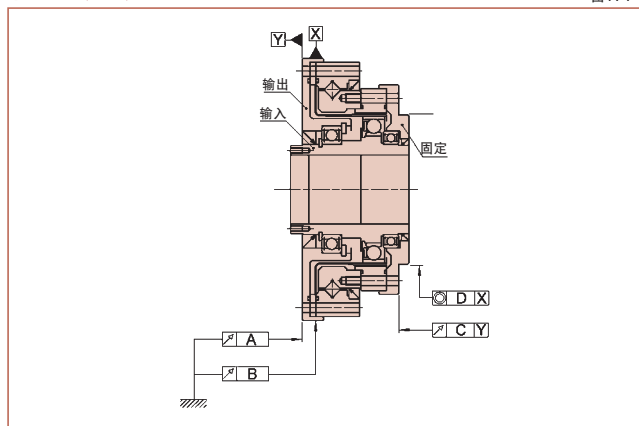
输入：波发生器

输出：柔轮

固定：刚轮

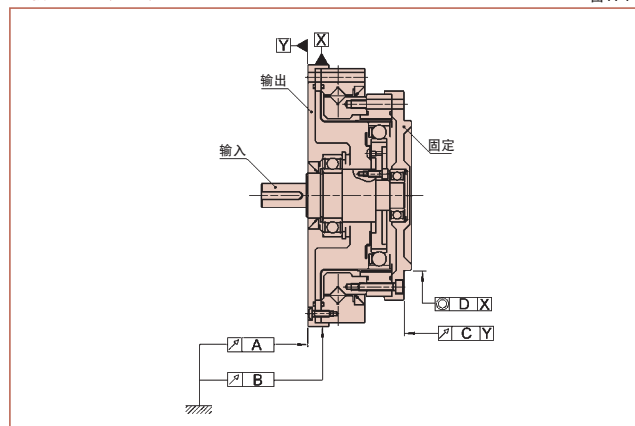
中空型 (2UH)

图171-3



轴输入型 (2UJ)

图171-4

表171-2
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58
A		0.037	0.039	0.046	0.047	0.059	0.060	0.070	0.070	0.070
B		0.031	0.031	0.038	0.038	0.045	0.048	0.050	0.050	0.050
C		0.064	0.071	0.079	0.085	0.104	0.111	0.118	0.121	0.121
D		0.053	0.053	0.059	0.061	0.072	0.075	0.078	0.085	0.088

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

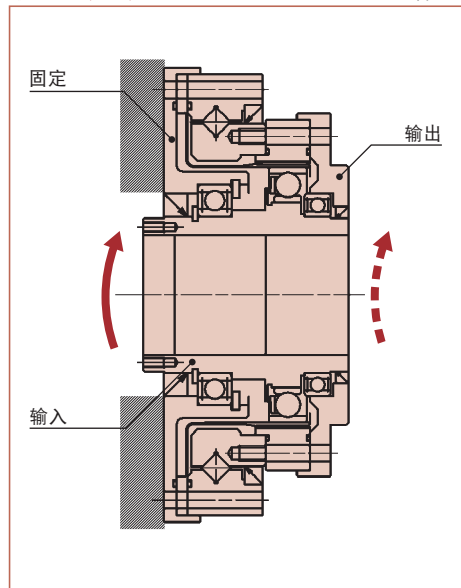
固定：柔轮

输出旋转方向：与输入相同的旋转方向

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

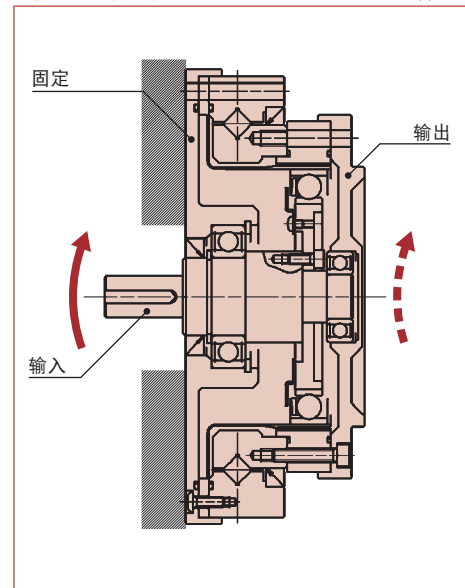
中空型 (2UH)

图172-1



轴输入型 (2UJ)

图172-2



■ 刚轮固定

输入：波发生器

输出：柔轮

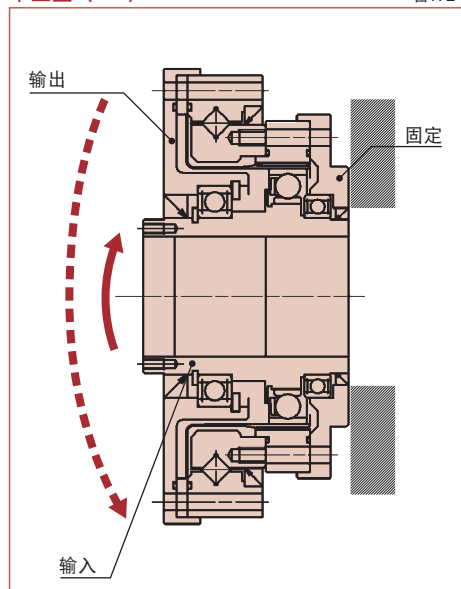
固定：刚轮

输出旋转方向：与输入相反的旋转方向

$$\text{减速比 (i)} : i = \frac{-1}{R}$$

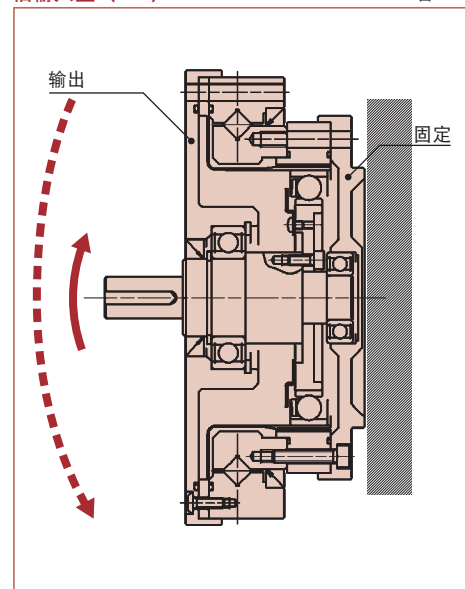
中空型 (2UH)

图172-3



轴输入型 (2UJ)

图172-4



旋转方向



输入



输出

设计指南

润滑

组合型减速机部的标准润滑剂为Harmonic润滑脂SK-1A及SK-2。（交叉滚子轴承部为Harmonic润滑脂4B No.2）此外，使用寿命较长的部位时也可使用Harmonic润滑脂4B No.2。
润滑脂的规格详见第014页。

■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型环的啮合情况。
- 螺孔部 使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

（注）特别是使用Harmonic润滑脂4B No.2时，请严格执行上述事项。

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。

注意：请做防锈处理。
表面处理的详情请参阅交货图纸。

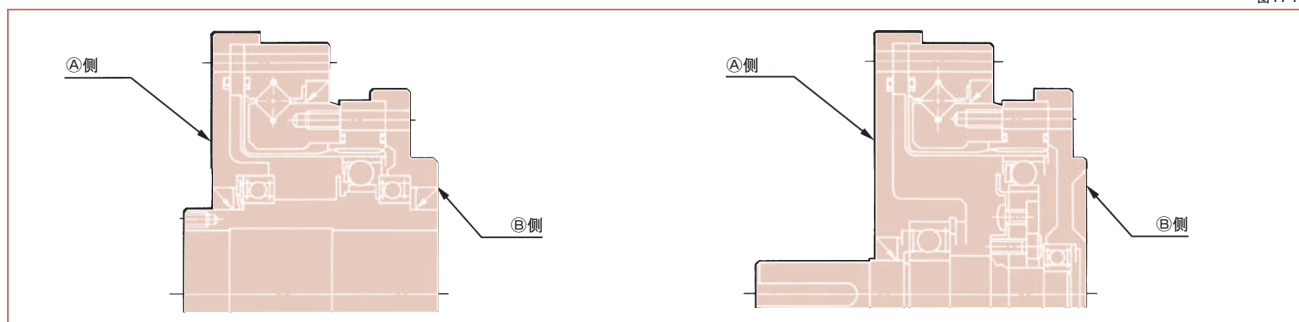
组装注意事项

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，因次请实施符合各系列的安装操作。

- 安装面歪斜、变形
- 异物啮入
- 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

图174-1



SHG系列A侧的安装和传递转矩

表174-1

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

表174-2

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	536

(表174-1~174-2/注)

- 前提是内螺纹侧材质能够承受螺栓拧紧转矩。
- 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
- 转矩系数: $K=0.2$
- 拧紧系数: $A=1.4$
- 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

SHG系列®侧的安装和传递转矩

表175-1

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®侧的安装和传递转矩

表175-2

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)

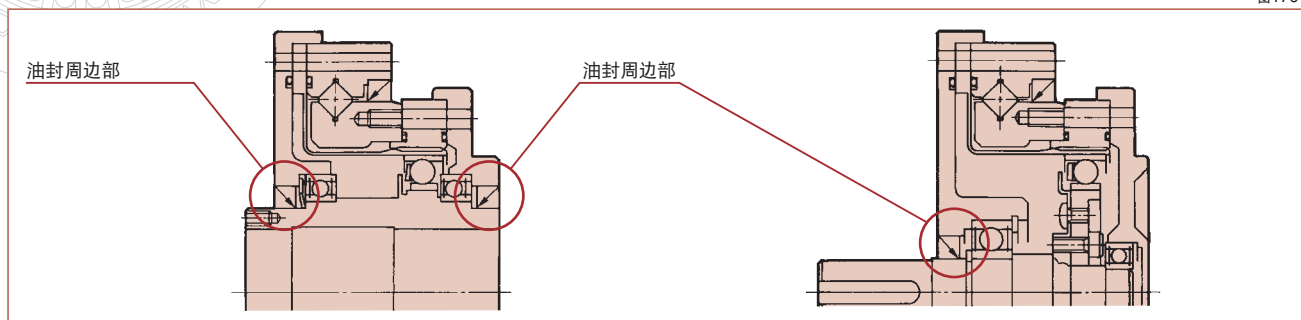
1. 前提是内螺纹侧材质能够承受螺栓拧紧转矩。
2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数: $K=0.2$
4. 拧紧系数: $A=1.4$
5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

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空出1mm以上的间隙，以确保双方不会相互干扰。

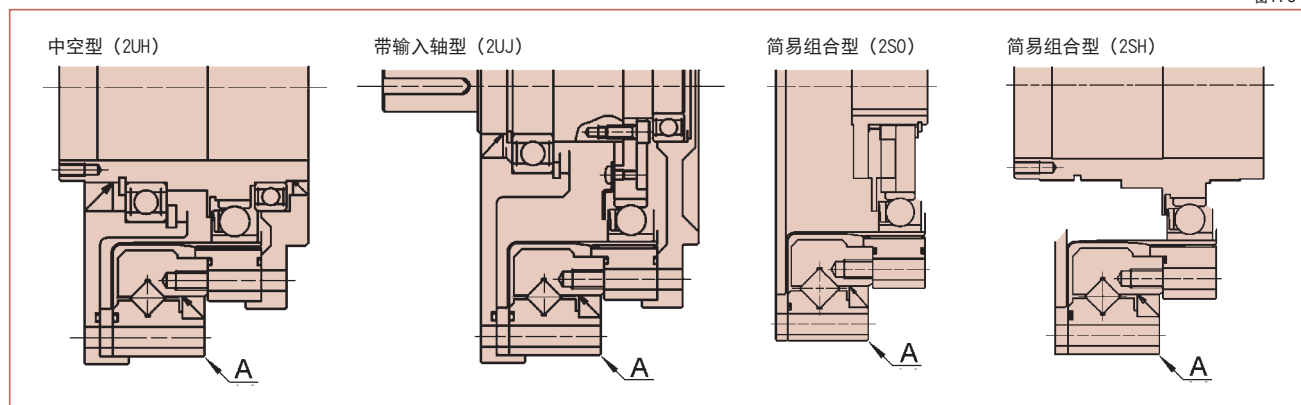
图176-1



■安装凹圆的避让加工

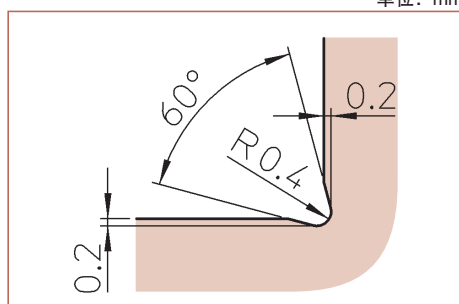
在组合型中将下图所示的A部作为安装凹圆使用时，请在安装另一侧实施避让加工。

图176-2



安装另一侧的推荐避让加工尺寸

图176-3
单位: mm



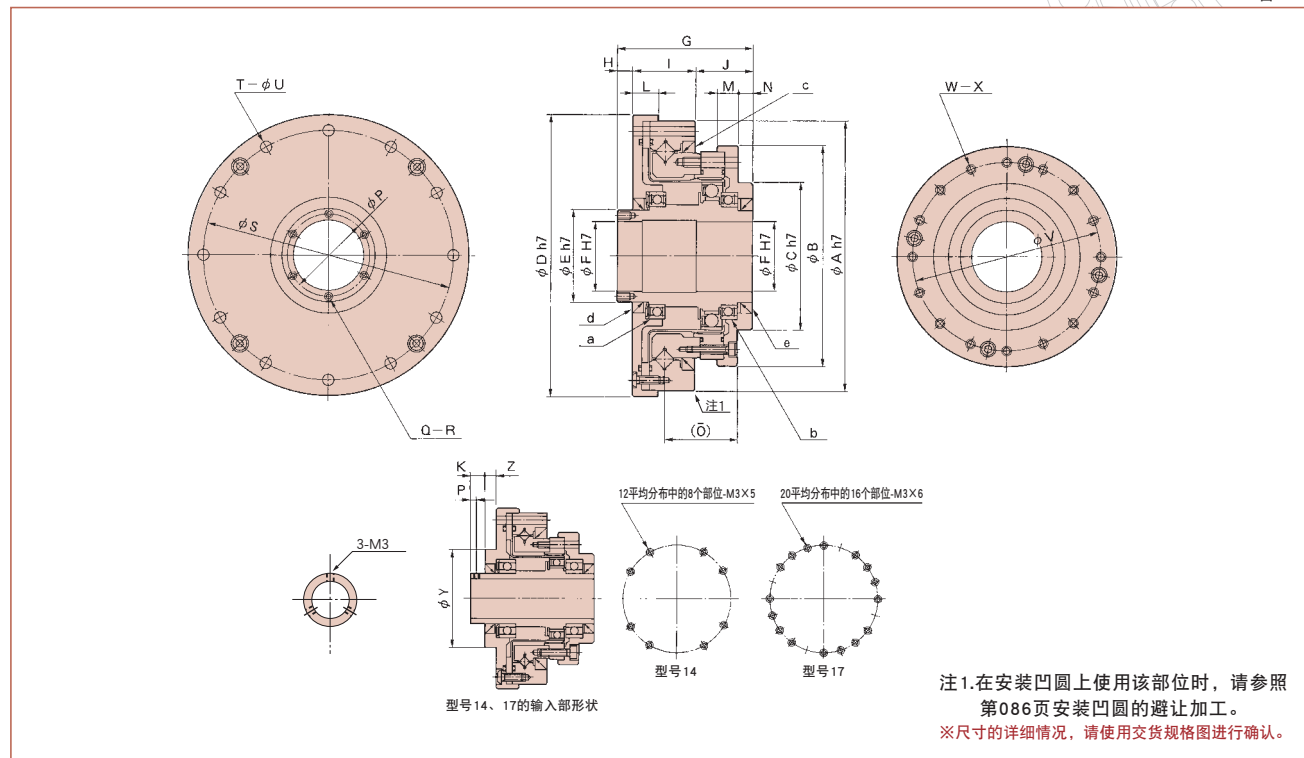
技术数据 中空型 (2UH)

中空型 (2UH) 外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图177-1



中空型 (2UH) 尺寸表

表177-1
单位: mm

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	19	21	29	36	46	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
φP (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	8	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		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
W	12平均分布中8	20平均分布中16	16	16	16	16	16	12	16	12	16
X	M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15	
	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	
φY		36	45	—	—	—	—	—	—	—	—
Z		5.5	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—
a		6804 ZZ	6805 ZZ	6806 ZZ	6808 ZZ	6909 ZZ	6912 ZZ	6913 ZZ	6915 ZZ	6917 ZZ	6920 ZZ
b		6804 ZZ	6805 ZZ	6806 ZZ	6808 ZZ	6809 ZZ	6812 ZZ	6813 ZZ	6815 ZZ	6817 ZZ	6820 ZZ
c		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
d		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S45607	S60789	S658510	S759510	S8511012	S10012513
e		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S45555	S59685	S59685	S69785	S84945	S967728

●由于零部件的制造方法 (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。

中空型 (2UH) 重量

表178-1

单位: kg

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

表178-2

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
转动惯量	I $\times 10^{-4} \text{kgm}^2$	0.091	0.193	0.404	1.070	2.85	9.28	13.8	25.2	49.5	94.1
	J $\times 10^{-4} \text{kgfms}^2$	0.093	0.197	0.412	1.090	2.91	9.47	14.1	25.7	50.5	96.0

中空型 (2UH) 起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表178-3

单位: cNm

减速比	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) 增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表178-4

单位: Nm

减速比	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	51	82	99	129	178	—	—
80	7.2	24	31	48	70	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	—

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下, 使Harmonic Drive转动的必要的输入侧 (高速轴侧) 转矩。

测定条件

表178-5

减速比 100			
润滑条件	润滑脂 润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
			Harmonic润滑脂 SK-2
		涂抹量	正确涂抹量
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

不同减速比修正量

组合型的无负载运行转矩会根据减速比而发生改变。图179-1~179-4为减速比100的数值。

其他减速比，请加上表179-1所示的修正量进行计算。

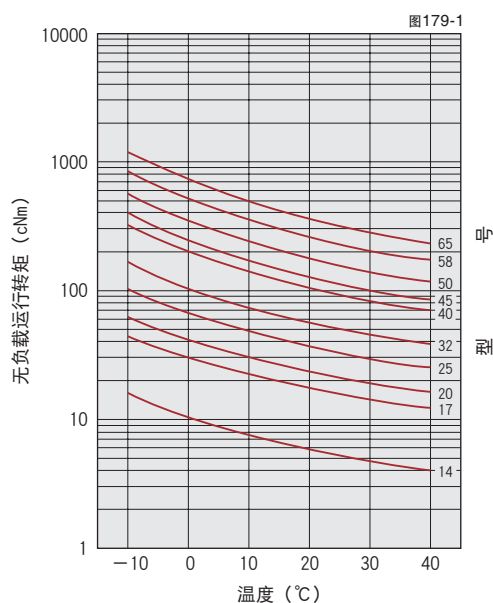
中空型无负载运行转矩修正量

表179-1
单位: cNm

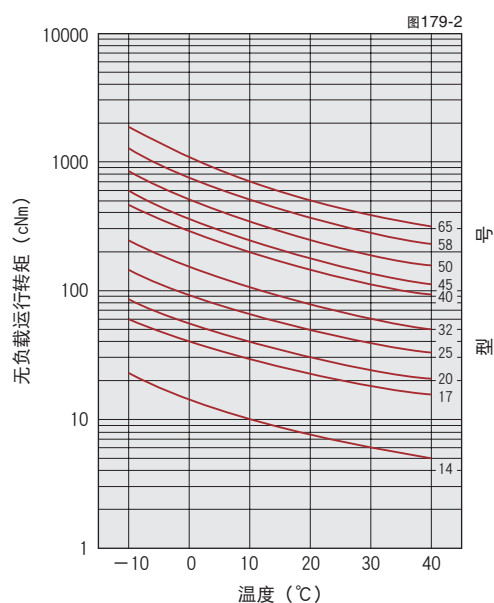
型号	减速比	30	50	80	120	160
14		+2.6	+1.1	+0.2	—	—
17		+4.1	+1.8	+0.4	-0.2	—
20		+5.9	+2.6	+0.5	-0.4	-0.8
25		+9.6	+4.2	+0.8	-0.6	-1.3
32		+18.3	+8.0	+1.5	-1.1	-2.5
40		—	+13.3	+2.4	-1.7	-4.0
45		—	+18.2	+3.3	-2.4	-5.5
50		—	+23.9	+4.3	-3.1	-7.2
58		—	+34.6	+6.2	-4.4	-10.3
65		—	—	+8.1	-5.8	-13.7

减速比100的无负载运行转矩

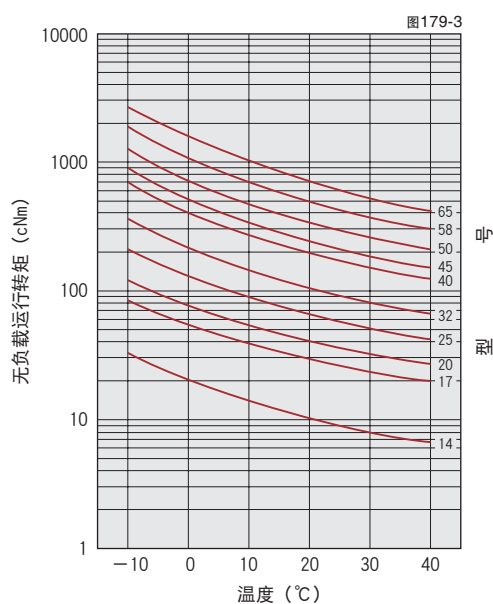
输入转速 500r/min



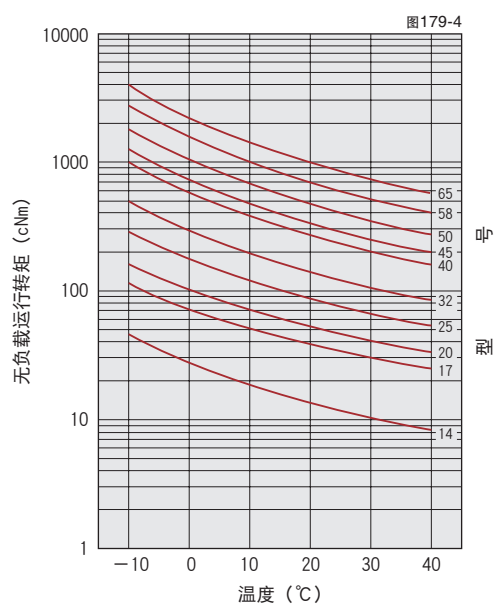
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



输入转速 3500r/min



※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \approx \bar{x} \times 0.2$

效率特性

效率会因为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（润滑剂的种类及其使用量）

测定条件

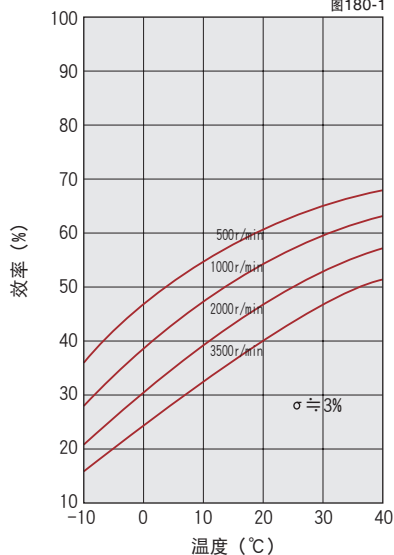
表180-1

组装	推荐组装精度下的组装测定		
负载转矩	额定表所示的额定转矩（第076，077页）		
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
		涂抹量	Harmonic润滑脂 SK-2 正确涂抹量

■ 额定转矩时的效率

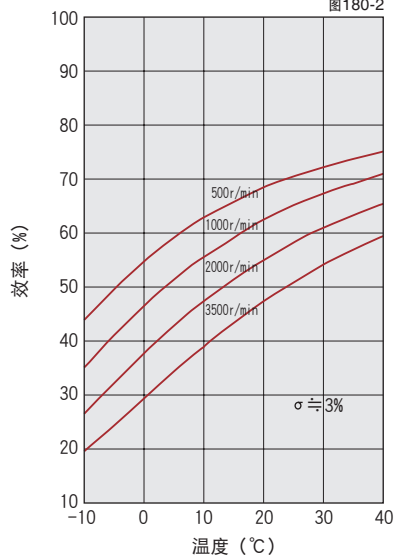
减速比30

图180-1



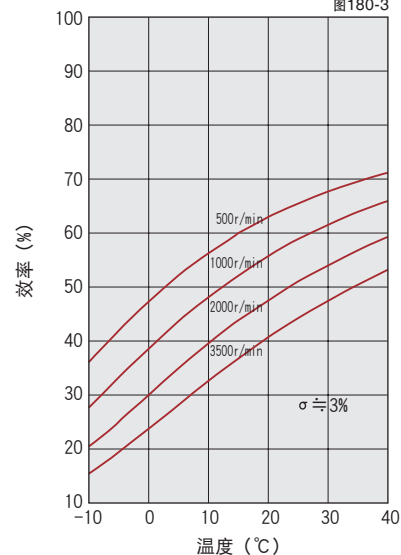
减速比50、80、100、120

图180-2



减速比160

图180-3



※本表的数值为平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \cong \bar{X} \times 0.2$

效率修正系数和效率修正量

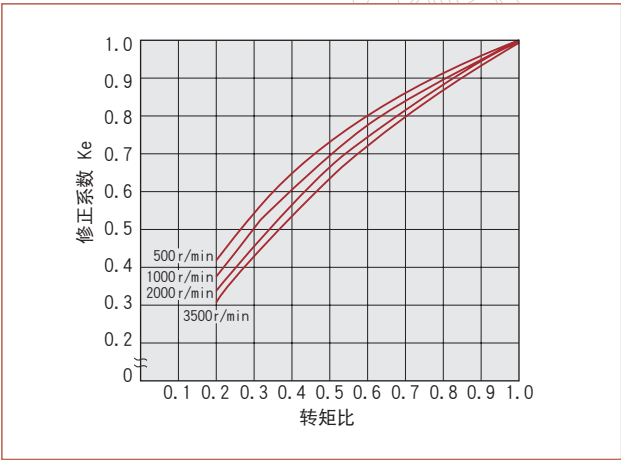
负载转矩的效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。
请根据表b、c计算出修正系数Ke。

※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数Ke=1。

2UH（中空型）的效率修正系数

图181-1

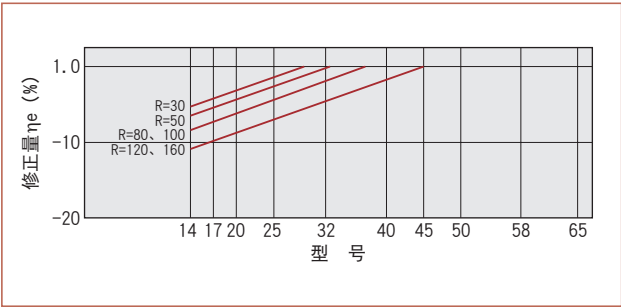


各型号的效率修正量

组合型的输入侧安装有支撑轴承、油封。这些的影响度会根据型号而有所差异。请根据图181-2计算出各型号额定转矩时效率的修正量he。

2UH（中空型）的效率修正量

图181-2



效率修正计算公式

请根据以下计算公式计算出“负载转矩的效率修正系数”和“各型号的效率修正量”产生的效率。

计算公式

公式181-1

$$\text{效率} \eta = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

计算公式的符号

表181-1

η	效率	——
K_e	效率修正系数	参照表181-1
η_R	额定转矩时的效率	参照表180-1~180-3
η_e	效率修正量	参照表181-2

中空型（2UH）的连续运转时间

SHF-2UH受到输入轴（高速旋转侧）上使用的油封、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的运转时间是在右示设定条件下，测定组合内部温度上升至80℃、油封部温度上升至100℃的时间从而确定的。

连续运转时请注意不可超过上述温度。

超出上述温度时应应对以下事项进行研究商讨，此时请咨询授权代理商。

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

设定条件

表182-1

使用温度	25℃（环境）
输入转速	2000 r/min
组合型的设置	固定柔轮侧，输出刚轮侧

连续运转时间

表182-2

运转时间 型号	无负载运转时 连续运转时间（分钟）	额定负载时 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

※根据使用条件的不同，上述连续运转时间也有可能发生较大差异，此时请咨询授权代理商。

中空型 (2UH) 输入部的容许负载

中空型的中空输入部由2个单列深沟球深槽轴承支撑。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, 下表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 $L_{10}=7,000$ h时的数值。

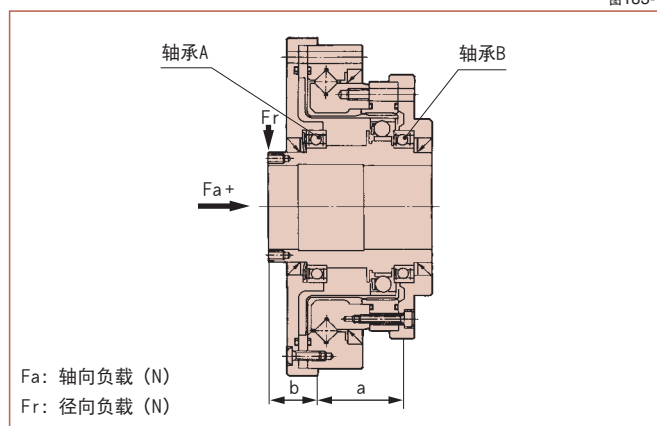
例: 向SHF-40-2UH的中空输入部施加500N的轴向负载 (F_a) 时, 容许最大径向负载 (F_r) 的数值为400N。

输入部的轴承规格

表183-1

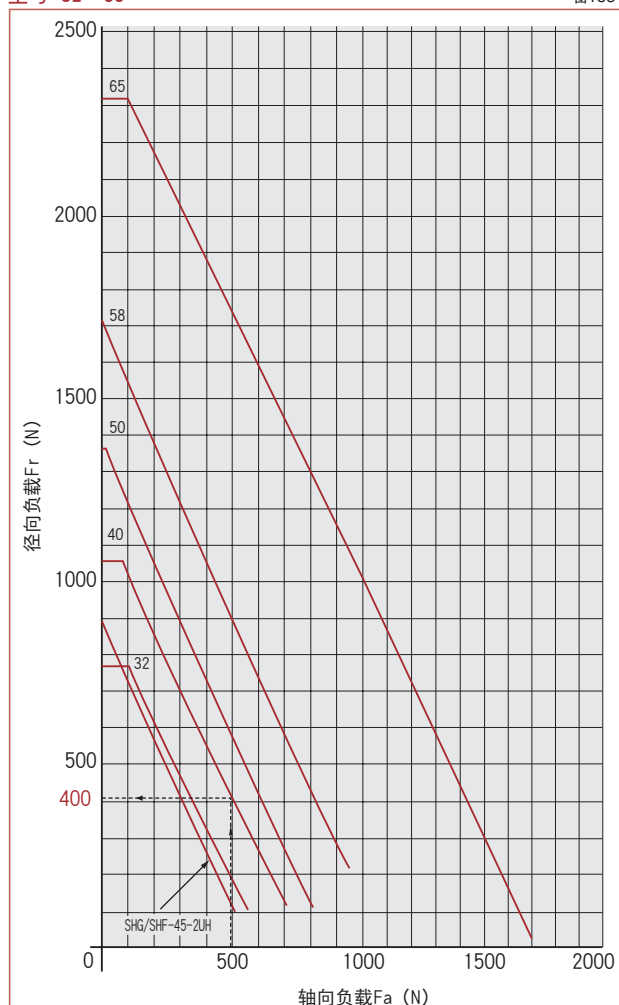
型号	轴承A			轴承B			a (mm)	b (mm)	最大径向负载 F_r (N)
	型号	基本额定动负载	基本额定静负载	型号	基本额定动负载	基本额定静负载			
		C_r (N)	C_{or} (N)		C_r (N)	C_{or} (N)			
14	6804ZZ	4000	2470	6804ZZ	4000	2470	27	16.5	230
17	6805ZZ	4300	2950	6805ZZ	4300	2950	29	17.5	250
20	6806ZZ	4500	3450	6806ZZ	4500	3450	27	15.5	275
25	6808ZZ	4900	4350	6808ZZ	4900	4350	29.5	16.5	250
32	6909ZZ	14100	10900	6809ZZ	5350	5250	33	23	770
40	6912ZZ	19400	16300	6812ZZ	11500	10900	39.5	27.5	1060
45	6913ZZ	17400	16100	6813ZZ	11900	12100	44	28.5	900
50	6915ZZ	24400	22600	6815ZZ	12500	13900	49	31.5	1370
58	6917ZZ	32000	29600	6817ZZ	18700	20000	56.2	36.5	1720
65	6920ZZ	42500	36500	6820ZZ	19600	21200	67	44.5	2300

图183-1



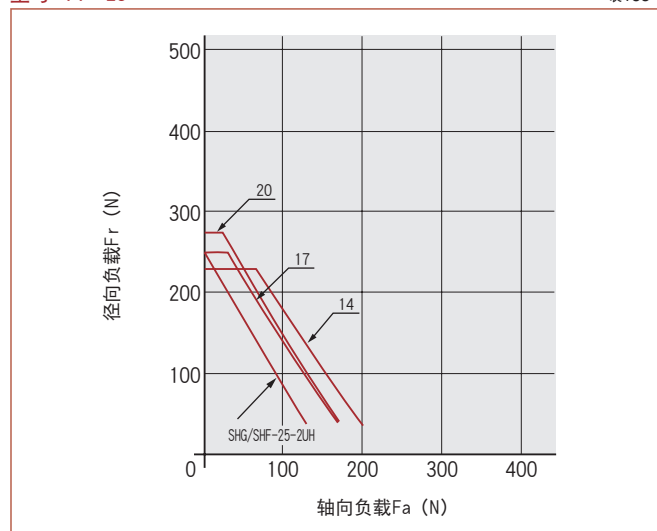
型号 32~65

图183-2



型号 14~25

表183-1

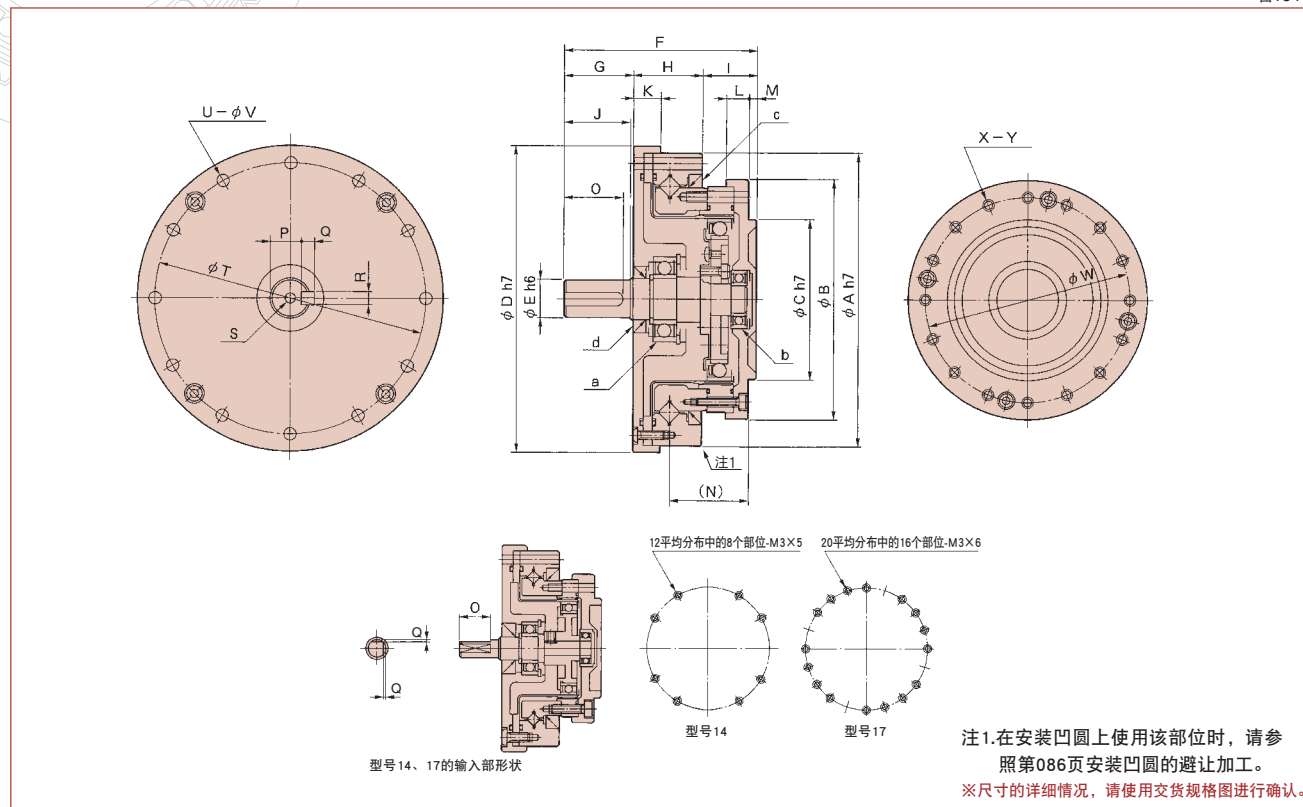


轴输入型 (2UJ) 外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图184-1



轴输入型 (2UJ) 尺寸表

表184-1
单位: mm

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		6	8	10	14	14	16	19	22	22	25
F		50.5	56	63.5	72.5	84.5	100	108	121	133	156
G		15	17	21	26	26	31	31	37	37	42
H		20.5	23	25	26	32	38	42	45	52	56.5
I		15	16	17.5	20.5	26.5	31	35	39	44	57.5
J		14	16	20	25	25	30	30	35	35	40
K		9	10	10.5	10.5	12	14	15	16	17	18
L		8	8.5	9	8.5	9.5	13	12	12	15	19.5
M		2.5	3	3	3	5	5	7	7	7	12
N		21.7	23.9	25.5	29.6	36.4	44	47.5	52.5	62.2	72
O		11	12	16.5	22.5	22.5	27.5	28	33	33	39
P		—	—	8.2 ⁰ _{-0.1}	11 ⁰ _{-0.1}	11 ⁰ _{-0.1}	13 ⁰ _{-0.1}	15.5 ⁰ _{-0.1}	18.5 ⁰ _{-0.1}	18.5 ⁰ _{-0.1}	21 ⁰ _{-0.1}
Q		0.5	0.5	3 ⁰ _{-0.025}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	7 ⁰ _{-0.036}
R		—	—	3 ⁰ _{-0.025}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	8 ⁰ _{-0.036}
S		—	—	M3×6	M5×10	M5×10	M5×10	M6×12	M6×12	M6×12	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
φW		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
X		12平均分布中8	20平均分布中16	16	16	16	16	12	16	12	16
Y		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15
a		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
b		698 ZZ	6900 ZZ	6902 ZZ	6002 ZZ	6004 ZZ	6006 ZZ	6206 ZZ	6207 ZZ	6208 ZZ	6209 ZZ
c		695 ZZ	697 ZZ	698 ZZ	6900 ZZ	6902 ZZ	6003 ZZ	6004 ZZ	6005 ZZ	6006 ZZ	6007 ZZ
d		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
d		G8184	D10205	D15255	D15255	D20355	D30457	D30457	D35557	D40607	D45607

●由于零部件的制造方法 (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。

轴输入型 (2UJ) 重量

表185-1
单位: kg

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

表185-2

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
转动惯量	I $\times 10^{-4} \text{kgm}^2$	0.025	0.059	0.137	0.320	1.20	3.41	5.80	9.95	20.5	35.5
	J $\times 10^{-5} \text{kgfms}^2$	0.026	0.060	0.140	0.327	1.22	3.48	5.92	10.2	20.9	36.2

轴输入型 (2UJ) 起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表185-3
单位: cNm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		6.8	11	19	26	63	—	—	—	—	—
50		5.7	9.7	14	22	41	72	94	125	178	—
80		4.4	7.2	11	15	29	52	68	88	125	163
100		3.7	6.5	9.9	14	27	47	60	80	113	147
120		—	6.2	9.3	13	24	44	55	74	105	137
160		—	—	8.6	12	23	39	50	66	94	122

轴输入型 (2UJ) 增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表185-4
单位: Nm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30		3.5	5.9	10	16	31	—	—	—	—	—
50		3.4	5.8	8.4	13	25	43	56	75	107	—
80		4.2	6.9	10	15	28	50	65	85	120	154
100		4.5	7.8	12	17	33	56	72	96	135	176
120		—	8.9	13	19	34	63	79	106	151	198
160		—	—	17	23	43	75	96	126	181	235

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

测定条件

表186-1

减速比 100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
			Harmonic润滑脂 SK-2
		涂油量	正确涂油量
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

■不同减速比修正量

组合型的无负载运行转矩会根据减速比而发生改变。表187-1~187-4为减速比100的数值。

其他减速比，请加上表186-2所示的修正量进行计算。

带输入轴型的无负载运行转矩修正量

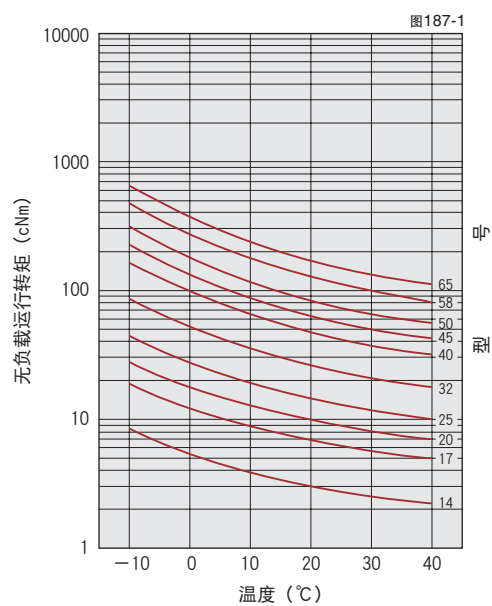
表186-2

单位：cNm

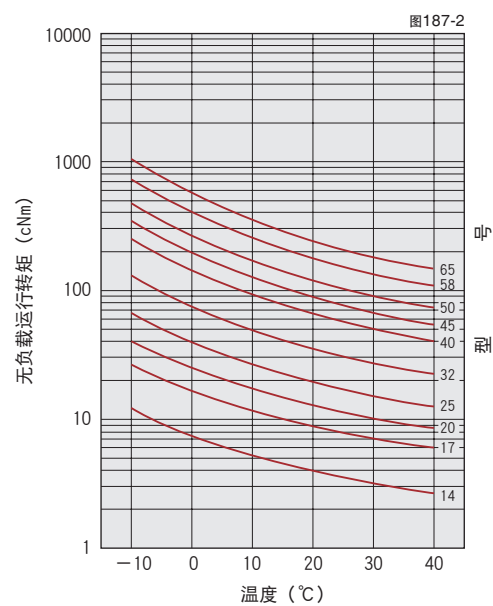
型号	减速比	30	50	80	120	160
14		+2.6	+1.1	+0.2	—	—
17		+4.1	+1.8	+0.4	-0.2	—
20		+5.9	+2.6	+0.5	-0.4	-0.8
25		+9.6	+4.2	+0.8	-0.6	-1.3
32		+18.3	+8.0	+1.5	-1.1	-2.5
40		—	+13.3	+2.4	-1.7	-4.0
45		—	+18.2	+3.3	-2.4	-5.5
50		—	+23.9	+4.3	-3.1	-7.2
58		—	+34.6	+6.2	-4.4	-10.3
65		—	—	+8.1	-5.8	-13.7

■ 减速比100的无负载运行转矩

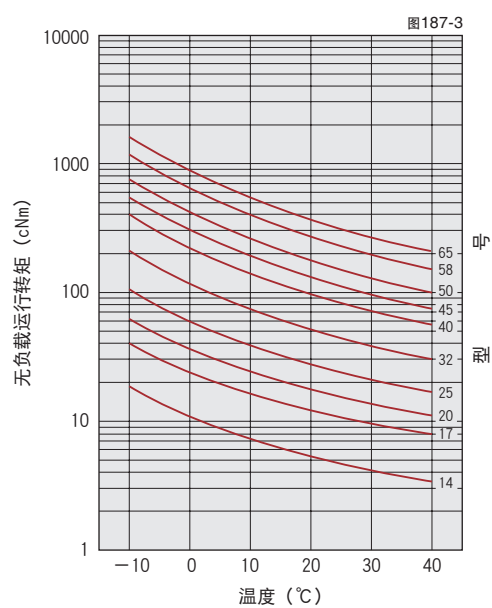
输入转速 500r/min



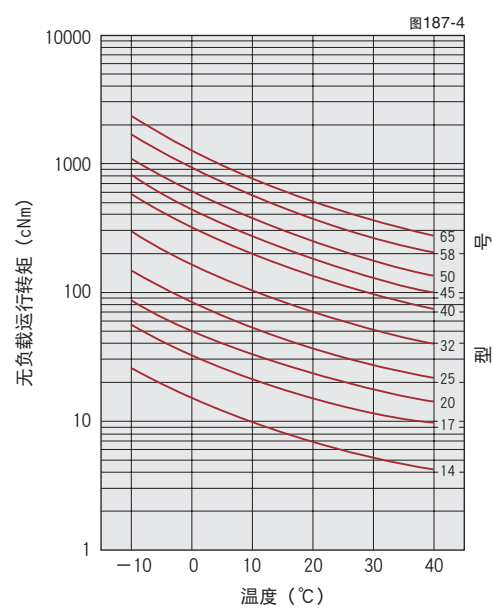
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



输入转速 3500r/min

※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \approx \bar{x} \times 0.2$

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（润滑剂的种类及其使用量）

测定条件

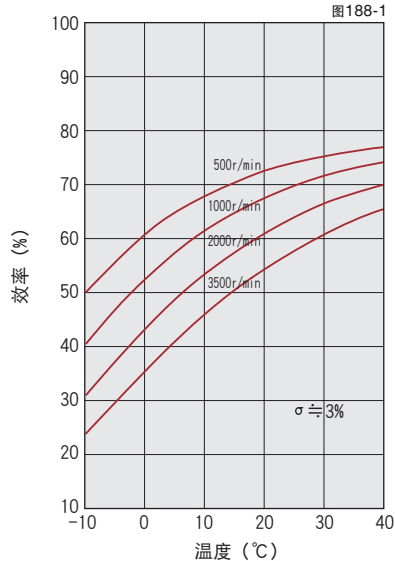
表188-1

组装	推荐组装精度下的组装测定		
负载转矩	额定表所示的额定转矩（第076, 077页）		
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A
		涂抹量	Harmonic润滑脂 SK-2 正确涂抹量

■ 额定转矩时的效率

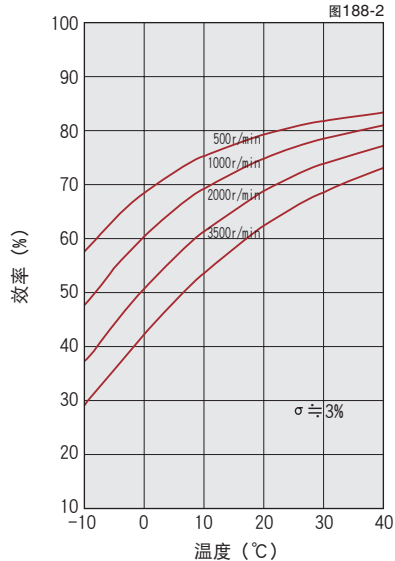
减速比30

图188-1



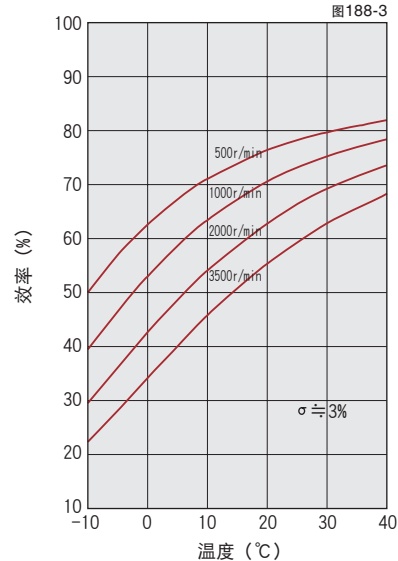
减速比50、80、100、120

图188-2



减速比160

图188-3



※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。 $\sigma \cong \bar{x} \times 0.2$

效率修正系数和效率修正量

负载转矩的效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。
请根据表189-1计算出修正系数 K_e 。

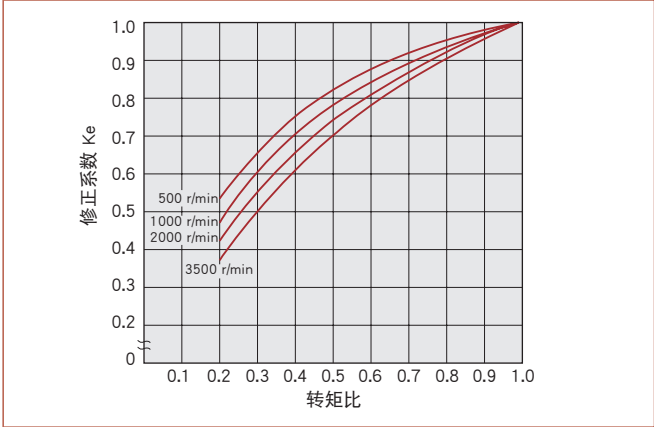
※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e=1$ 。

各型号的效率修正量

组合型的输入侧安装有支撑轴承、油封。这些的影响度会根据型号而有所差异。请根据表189-2计算出各型号额定转矩时效率的修正量 η_e 。

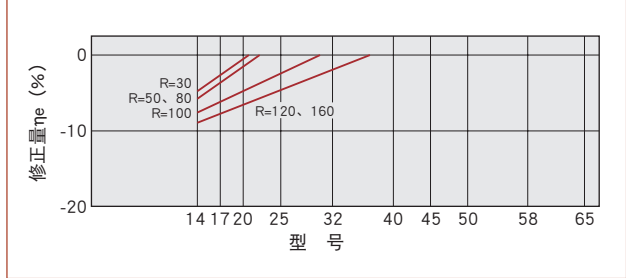
2UJ（轴输入型）的效率修正系数

图189-1



2UJ（轴输入型）的效率修正量

图189-2



效率修正计算公式

请根据以下计算公式计算出“负载转矩的效率修正系数”和“各型号的效率修正量”产生的效率。

计算公式

公式189-1

$$\text{效率 } \eta = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

计算公式的符号

表189-1

η	效率	
K_e	效率修正系数	参照表189-1
η_R	额定转矩时的效率	参照表188-1~188-3
η_e	效率修正量	参照表189-2

轴输入型 (2UJ) 输入轴的容许负载

中空型的中空输入部由2个单列深沟球深槽轴承支撑。

为充分发挥组合型的性能，请确认向输入轴施加的负载。

从结构上看，输入轴会在被施加外力的时候产生轴向窜动。但这并非异常。

图190-1表示轴承的支撑点。『a』『b』的尺寸请参照表190-1。此外，下表190-1・190-2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190-1・190-2的数值是指在平均输入转速为2,000r/min，基本额定使用寿命 $L_{10}=7,000$ h时的数值。

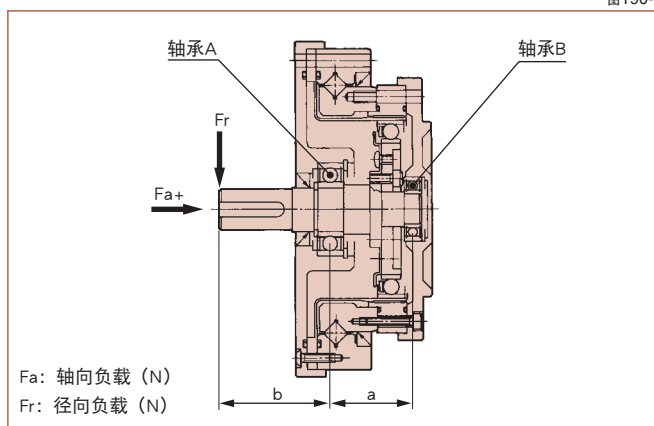
例：向SHF-45-2UJ的输入轴施加500N的轴向负载（ F_a ）时，容许最大径向负载（ F_r ）的数值为400N。

输入轴的轴承规格

表190-1

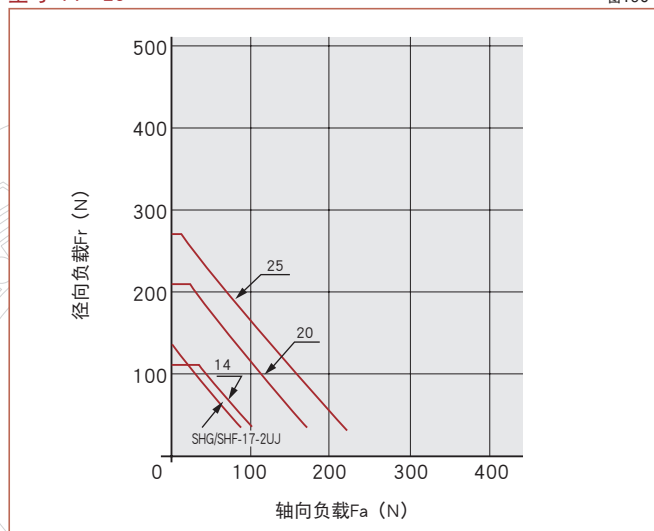
型号	轴承A			轴承B			a (mm)	b (mm)	最大径向负载 F_r (N)
	型号	基本额定动负载	基本额定静负载	型号	基本额定动负载	基本额定静负载			
		C_r (N)	C_{or} (N)		C_r (N)	C_{or} (N)			
14	698ZZ	2240	910	695ZZ	1080	430	20	14	110
17	6900ZZ	2700	1270	697ZZ	1610	710	23.5	21	135
20	6902ZZ	4350	2260	698ZZ	2240	910	26.5	23.3	210
25	6002ZZ	5600	2830	6900ZZ	2700	1270	28	28	270
32	6004ZZ	9400	5000	6902ZZ	4350	2260	36	27	490
40	6006ZZ	13200	8300	6003ZZ	6000	3250	43	32.5	660
45	6206ZZ	19500	11300	6004ZZ	9400	5000	47.5	34.5	1030
50	6207ZZ	25700	15300	6005ZZ	10100	5850	53	39	1330
58	6208ZZ	29100	17800	6006ZZ	13200	8300	62.5	40	1600
65	6209ZZ	32500	20500	6007ZZ	16000	10300	79	63	1650

图190-1



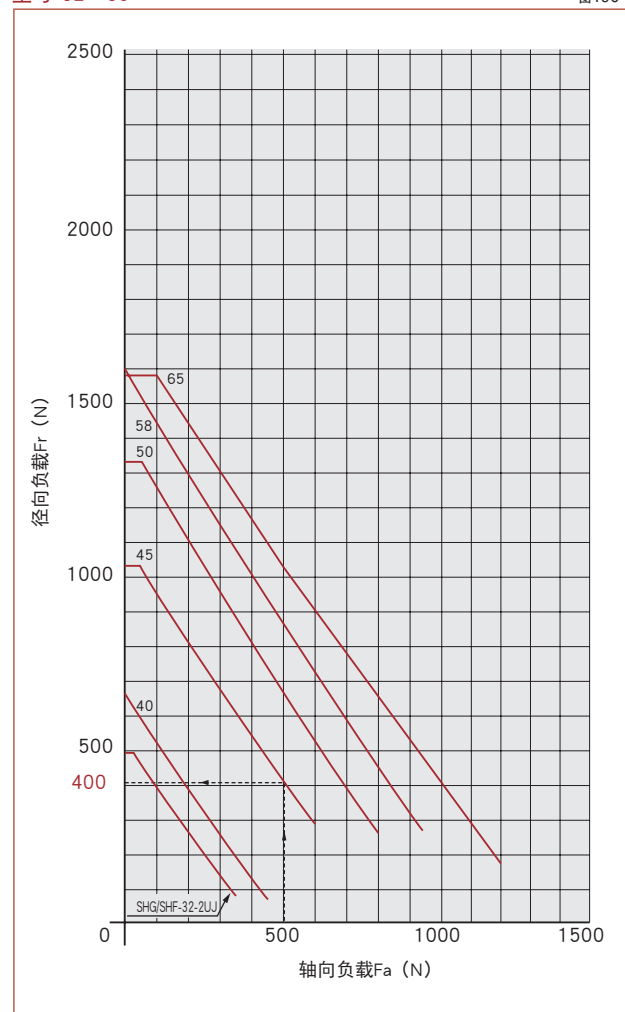
型号 14~25

图190-1



型号 32~65

图190-2



简易组合型 (2SO) 尺寸表

表192-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
ϕA h6		50	60	70	85	110	135	155	170	195	215
ϕB_1		14	18	21	26	26	32	32	32	40	48
ϕB_2		—	—	—	—	—	—	128	141	163	180.4
ϕB_3		—	—	—	—	—	—	2.7	2.7	2.7	2.7
ϕC	标准 (H7)	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24
	最大尺寸	8	10	13	15	15	20	20	20	25	30
D*	SHF系列	28.5 ^{+0.0/-0.8}	32.5 ^{+0.0/-0.9}	33.5 ^{+0.0/-1.0}	37 ^{+0.1/-1.1}	44 ^{+0.1/-1.1}	53 ^{+0.1/-1.1}	58 ^{+0.1/-1.2}	64 ^{+0.1/-1.3}	75.5 ^{+0.1/-1.3}	—
	SHG系列	28.5 ^{+0.0/-0.4}	32.5 ^{+0.0/-0.4}	33.5 ^{+0.0/-0.4}	37 ^{+0.0/-0.5}	44 ^{+0.0/-0.6}	53 ^{+0.0/-0.6}	58 ^{+0.0/-0.6}	64 ^{+0.0/-0.7}	75.5 ^{+0.0/-0.7}	83 ^{+0.0/-0.7}
E		23.5	26.5	29	34	42	51	56.5	63	73	81.5
F*		5	6	4.5	3	2	2	1.5	1	2.5	1.5
G		2.4	3	3	3.3	3.6	4	4.5	5	5.8	6.5
H		14.1	16	17.5	18.7	23.4	29	32	34	40.2	43
I		7	7.5	8.5	12	15	18	20	24	27	32
J		6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29
K*	SHF系列	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	—
	SHG系列	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5
L	SHF系列	17.6 ^{+0.0/-0.1}	19.5 ^{+0.0/-0.1}	20.1 ^{+0.0/-0.1}	20.2 ^{+0.0/-0.1}	22 ^{+0.0/-0.1}	27.5 ^{+0.0/-0.1}	27.9 ^{+0.0/-0.1}	32 ^{+0.0/-0.1}	34.9 ^{+0.0/-0.1}	—
	SHG系列	18.5 ^{+0.0/-0.1}	20.7 ^{+0.0/-0.1}	21.5 ^{+0.0/-0.1}	21.6 ^{+0.0/-0.1}	23.6 ^{+0.0/-0.1}	29.7 ^{+0.0/-0.1}	30.5 ^{+0.0/-0.1}	34.8 ^{+0.0/-0.1}	38.3 ^{+0.0/-0.1}	44.6 ^{+0.0/-0.1}
ϕM_1 h7		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
ϕM_2 H7		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232
ϕN_2		—	—	—	—	—	32	—	32	—	48
O		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
ϕP		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
ϕQ		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
ϕR		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
S		2	4	4	4	4	6	6	6	8	8
T ₁	M3×6	M3×6	M3×8	M3×8	M4×8	M4×10	M4×8	M5×12	M5×12	M6×16	M6×16
T ₂ (角度)	22.5°	15°	15°	15°	15°	15°	10°	15°	11.25°	11.25°	11.25°
ϕU		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
V		—	—	10.4	12.8	16.3	16.3	21.8	21.8	24.8	27.3
W Js9		—	—	3	4	5	5	6	6	6	8
X ₁	12平均分布中8	12平均分布中16	16	16	16	16	16	12	16	12	16
X ₂	M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15	M10×15
Y ₁	$\phi 3.5 \times 6$	$\phi 3.5 \times 6.5$	$\phi 3.5 \times 7.5$	$\phi 4.5 \times 10$	$\phi 5.5 \times 14$	$\phi 6.6 \times 17$	$\phi 9 \times 19$	$\phi 9 \times 22$	$\phi 11 \times 25$	$\phi 11 \times 29$	$\phi 11 \times 29$
Y ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Z ₁	4	4	4	4	4	4	4	8	6	8	8
Z ₂	M3×6	M3×6	M3×8	M3×10	M4×16	M5×20	M5×20	M5×25	M6×25	M6×30	M6×30
壳体内壁	ϕa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
	b	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
	ϕc	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
	d	1.7	2.1	2	2	2	2	2.3	2.5	2.9	3.5
e		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
f		—	—	—	—	—	—	d1 121.5 d2 2.0	S135	d1 157.0 d2 2.0	S175

●下述尺寸可以变更或追加加工。

波发生器: C尺寸
柔轮: O·P尺寸
刚轮: X1·X2尺寸

●带*符号的D·F·K的尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件 (波发生器、柔轮、刚轮) 轴向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。

●型号14~40的刚轮上没有使用密封用的O型环槽 (符号: f), 因此在设计、安装时请严格采取油封措施。

●由于柔轮会发生弹性变形, 为防止其与壳体接触, 请使用大于 $\phi a \cdot b \cdot c$ 、小于D的内壁尺寸。

●产品交货时, 波发生器是独立包装的。

简易组合型 (2SO) 重量

表192-2
单位: kg

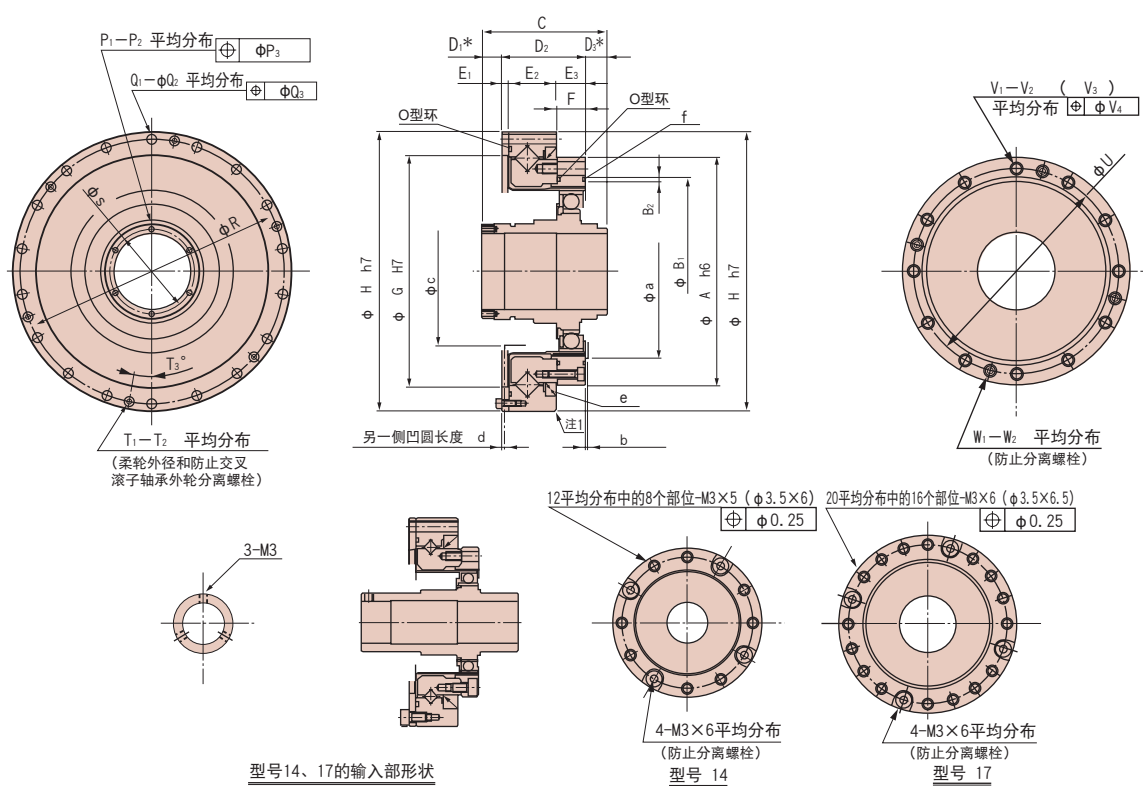
符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
重量 (kg)		0.41	0.57	0.81	1.31	2.94	5.1	6.5	9.6	13.5	19.5

简易组合型 (2SH) 外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

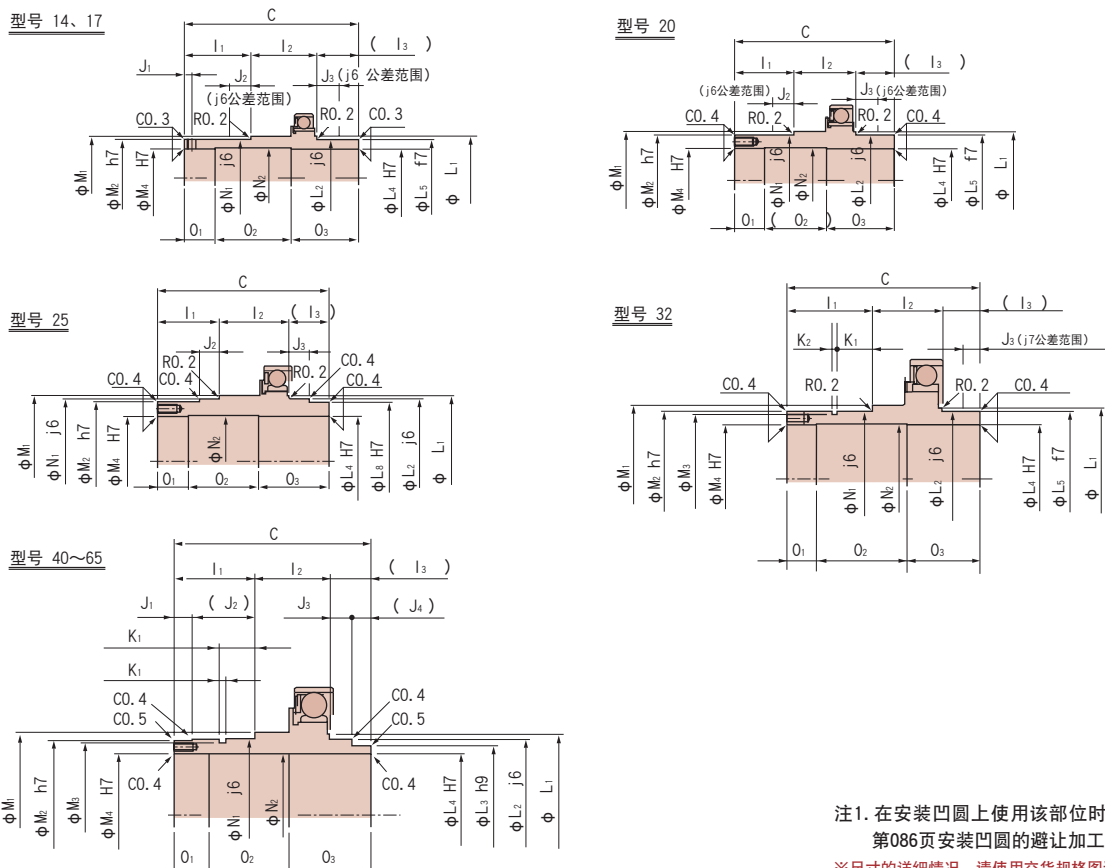
URL: <http://www.hds.co.jp/>

图193-1



型号 14、17 的输入部形状

各型号波发生器的形状



注 1. 在安装凹圆上使用该部位时，请参照第 086 页安装凹圆的避让加工。

※尺寸的详细情况，请使用交货规格图进行确认。特别是波发生器的形状会根据各型号的不同而有所差异，因此请务必使用交货规格图进行确认。

简易组合型（2SH）尺寸表

表194-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
ϕA h6		50	60	70	85	110	135	155	170	195	215
ϕB_1		—	—	—	—	—	—	128	141	163	180.4
B_2		—	—	—	—	—	—	2.7	2.7	2.7	2.7
C		52.5 ^{+0.1} _{-0.1}	56.5 ^{+0.1} _{-0.1}	51.5 ^{+0.1} _{-0.1}	55.5 ^{+0.1} _{-0.1}	65.5 ^{+0.1} _{-0.1}	79 ^{+0.1} _{-0.1}	85 ^{+0.1} _{-0.1}	93 ^{+0.1} _{-0.1}	106 ^{+0.1} _{-0.1}	128 ^{+0.1} _{-0.1}
D_1^*	SHF	16 ^{+0.8} ₀	16 ^{+0.9} ₀	9.5 ^{+1.0} ₀	10 ^{+1.1} ₀	12 ^{+1.1} ₀	13 ^{+1.1} ₀	13.5 ^{+1.2} ₀	15 ^{+1.3} ₀	16 ^{+1.3} ₀	21 ^{+1.3} ₀
	SHG	16 ^{+0.4} ₀	16 ^{+0.4} ₀	9.5 ^{+0.4} ₀	10 ^{+0.5} ₀	12 ^{+0.6} ₀	13 ^{+0.6} ₀	13.5 ^{+0.6} ₀	15 ^{+0.7} ₀	16 ^{+0.7} ₀	21 ^{+0.7} ₀
D_2		23.5	26.5	29	34	42	51	56.5	63	73	81.5
D_3^*		13	14	13	11.5	11.5	15	15	15	17	25.5
E_1		2.4	3	3	3.3	3.6	4	4.5	5	5.8	6.5
E_2		14.1	16	17.5	18.7	23.4	29	32	34	40.2	43
E_3		7	7.5	8.5	12	15	18	20	24	27	32
F		6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29
ϕG H6		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232
ϕH h6		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
波发生器 尺寸	I_1	20 ^{+0.1}	21.5 ^{+0.1}	19 ^{+0.1}	20 ^{+0.1}	29 ^{+0.1}	34 ^{+0.1}	35 ^{+0.1}	39.5 ^{+0.1}	45.3 ^{+0.1}	54.5 ^{+0.1}
	I_2	20 ^{+0.1}	21.5 ^{+0.1}	20 ^{+0.1}	22.5 ^{+0.1}	23.5 ^{+0.1}	28 ^{+0.1}	32.5 ^{+0.1}	36 ^{+0.1}	40.7 ^{+0.1}	—
	I_3	(12.5)	(13.5)	(12.5)	(13)	(13)	(17)	(17.5)	(17.5)	(20)	—
	J_1	2.5	2.5	—	—	—	—	8	9	10	14
	J_2	7	7	7	6.5	—	—	(27)	(30.5)	(35.3)	(40.5)
	J_3	7	7	7	6.5	—	9.5	9.5	9.5	12.5	11.5
	J_4	—	—	—	—	—	(7.5)	(8)	(8)	(7.5)	(11.5)
	K_1	—	—	—	—	13.9	15.1	15.6	18.6	21.1	23.1
	K_2	—	—	—	—	1.9	2.2	2.7	2.7	3.2	3.1
	ϕL_1	22	27	32	42	47	62	69	79	90	106
	ϕL_2 j6	20	25	30	40	45	60	65	75	85	100
	ϕL_3 h9	—	—	—	38	—	59	59	69	84	96
	ϕL_4 H7	14	19	21	29	36	46	52	60	70	80
	ϕL_5 f7	20	25	30	—	45	—	—	—	—	—
	ϕM_1	22	27	32	42	49	65	70	80	91.5	111
	ϕM_2 h7	20	25	30	38	45	59	64	74	84	96
	ϕM_3	—	—	—	—	42.5	57	62	72	81.5	96.5
	ϕM_4 H7	14	19	21	29	36	46	52	60	70	80
	ϕN_1 j6	20	25	30	40	45	60	65	75	85	100
	ϕN_2	14.5	19.5	21.5	29.5	36.5	46.5	52.5	60.5	70.5	80.5
	O_1	10	10	10	10	10	12	15	15	15	20
	O_2	22.5	24.5	(19.5)	22.5	(30.5)	(35)	35	41	48	54
	O_3	20	22	22	23	25	32	35	37	43	54
	P_1	3	3	6	6	6	6	6	6	8	6
	P_2	M3	M3	M3×6	M3×6	M3×6	M4×8	M4×8	M4×8	M4×8	M5×10
	ϕP_3	—	—	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	Q_1	8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
	ϕQ_2	3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
	ϕQ_3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
	ϕR	64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
	ϕS	—	—	25.5	33.5	40.5	52	58	67	77	88
	T_1	2	4	4	4	4	6	6	6	8	8
	T_2	M3×6	M3×6	M3×8	M3×8	M4×8	M4×10	M4×10	M5×12	M5×12	M6×16
	T_3 (角度)	22.5°	15°	15°	15°	15°	15°	10°	15°	11.25°	11.25°
	ϕU	44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
	V_1	12平均分中8	20平均分中16	16	16	16	16	12	16	12	16
	V_2	M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15
	V_3	$\phi 3.5 \times 6$	$\phi 3.5 \times 6.5$	$\phi 3.5 \times 7.5$	$\phi 4.5 \times 10$	$\phi 5.5 \times 14$	$\phi 6.6 \times 17$	$\phi 9 \times 19$	$\phi 9 \times 22$	$\phi 11 \times 25$	$\phi 11 \times 29$
	V_4	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
	W_1	4	4	4	4	4	4	4	8	6	8
	W_2	M3×6	M3×6	M3×8	M3×10	M4×16	M5×20	M5×20	M5×25	M6×25	M6×30
壳体内壁	ϕa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
	b	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
	ϕc	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
d		1.7	2.1	2	2	2	2	2.3	2.5	2.9	3.5
e		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
f		—	—	—	—	—	—	d1 121.5 d2 2.0	S135	d1 157.0 d2 2.0	S175

●由于柔轮会发生弹性形变，为防止其与壳体接触，请使用大于 $\phi a \cdot b \cdot c$ 、小于D的内壁尺寸。

●带*符号的 $D_1 \cdot D_3$ 的尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件（波发生器、柔轮、刚轮）轴向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。

●由于零部件的制造方法（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，如想了解公差范围，请咨询本公司或授权代理商。

●型号14~40的刚轮上没有使用密封用的O型槽（符号：f），因此在设计、安装时请严格采取油封措施。

●产品交货时，波发生器是独立包装的。

简易组合型 (2SH) 重量

表195-1
单位: kg

符号	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
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

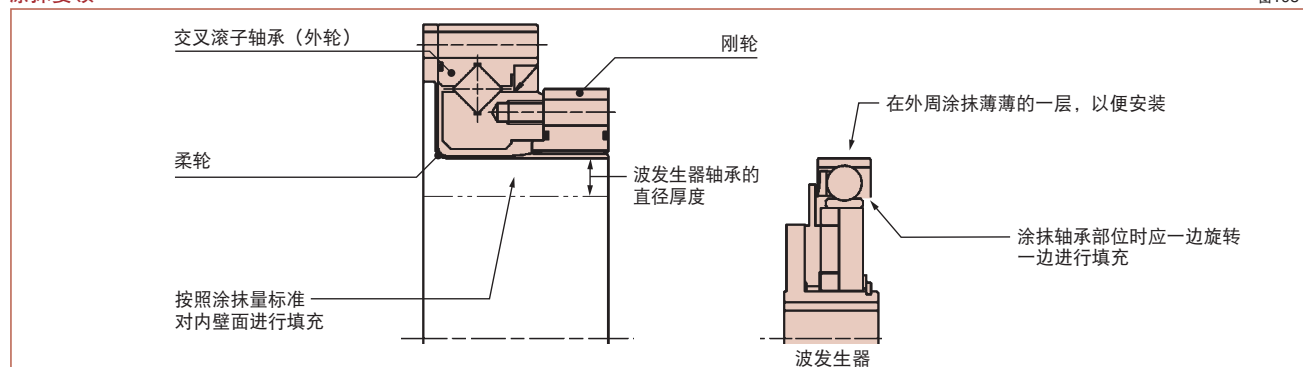
简易组合型的润滑方法以润滑脂润滑为标准。
润滑剂的详情请参照第014页的“技术资料”。

涂抹要领

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

涂抹要领

图195-1



涂抹量

表195-2
单位: g

使用方法	型号	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
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

润滑脂更换时间

Harmonic Drive的各运动部的磨损很大程度上会受到润滑脂性能的影响。
润滑脂的性能会根据温度变化, 温度越高劣化越快, 因此需要尽早进行润滑脂更换。如右表所示, 当平均负载转矩低于额定转矩时, 根据润滑脂温度与波发生器总转数间的关系可确定润滑脂的更换时间大致标准。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脂的更换时间大致标准。

平均负载转矩超出额定转矩时的计算公式

公式195-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

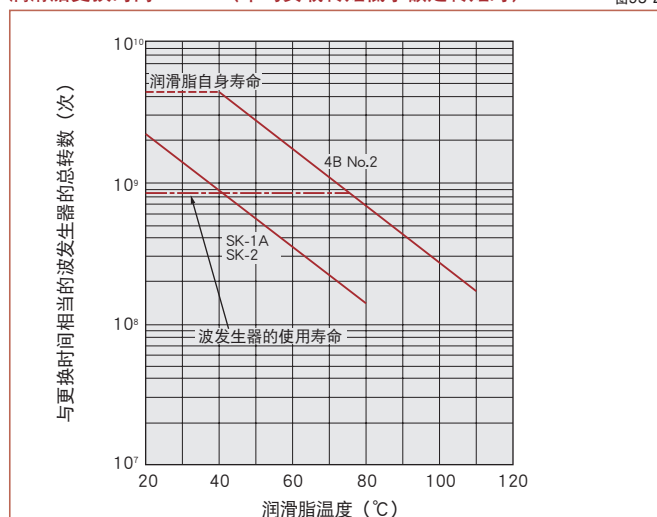
计算公式的符号

表195-3

L_{GT}	超出额定转矩时的更换时间	转数	——
L_{GTn}	低于额定转矩时的更换时间	转数	参照左图
T_r	额定转矩	Nm, kgfm	参照第076.077页的额定表
T_{av}	输出侧的平均负载转矩		计算公式: 参照第012页

润滑脂更换时间: L_{GTn} (平均负载转矩低于额定转矩时)

图95-2



波发生器的使用寿命表示破损率为10%。

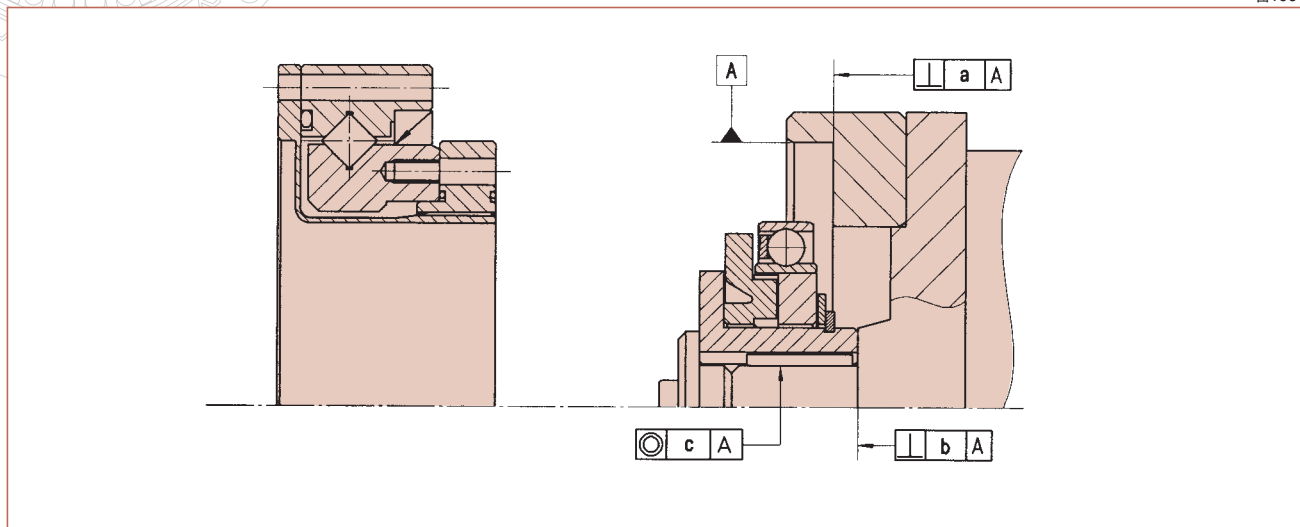
■其他注意事项

1. 请避免与其他润滑脂混用。此外, 组装到装置上时, 请将Harmonic Drive置于单独的壳体内。
2. 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: 1000r/min以下) 时使用Harmonic Drive, 可能引起润滑不良, 此时使用请咨询本公司授权代理商。
3. 波发生器朝上或朝下使用时, 请用润滑剂填满波发生器和输入外罩 (电动机法兰) 之间的间隙。
4. 润滑脂容积/空间容积在50%以上时, 有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式, 请咨询本公司或授权经销商。

简易组合型组装精度

为充分发挥2SO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。

图196-1

表196-1
单位: mm

尺寸	14	17	20	25	32	40	45	50	58
a	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031
b	0.017 (0.008)	0.020 (0.010)	0.020 (0.010)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.032 (0.012)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)
c	0.030 (0.016)	0.034 (0.018)	0.044 (0.019)	0.047 (0.022)	0.047 (0.022)	0.050 (0.022)	0.063 (0.024)	0.066 (0.030)	0.068 (0.033)

※ () 内的数值是波发生器为一体型时的数值 (未采用欧式联轴节结构时)

组装注意事项

■ 组装步骤

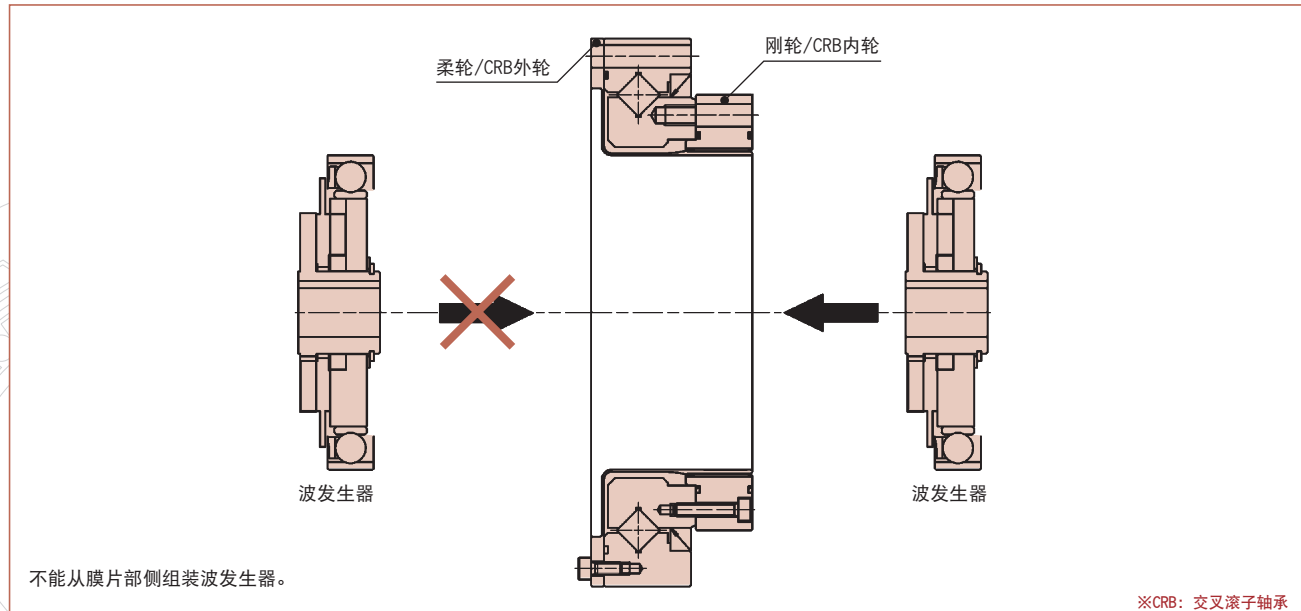
将刚轮和柔轮组合安装到装置上后，再组装上波发生器。

若使用其他方法进行组装，可能出现齿轮偏移状态 (参照第027页)

下实施组装或损伤齿面等情况。请充分注意。

正确组装步骤

图196-2



不能从膜片侧组装波发生器。

※CRB: 交叉滚子轴承

■ 组装注意事项

由于组装时的错误，Harmonic Drive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度的力。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，请特别注意把中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内（参考第106页的“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、有否有歪斜。
2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。
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. 当刚轮组装至外壳后，确认其是否能够旋转，是否有些部位存在干涉，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加工等原因致使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。
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。

柔轮的注意事项

1. 确认安装面的平坦度是否良好、有否有歪斜。
2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。
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加工等原因致使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。
6. 确认与刚轮组合时，是否存在极端的单侧啮合。发生单侧偏移时，可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。

关于防锈措施

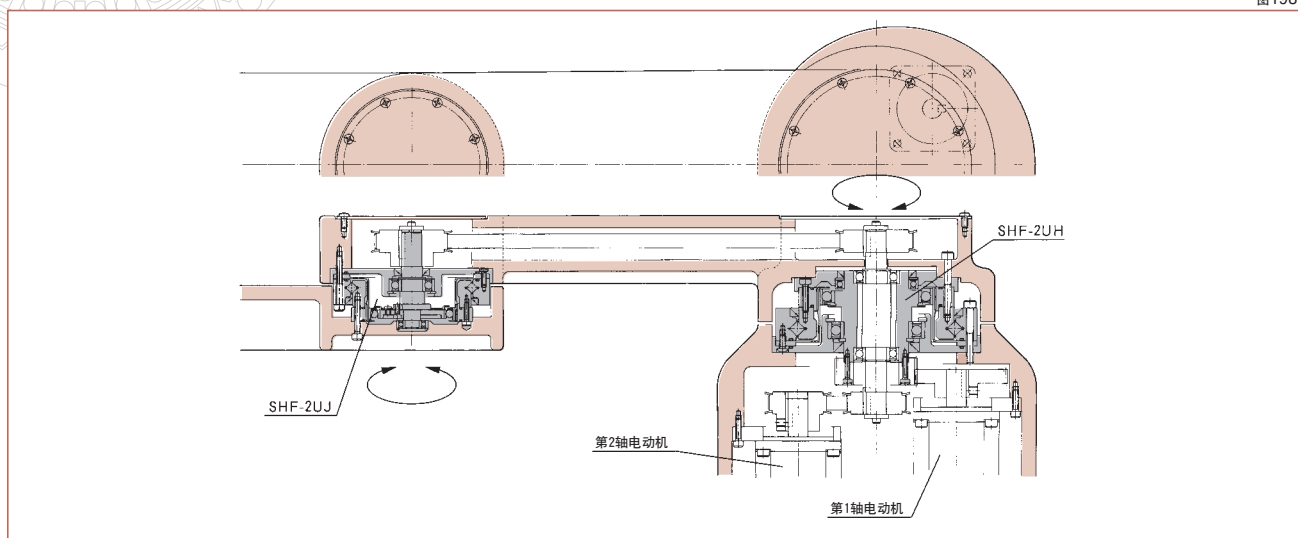
组合型的表面没有实施防锈处理。
需要实施防锈时请向表面涂抹防锈剂。
此外，需要本公司实施表面防锈处理时，请咨询授权代理商。

水平多关节（SCARA）机器人基本2轴上中空型（2UH）和带输入轴型（2UJ）的组装示例

利用第1轴SHF-2UH的中空孔，将第2轴SHF-2UJ的电动机装至底座内，
这既可减轻第1轴的惯性负载，同时机械臂设计也更灵活。

组合组合型的设计降低了组装工时，也更易于保证组装精度。

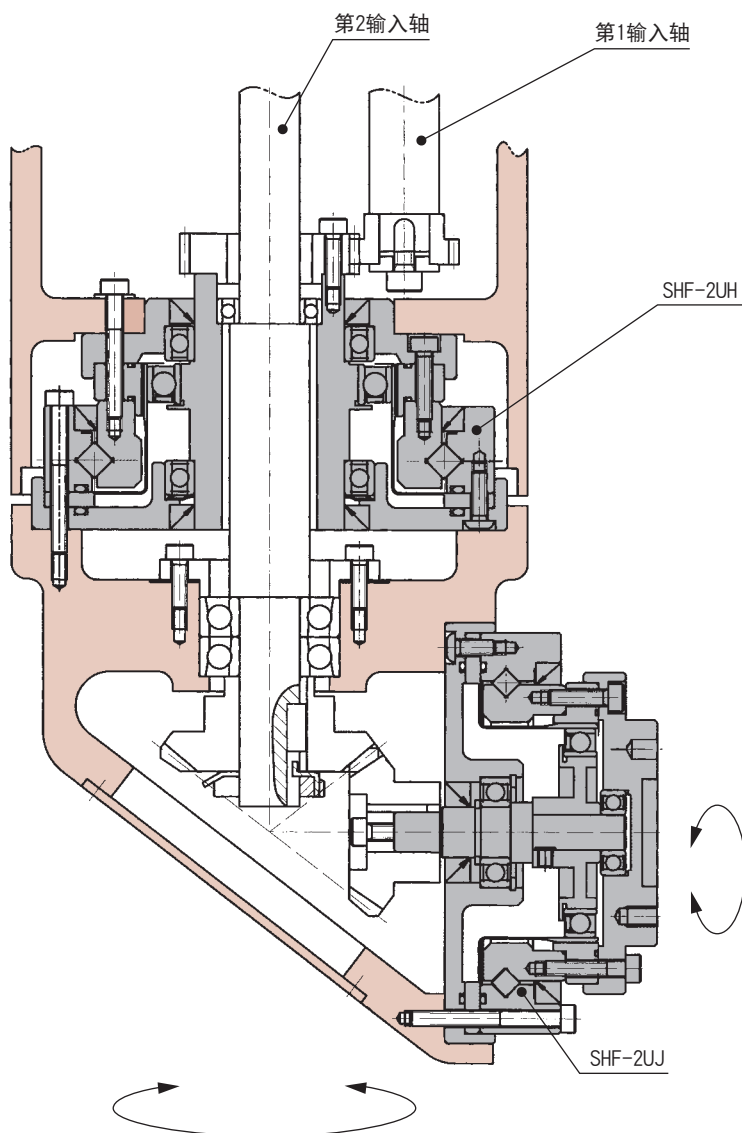
图198-1



龙门式机器人手腕轴上中空型（2UH）和带输入轴型（2UJ）的组装示例

为实现龙门式机器人的动力启动需要减轻其直行轴上的重量。因此，手腕轴必须保证轻量紧凑。
在此使用示例中，通过将驱动电动机置于手腕轴的外侧，减轻了手腕轴整体的重量。

图199-1



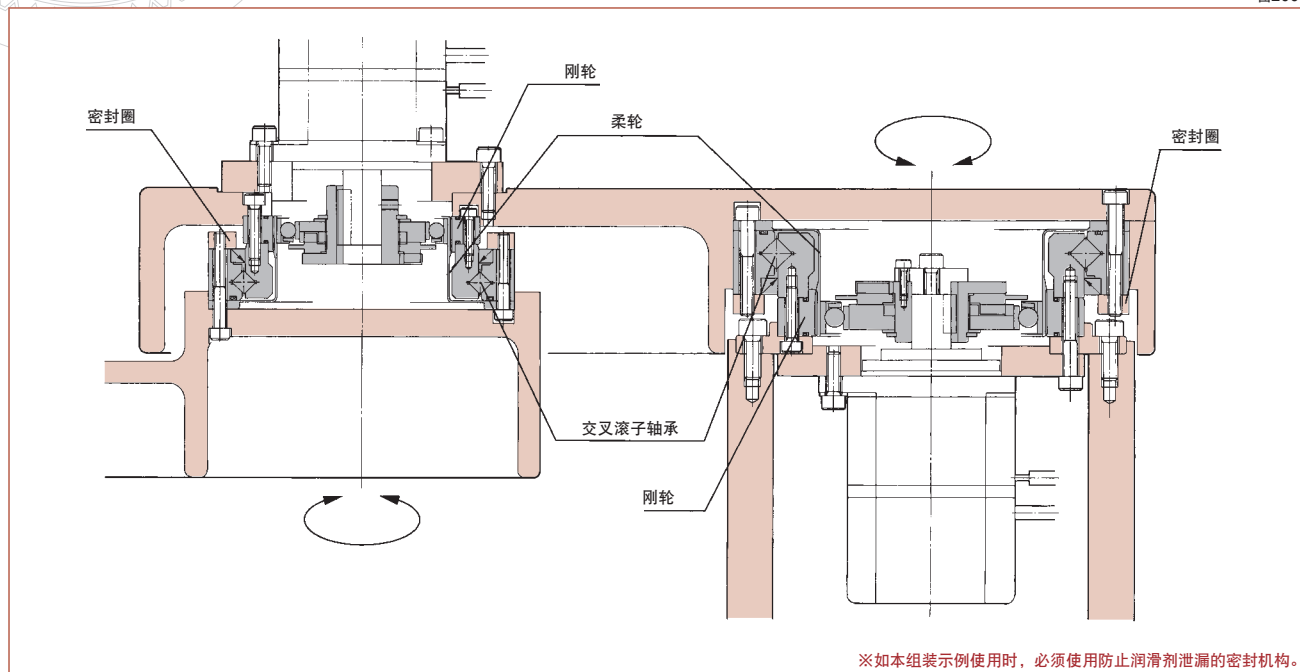
水平多关节（SCARA）机器人基本2轴上简易组合型（2S0）（无输入输出法兰的类型）的组装示例

为降低整体成本，采用省去输入输出法兰的建议组合型。

※关于将刚轮、柔轮、交叉滚子轴承呈组合套件状态交货的相关事宜，请咨询授权代理商。

交叉滚子轴承的外轮没有实施螺孔加工，本公司会提供如图所示的密封圈。请在螺栓安装方向受限时使用。

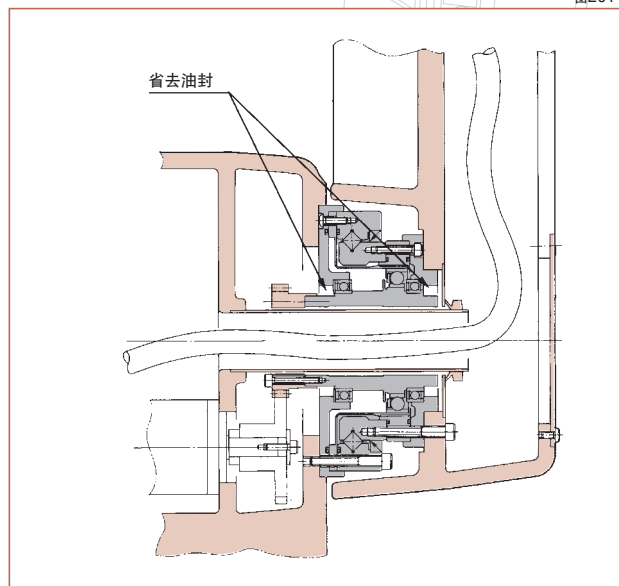
图200-1

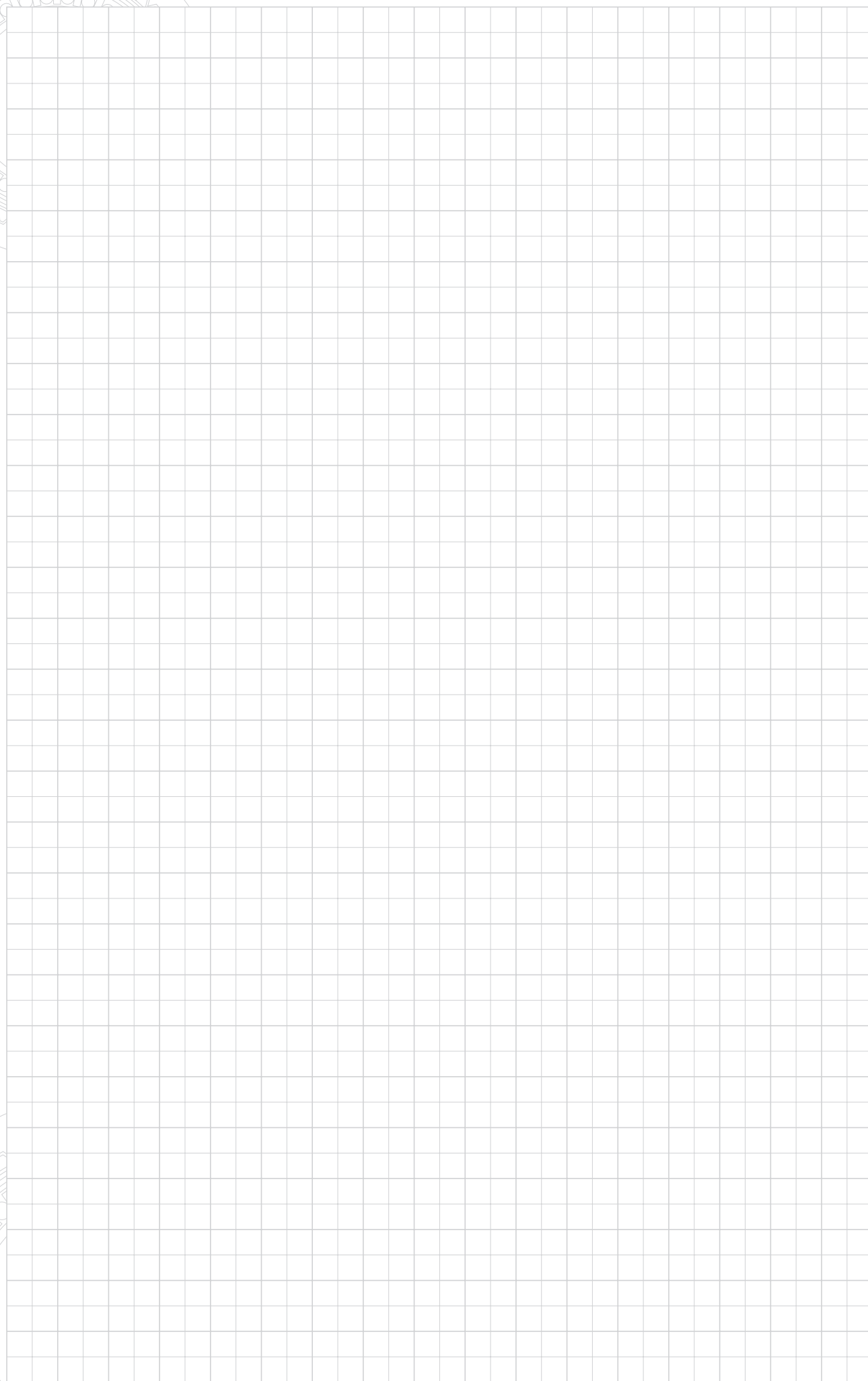


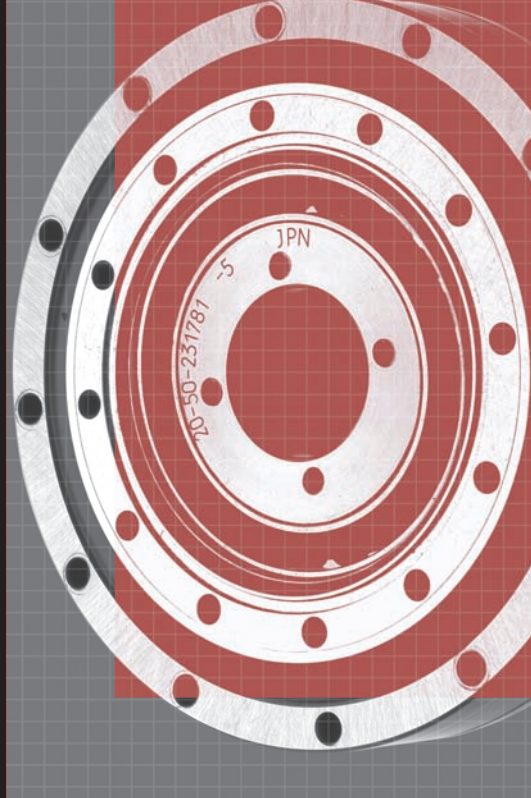
■省去中空型（2UH）油封的使用示例

中空型2UH是在输入轴（高速旋转侧）上使用油封的密封组合。此外，为确保中空结构而使用大直径的油封。因此，可能会由于摩擦损失导致温度上升，从而引发问题。

此时，如果能够允许向输入轴泄漏少量润滑脂，并且可以在输出轴及机箱侧（低速旋转侧）实施润滑脂密封，则也可以采用省去组合型输入输出两侧油封的使用方法。研究上述情况时，请咨询授权代理商。



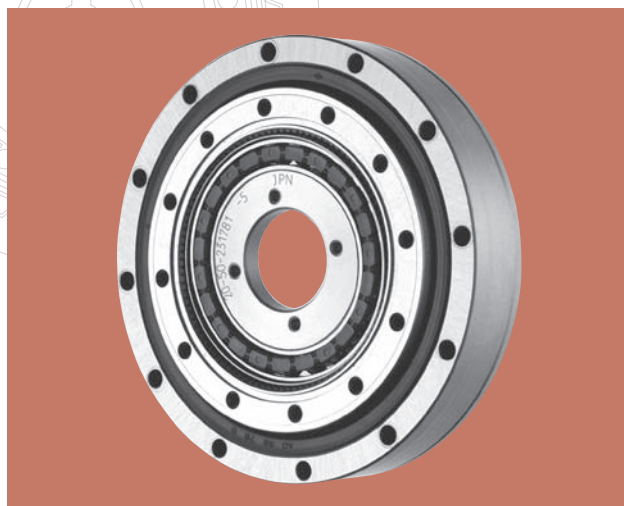




SHD系列

Unit Type SHD

特点	114
型号·符号	115
技术数据	
·额定表	116
·外形图	116
·尺寸表	117
·角度传达精度	118
·滞后损失	118
·刚性（弹簧常数）	118
·起动转矩	119
·增速起动转矩	119
·棘爪扭矩	119
·屈曲转矩	119
·无负载运行转矩	120
·效率特性	122
·主轴承的规格	123
设计指南	
·组装精度	124
·安装和传递转矩	125
·安装凹圆的避让加工	125
·输出部和固定部	126
·波发生器的轴向力	126
·润滑	126
·组装注意事项	128



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%。

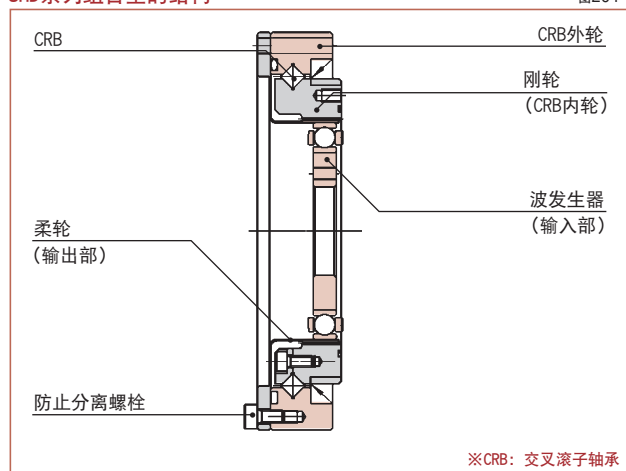
是在输出侧组装有高刚性交叉滚子轴承的简易组合型。非常适合要求平坦设计的应用。

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

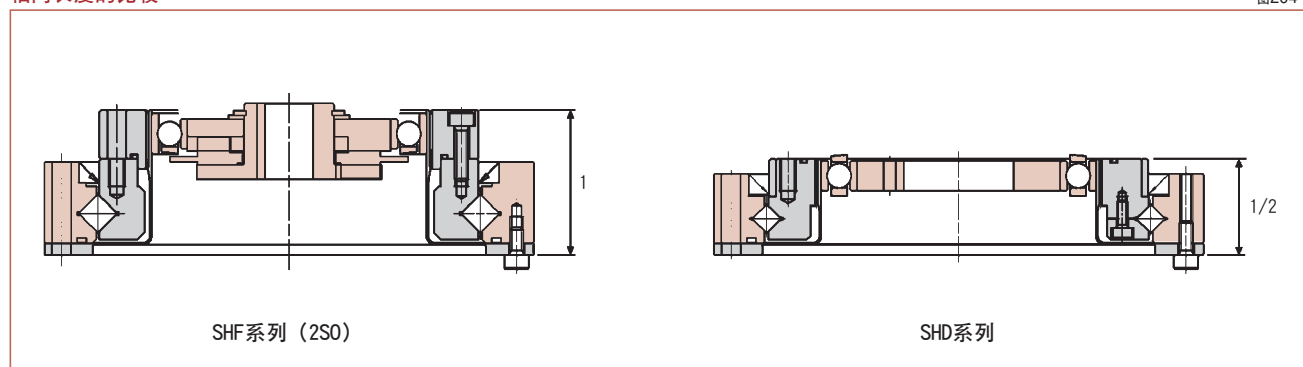
SHD系列组合型的结构

图204-1



轴向长度的比较

图204-2



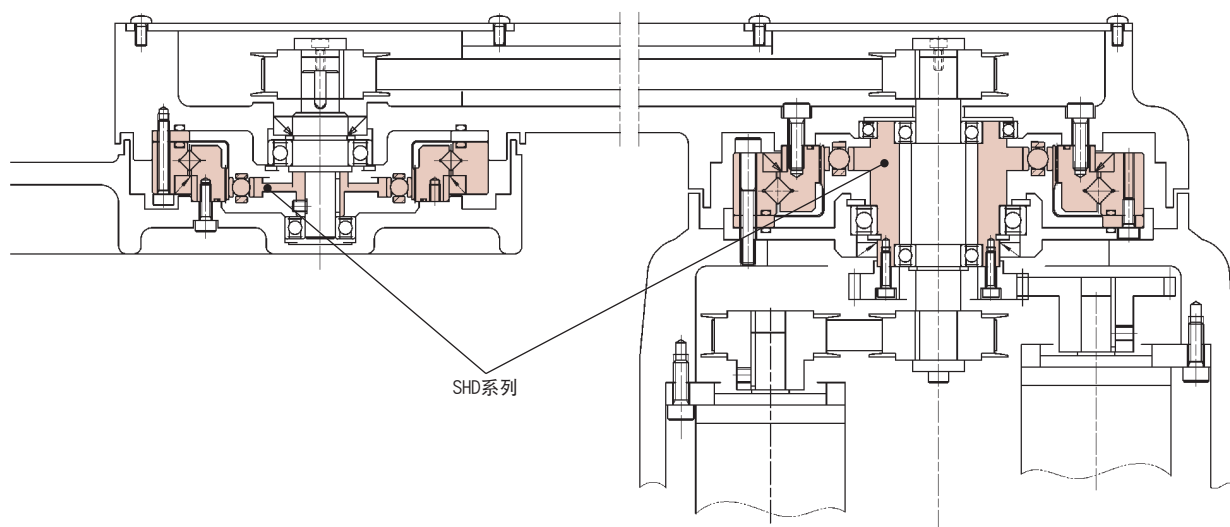
SHF系列 (2S0)

SHD系列

SHD系列的组装示例

图205-1

水平多关节（SCARA）机器人
非常适合应用于受高度限制的各种搬运装置。



型号·符号

SHD - 20 - 100 - 2SH - 规格

表205-1

机型名称	型号	减速比 注1			型 式	特殊规格
SHD	14	50	100	—	2SH=简易组合型	润滑方法和使用条件 空白=标准品 SP=形状、性能等特殊规格
	17	50	100	—		
	20	50	100	160		
	25	50	100	160		
	32	50	100	160		
	40	50	100	160		

注1: 减速比表示的是输入：波发生器，固定：刚轮，输出：柔轮时的情况。

额定表

表206-1

型号	减速比	输入2000r/min时的额定转矩		起动停止时的容许峰值转矩		平均负载转矩的容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高输入转速r/min	容许平均输入转速r/min	转动惯量	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	润滑脂润滑	润滑油润滑	I $\times 10^{-4} \text{kgm}^2$	J $\times 10^{-3} \text{kgfms}^2$
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				
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	7.2				
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	10				
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	10				
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	5600	3500	0.282	0.288
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19				
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21				
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				
	160	96	10	261	27	151	15	445	45				
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				
	160	206	21	453	46	316	32	765	78				

(注) 1. 转动惯量 $I = \frac{1}{4} GD^2$

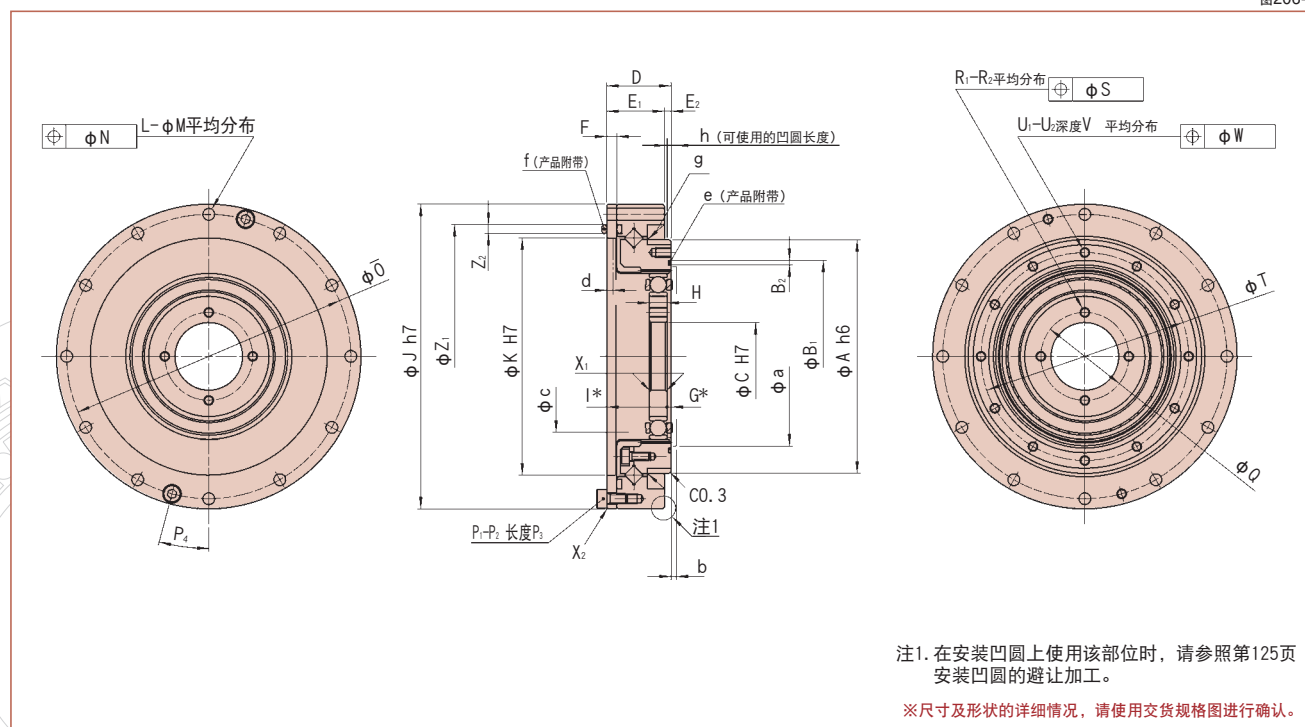
2. 用语详情请参照第010页的“技术资料”。

外形图

本产品的CAD数据 (DXF) 可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图206-1



尺寸表

表207-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40
ϕA h6		49 ⁰ _{-0.016}	59 ⁰ _{-0.019}	69 ⁰ _{-0.019}	84 ⁰ _{-0.022}	110 ⁰ _{-0.022}	132 ⁰ _{-0.025}
ϕB_1		39.1 ^{+0.1} ₀	48 ^{+0.1} ₀	56.8 ^{+0.1} ₀	70.5 ^{+0.1} ₀	92 ^{+0.1} ₀	112.4 ^{+0.1} ₀
B_2		0.8 ^{+0.15} ₀	1.1 ^{+0.25} ₀	1.4 ^{+0.25} ₀	1.7 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.25} ₀	2.2 ^{+0.25} ₀
ϕC H7		11 ^{+0.018} ₀	15 ^{+0.018} ₀	20 ^{+0.021} ₀	24 ^{+0.021} ₀	32 ^{+0.025} ₀	40 ^{+0.025} ₀
D		17.5 $\pm$ 0.1	18.5 $\pm$ 0.1	19 $\pm$ 0.1	22 $\pm$ 0.1	27.9 $\pm$ 0.1	33 $\pm$ 0.1
E_1		15.5	16.5	17	20	23.6	28
E_2		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 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.3 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}
I*		15.7 ⁰ _{-0.2}	16.9 ⁰ _{-0.2}	17.8 ⁰ _{-0.2}	21.6 ⁰ _{-0.2}	27.3 ⁰ _{-0.2}	32.2 ⁰ _{-0.2}
ϕJ h7		70 ⁰ _{-0.030}	80 ⁰ _{-0.030}	90 ⁰ _{-0.035}	110 ⁰ _{-0.035}	142 ⁰ _{-0.040}	170 ⁰ _{-0.040}
ϕK H7		50 ^{+0.025} ₀	61 ^{+0.030} ₀	71 ^{+0.030} ₀	88 ^{+0.035} ₀	114 ^{+0.035} ₀	140 ^{+0.040} ₀
L		8	12	12	12	12	12
ϕM		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6
ϕN		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
ϕO		64	74	84	102	132	158
P_1		2	2	2	4	4	4
P_2		M3	M3	M3	M3	M4	M4
P_3		6	6	6	8	10	10
P_4		22.5°	15°	15°	15°	15°	15°
ϕQ		17	21	26	30	40	50
R_1		4	4	4	4	4	4
R_2		M3	M3	M3	M3	M4	M5
ϕS		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ϕT		43	52	61.4	76	99	120
U_1		8	12	12	12	12	12
U_2		M3	M3	M3	M4	M5	M6
V		4.5	4.5	4.5	6	8	9
ϕW		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
X_1		C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
X_2		C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
Z_1		57 ^{+0.1} ₀	68.1 ^{+0.1} ₀	78 ^{+0.1} ₀	94.8 ^{+0.1} ₀	123 ^{+0.1} ₀	148 ^{+0.1} ₀
Z_2		2 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀	2.4 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀
壳体内壁	ϕa	36.5	45	53	66	86	106
	b	1	1	1.5	1.5	2	2.5
	ϕc	31	38	45	56	73	90
	d	1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
e		d37.1d0.6	d45.4d0.8	d53.28d0.99	d66.5d1.3	d87.5d1.5	d107.5d1.6
f		d54.38d1.19	d64.0d1.5	d72.0d2.0	d88.62d1.78	d117.0d2.0	d142d2.0
g		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467
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

●下述尺寸可以变更或追加加工。

波发生器: C尺寸
柔轮: O·P尺寸
刚轮: X_1 · X_2 尺寸

- 带*符号的G·I的尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件(波发生器、柔轮、刚轮)轴向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。
- 由于柔轮会发生弹性变形, 为防止其与壳体接触, 请使用大于 ϕa · b · c 、小于D的内壁尺寸。
- 产品交货时, 波发生器是独立包装的。
- 由于零部件的制造方法(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

(用语说明请参照“技术资料”。)

表208-1

单位: $\times 10^{-4}$ rad(arc min)

型号		14	17	20	25	32	40
角度传达误差	$\times 10^{-4}$ rad	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

滞后损失

(用语说明请参照“技术资料”。)

表208-2

减速比	型号	14	17	20	25	32	40
50	$\times 10^{-4}$ rad	7.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	arc min	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
100以上	$\times 10^{-4}$ rad	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc min	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

刚性 (弹簧常数)

(用语说明请参照“技术资料”。)

表208-3

符号		型号	14	17	20	25	32	40
	T ₁	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29	54
		kgfm	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5
	T ₂	Nm	6.9	12	25	48	108	196
		kgfm	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20
减速比 50	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8
		kgfm/arc min	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11
		kgfm/arc min	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15
		kgfm/arc min	0.14	0.34	0.6	1.1	2.5	4.5
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	6.9	5.8	6.4	7.0	6.2	6.1
		arc min	2.4	2.0	2.2	2.3	2.1	2.1
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	19	14	19	18	18	18
		arc min	6.4	4.6	6.3	6.1	6.1	5.9
减速比 100以上	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.4	0.84	1.3	2.7	6.1	11
		kgfm/arc min	0.12	0.25	0.4	0.8	1.8	3.2
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.44	0.94	1.7	3.7	7.8	14
		kgfm/arc min	0.13	0.28	0.5	1.1	2.3	4.2
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.61	1.3	2.5	4.7	11	20
		kgfm/arc min	0.18	0.39	0.75	1.4	3.3	5.8
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	5.0	4.6	5.4	5.2	4.8	4.9
		arc min	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	16	13	15	13	14	14
		arc min	5.4	4.3	5.0	4.5	4.8	4.8

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表209-1
单位: cNm

减速比	型号	14	17	20	25	32	40
50		6.2	19	25	39	60	95
100		4.8	17	22	34	50	78
160		—	—	22	33	47	74

增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表209-2
单位: Nm

减速比	型号	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

棘爪转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表209-3
单位: Nm

减速比	型号	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

屈曲转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表209-4
单位: Nm

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

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在不负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

测定条件

表210-1

减速比100			
润滑条件	润滑脂 润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-1A（型号20以上） Harmonic润滑脂 SK-2（型号14、17）
		涂抹量	正确涂抹量（第127页）
		转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值	

■不同速比修正量

Harmonic Drive的无负载运行转矩会根据减速比而发生改变。图211-1～211-4为减速比100的数值。

其他减速比，请加上表210-2所示的修正量进行计算。

无负载运行转矩修正量

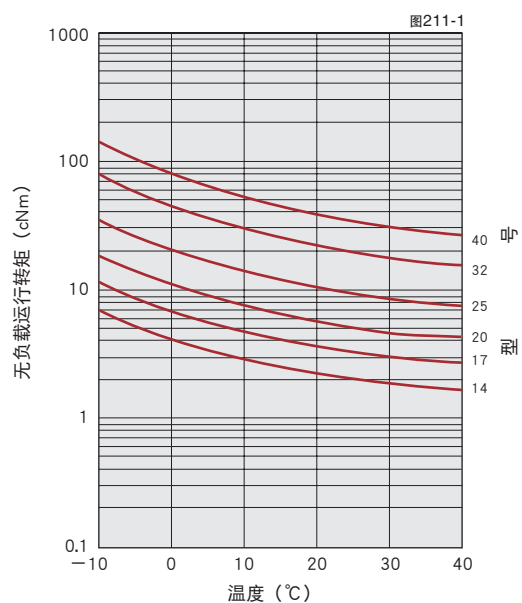
表210-2

单位：cNm

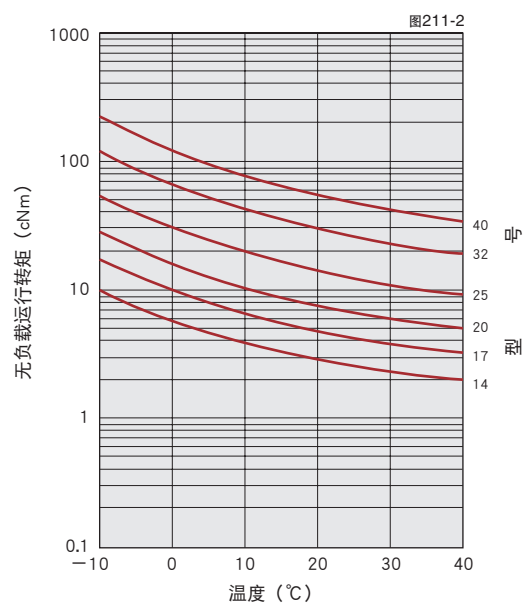
型号	减速比	50	160
14		+1.0	—
17		+1.6	—
20		+2.4	-0.7
25		+4.0	-1.2
32		+7.0	-2.4
40		+13	-3.9
50		—	—

■ 减速比100的无负载运行转矩

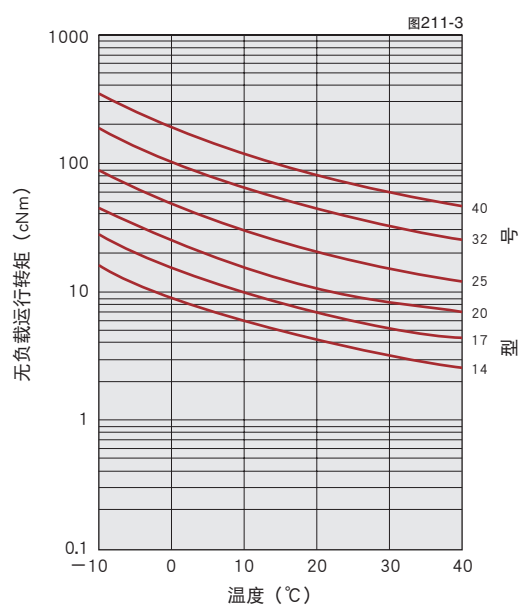
输入转速 500r/min



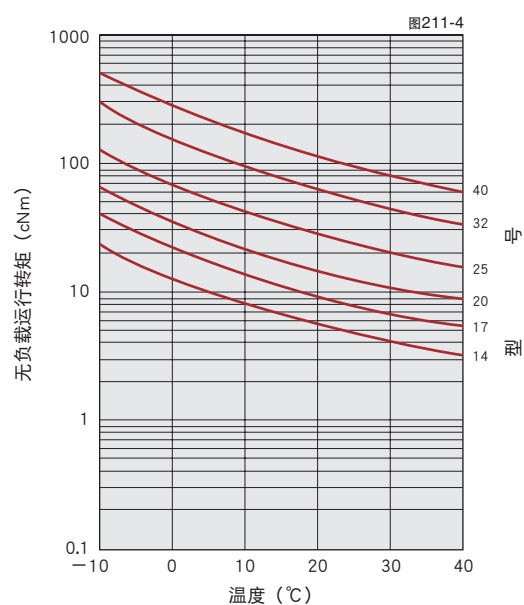
输入转速 1000r/min



输入转速 2000r/min



输入转速 3500r/min



※本表的数值为平均值。

效率特性

■效率修正系数

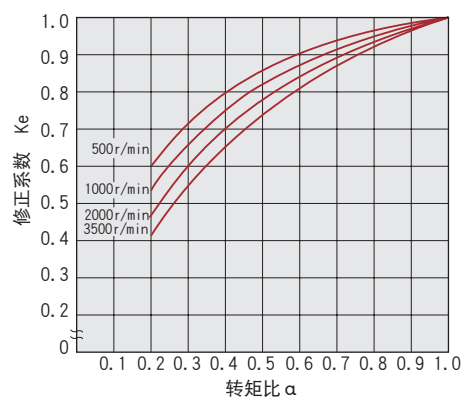
负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图212-1计算出修正系数 K_e ，通过效率修正计算公式计算出效率。

※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e=1$ 。

效率修正系数

图212-1

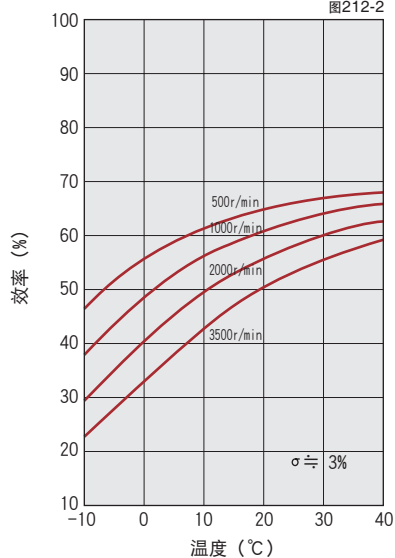


■额定转矩时的效率

减速比 50

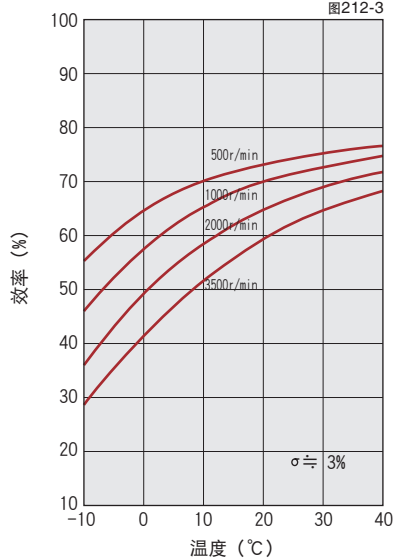
型号 14

图212-2



型号 17、20、25、32、40

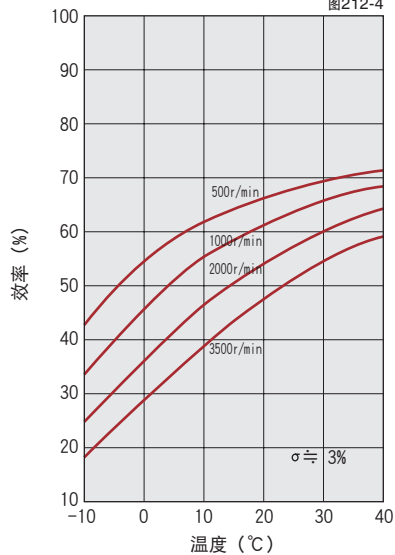
图212-3



减速比 100

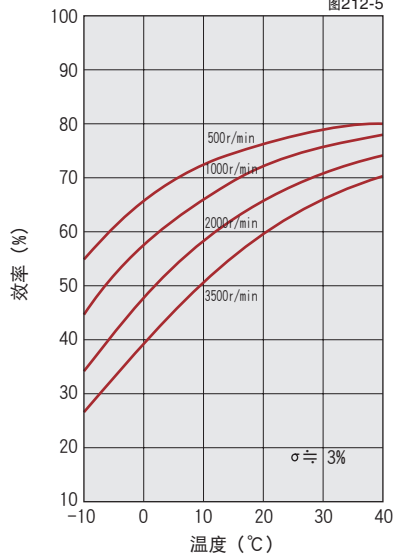
型号 14

图212-4



型号 17、20、25、32、40

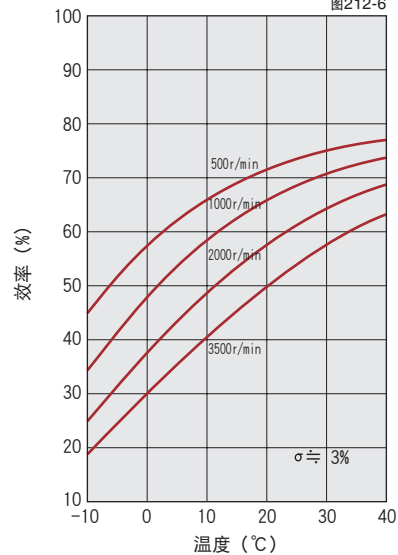
图212-5



减速比 160

型号 20、25、32、40

图212-6



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。

各数值的计算公式请参照第028~031页的“技术资料”。

■ 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 (M_c)

② 确认使用寿命

计算平均径向负载 (F_{rav})、平均轴向负载 (F_{aav}) → 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 (P_o) → 确认静态安全系数 (f_s)

■ 主轴承规格

交叉滚子轴承的规格如表213-1所示。

规格

表213-1

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载				容许静力矩Mc		力矩刚性Km	
	dp	R	基本额定动负载C		基本额定静负载Co					
	m	m	× 10 ³ N	kgf	× 10 ³ N	kgf	Nm	kgfm	× 10 ⁴ Nm/rad	kgfm/arc min
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	82.1	24.4
40	0.133	0.0195	216	2203	408	4160	424	43.2	145	43.0

※基本额定动负载是指，使轴承的基本动态额定寿命达到100万转的一定的静止径向负载。

※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部中央位置，施加一定水平的接触应力 (4 kN/mm^2) 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载荷，如在此范围内，能够保持基本性能并可工作的数值。

※力矩刚性的数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

※容许径向负载、容许轴向负载是指，在主轴上只施加纯粹的径向负载或轴向负载时，能够满足减速机寿命的数值。（径向负载是 $L_r + R = 0\text{ mm}$ 、轴向负载是 $L_a = 0\text{ mm}$ 时）

※与下表（表213-2）相应的减速比的组合在容许静力矩作用下动作时，交叉滚子轴承的使用寿命会变得比Harmonic Drive的使用寿命（注）短，因此请注意考虑负载条件和使用寿命时间的设计。

（注）Harmonic Drive的使用寿命是指在输入转速为2000r/min，以额定转矩动作时，波发生器轴承的使用寿命 $L_{10} = 7000$ 小时，该数值即表示Harmonic Drive的使用寿命。（参照第010页“波发生器的使用寿命”）

交叉滚子轴承的使用寿命 < Harmonic Drive的使用寿命

表213-2

型号	减速比	
14	50	100
17	50	—
20	50	—

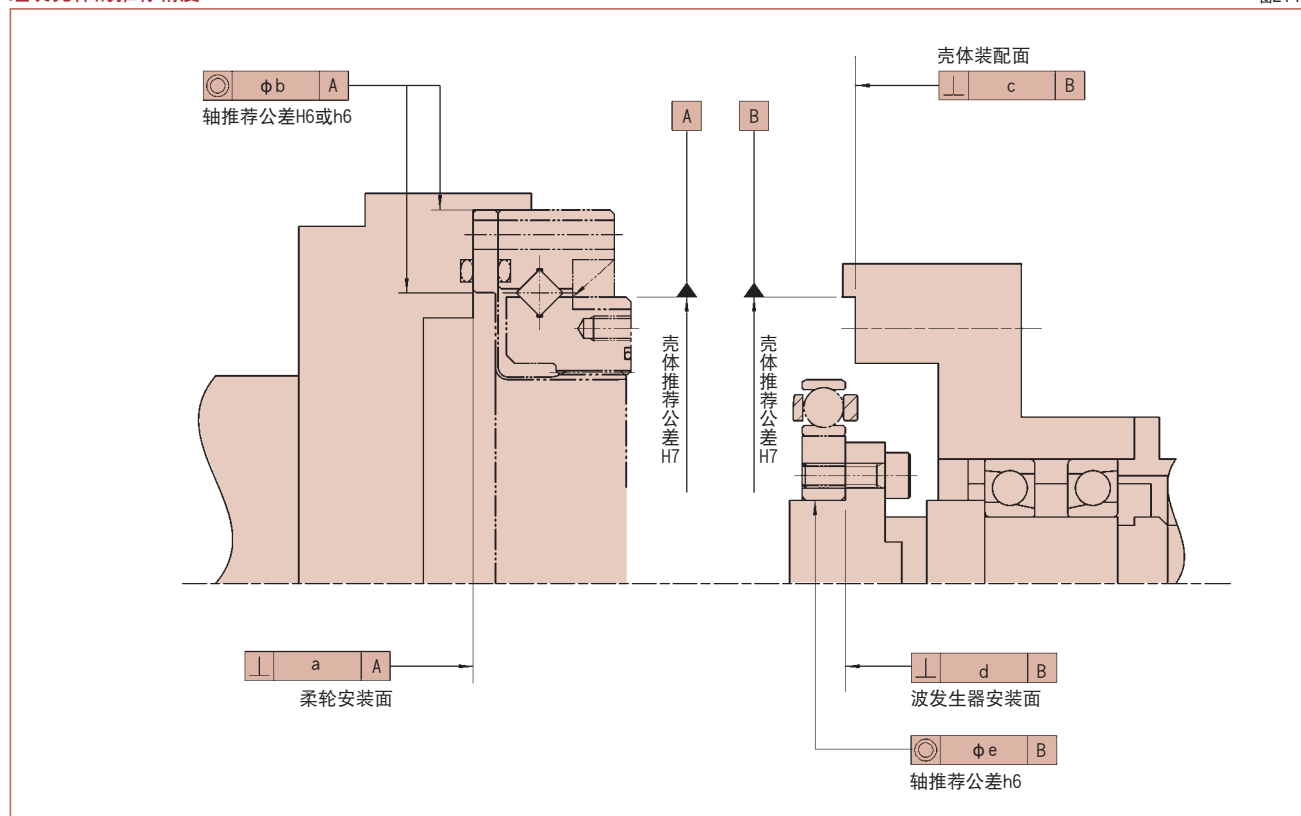
组装精度

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Harmonic Drive所具备的优良性能，请注意以下要点，并确保使用如图214-1、表214-1所示的组装壳体推荐精度和防润滑油泄漏设计。

- 安装面歪斜、变形
- 异物啮入
- 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

组装壳体的推荐精度

图214-1



组装壳体的推荐精度

表214-1
单位: mm

符号	型号	14	17	20	25	32	40
a		0.016	0.021	0.027	0.035	0.042	0.048
φb		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

表215-1

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. 前提是内螺纹侧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 $\mu=0.15$

刚轮的安装和传递转矩

表215-2

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)

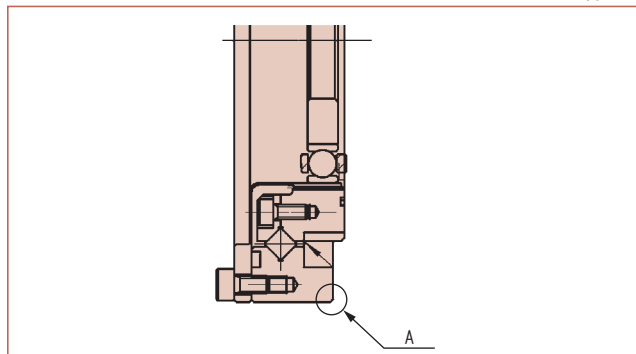
1. 前提是内螺纹侧材质能够承受螺栓拧紧转矩。
2. 推荐螺栓 螺栓名称: JIS B 1176内六角螺栓 强度分类: JIS B 1051 12.9以上
3. 转矩系数: $K=0.2$
4. 拧紧系数: $A=1.4$
5. 接合面的摩擦系数 $\mu=0.15$

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。

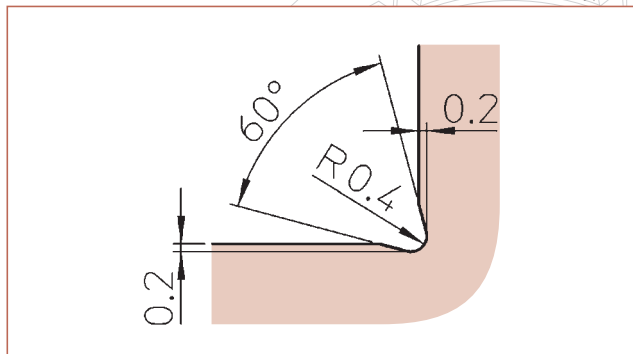
安装凹圆部

图215-1



安装另一侧的推荐避让加工尺寸

图215-2



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。

表216-1

固定部	输出部	旋转方向和减速比
柔轮	刚轮	第009页的②
刚轮	柔轮	第009页的①

波发生器的轴向力

由于柔轮的弹性形变，运转中Harmonic Drive的波发生器上轴向力发生作动。

作为减速机（第009页的①、②、③）使用时的轴向力向柔轮膜片方向作动。（图216-2）

此外，作为增速机（第009页的④、⑤、⑥）使用时的轴向力朝与减速机相反的方向作动。（图216-2）

波发生器的轴向力（最大值）可通过下述计算公式计算得出。但是，轴向力会根据运转条件的不同而发生变化。高转矩时、极低速时以及固定连续旋转时显示轴向力会变大，基本为计算公式求得的数值。无论在何种使用条件下，都请采用阻止波发生器轴向力的设计。

（注）在波发生器轮毂设置止动螺钉并与输入轴固定时，请务必咨询授权代理商。

波发生器的轴向力方向

图216-2

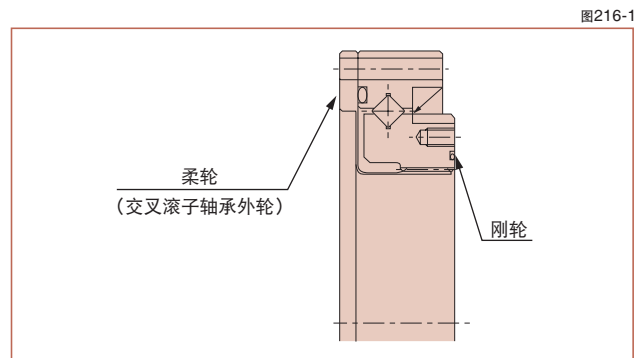
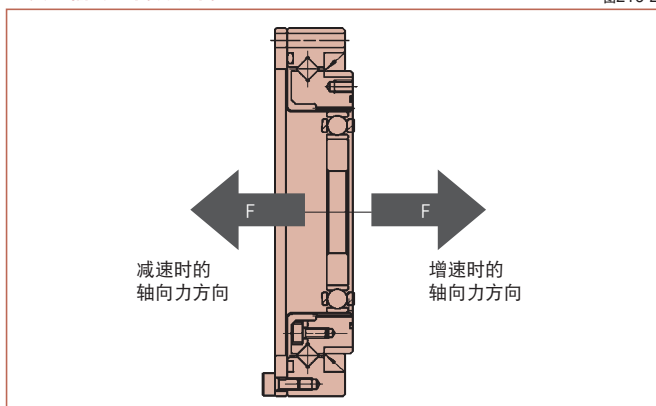


图216-1

轴向力的计算公式

表216-2

减速比	计算公式
$i=1/50$	$F=2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 2\mu PF$
$i=1/100$ 以上	$F=2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ + 2\mu PF$

轴承反力产生的轴向力

表216-3

机型	型号	$2\mu PF$ (N)
SHD	14	1.2
	17	3.3
	20	5.6
	25	9.3
	32	16
	40	24

计算公式的符号

表216-4

F	轴向力	N	参照图216-2
D	(型号) $\times 0.00254$	m	
T	输出转矩	Nm	
$2\mu PF$	轴承反力产生的轴向力	N	参照表216-3

计算示例

公式216-1

机型名称：SHD系列

型 号：32

减 速 比： $i=1/50$

输出转矩：200Nm

$$F=2 \times \frac{200}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 16$$

$$F=215N$$

润滑

SHD系列的标准润滑方法为润滑脂润滑。
润滑剂的详情请参照第014页的“技术资料”。

壳体内壁的推荐尺寸

在润滑脂润滑中，为使运转中润滑脂不发生飞散，尽量留存在Harmonic Drive内部，请尽可能在Harmonic Drive和壳体内壁间采用推荐尺寸。
无法确保使用推荐尺寸时请咨询授权代理商。

壳体内壁的推荐尺寸

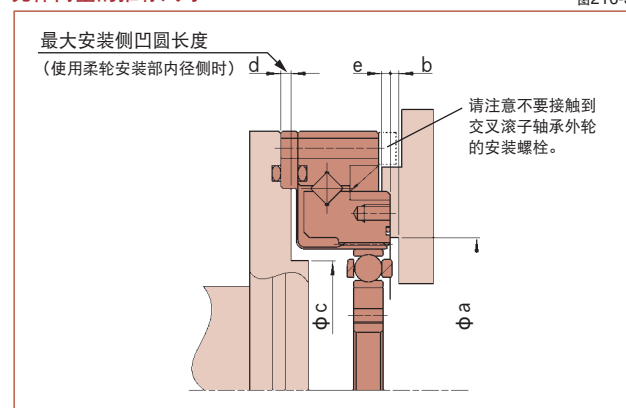
表216-5
单位：mm

型号	14	17	20	25	32	40
符号						
ϕa	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)
ϕc	31	38	45	56	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朝上时的数值。

壳体内壁的推荐尺寸

图216-3

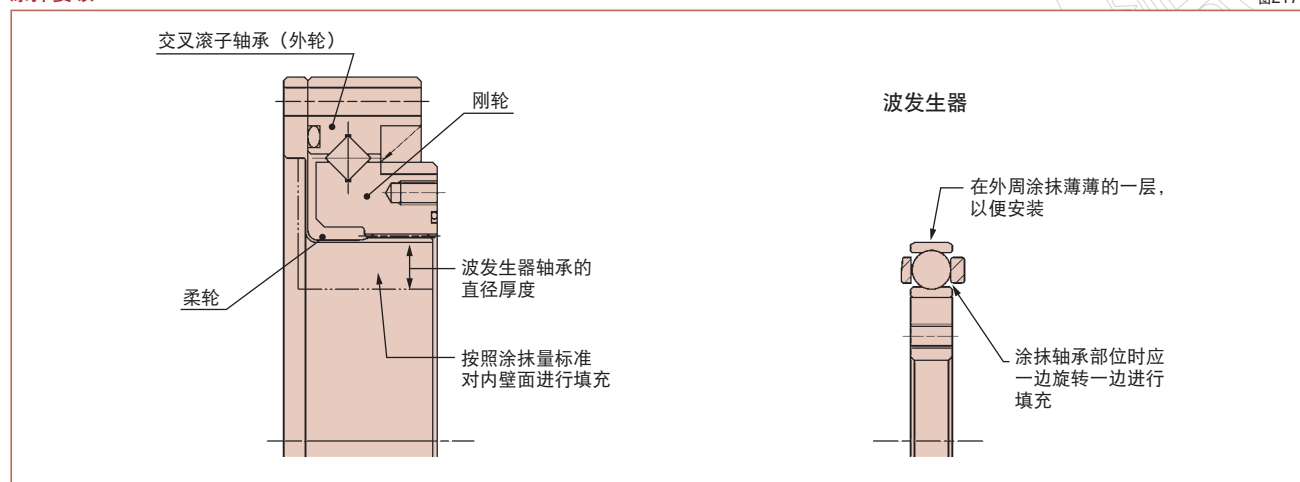


涂抹要领

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。

涂抹要领

图217-1



涂抹量

表217-1
单位: g

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

润滑脂更换时间

Harmonic Drive的各运动部的磨耗很大程度上会受到润滑脂性能的影响。

润滑脂的性能会根据温度变化，温度越高劣化越快，因此需要尽早进行润滑脂更换。如右表所示，当平均负载转矩低于额定转矩时，根据润滑脂温度与波发生器总转数间的关系可确定润滑脂的更换时间大致标准。

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脂的更换时间大致标准。

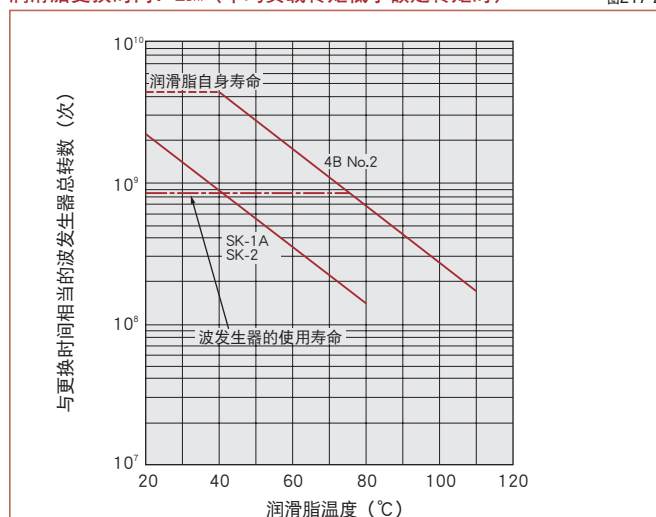
平均负载转矩超出额定转矩时的计算公式

公式217-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

润滑脂更换时间: L_{GTn} (平均负载转矩低于额定转矩时)

图217-2



※波发生器的使用寿命表示破损率为10%。

计算公式的符号

表217-2

L_{GT}	超出额定转矩时的更换时间	转数	——
L_{GTn}	低于额定转矩时的更换时间	转数	参照左图
T_r	额定转矩	Nm, kgfm	参照第110页的额定表
T_{av}	输出侧的平均负载转矩		计算公式: 参照第012页

■其他注意事项

1. 请避免与其他润滑脂混用。此外，组装到装置上时，请将Harmonic Drive置于单独的壳体内。
2. 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：1000r/min以下）时使用Harmonic Drive，可能引起润滑不良，此时使用请咨询本公司授权代理商。
3. 波发生器朝上或朝下使用时，请用润滑剂填满波发生器和输入外罩（电动机法兰）之间的间隙。
4. 润滑脂容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

组装注意事项

■ 组装步骤

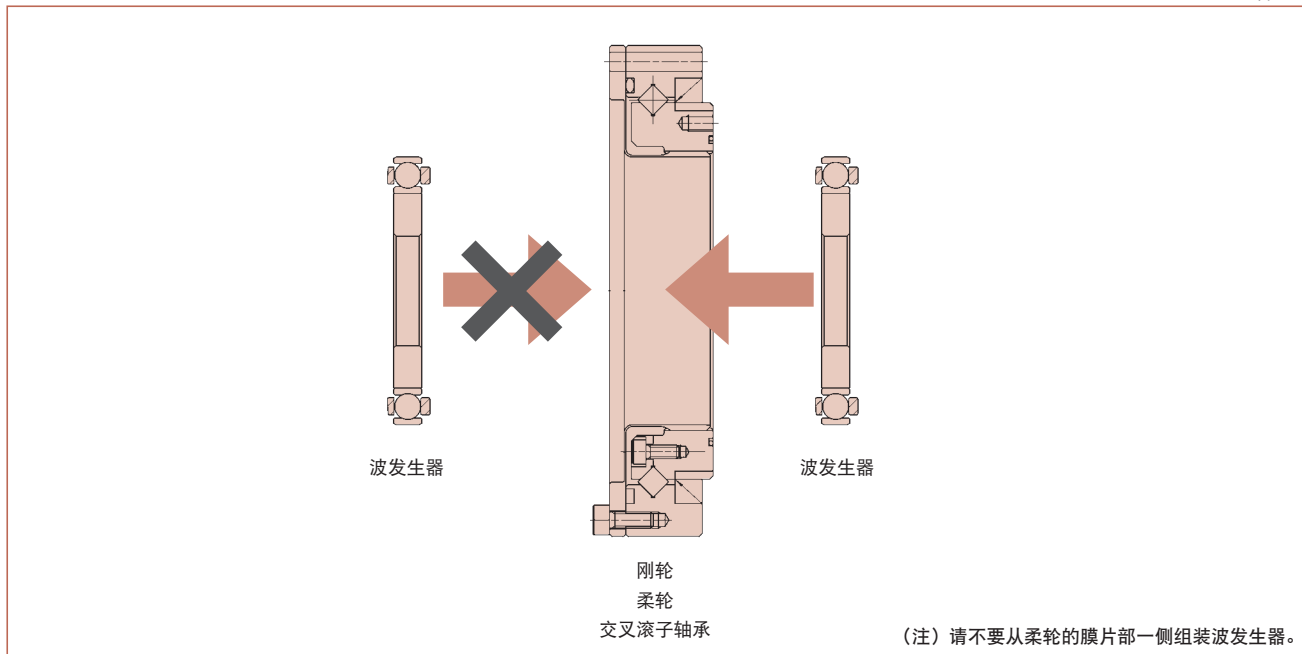
将刚轮和柔轮组合安装到装置上后，再组装上波发生器。

若使用其他方法进行组装，可能出现齿轮偏移状态（参照第027页）

下实施组装或齿面损伤等情况。请充分注意。

三部件的正确组装步骤

图218-1



■ 组装注意事项

由于组装时的错误，Harmonic Drive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度的力。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，请特别注意把中心偏移、歪斜的影响控制在推荐值内（参考第124页的“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啮入。
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，是否有些部位存在干涉，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加工等原因致使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。
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。

柔轮的注意事项

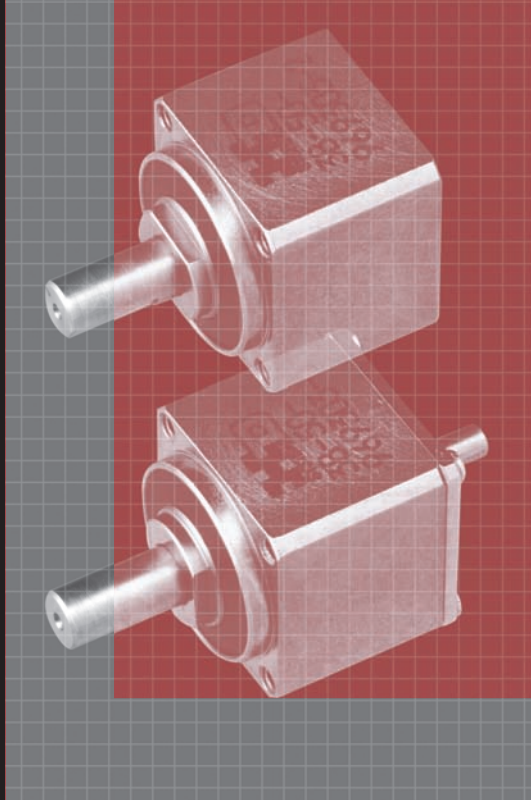
1. 确认安装面的平坦度是否良好，是否有歪斜。
2. 确认螺钉孔部是否隆起、有残余毛边或有异物啮入。
3. 确认是否对壳体组装部实施了倒角加工以及避让加工，以避免与柔轮干涉。
4. 朝安装用螺栓孔插入螺栓时，确认螺栓孔的位置是否正确、是否由于螺栓孔歪斜加工等原因致使螺栓与柔轮发生接触，使螺栓旋转变沉重。
5. 请不要一次性按照规定转矩拧紧螺栓。请先使用约为规定转矩1/2的力实施暂时拧紧，然后再按照规定转矩拧紧。此外，通常请按照对角线顺序依次拧紧螺栓。
6. 确认与刚轮组合时，是否存在极端的单侧啮合。发生单侧偏移时，可能是由于两个部件发生中心偏移或歪斜。

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。



CSF supermini系列

Unit Type CSF supermini

特点	130
型号·符号	131
技术数据	
·额定表	131
·角度传达精度	132
·滞后损失	132
·起动转矩	132
·增速起动转矩	132
·棘爪扭矩	132
·屈曲转矩	132
·主轴承的规格	133
·润滑	133
技术数据	
·双轴型1U外形图	134
轴输入型	
·齿轮箱型1U-CC外形图	134
·刚性（弹簧常数）	135
·机械精度	135
·效率特性	136
·无负载运行转矩	138
·输入部容许负载	139
·安装和传递转矩	140
技术数据	
电动机安装型	
·安装示例	141
·组装精度	142



※图片为实际尺寸。

CSF supermini系列组合型

CSF supermini系列是将Harmonic Drive的最小型号便于使用的组合型产品。主轴承采用了本公司独立开发的“小型4点接触滚珠轴承”，可直接支撑外部负载。

CSF supermini系列包括直接安装至伺服电动机的齿轮箱型（1U-CC）和同时具备输入轴和输出轴的双轴组合型（1U）两种类型，请根据机械装置的设计需要选择最适合的机型。

CSF supermini系列的特点

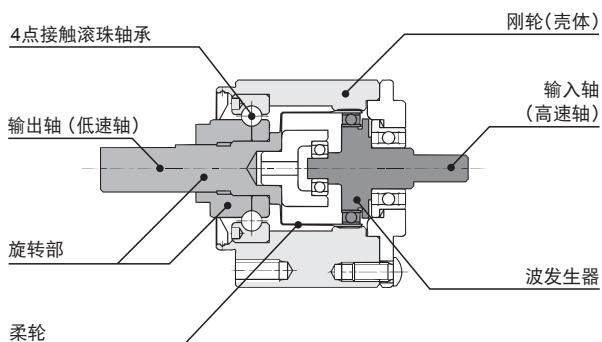
- 小型、轻量
- 紧凑简洁的设计
- 高转矩容量
- 高刚性
- 无齿隙
- 优良的定位精度和旋转精度
- 输入输出同轴

CSF supermini系列组合型的结构

图220-1

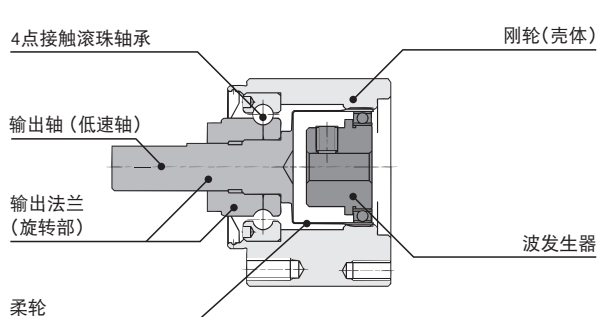
双轴组合型（1U）

拥有输入轴和输出轴完结型的双轴型组合。即使是不习惯使用Harmonic Drive的人员也能够简单操作，实现高精度的定位。



齿轮箱型（1U-CC）

与高性能小型伺服电动机组合而成的减速机。相同尺寸的齿轮条件下，拥有最高的输出特性。



※固定刚轮（壳体）时输出轴的旋转方向与输入轴（波发生器）的旋转方向相反。

型号·符号

Harmonic Drive CSF supermini系列根据型号可分为3类。根据型号分为2种，可变选项丰富。订货时请参考下述符号。

CSF - 3 B - 50 - 1U - CC - 规格 SP

机型名称	型号	版本符号	减速比 注1			型式	特殊规格
CSF系列	3	B	30	50	100	1U=双轴组合型 1U-CC=齿轮箱型	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品

表221-1

注1: 减速比表示的是输入: 波发生器 (输入轴), 固定: 刚轮 (壳体), 输出: 输出轴时的情况。

技术数据

额定表

表221-2

型号	减速比	输入2000r/min时的 额定转矩		起动停止时的 容许峰值转矩		平均负载转矩的 容许最大值		瞬间容许最大转矩		容许最高 输入转速	容许平均 输入转速	转动惯量 (1/4GD ²)
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	r/min	r/min	kgcm ²
3	30	0.06	0.006	0.13	0.013	0.10	0.010	0.22	0.022	10000	6500	1U: 5.3×10^{-7} 1U-CC: 7.0×10^{-7}
	50	0.11	0.011	0.21	0.021	0.13	0.013	0.41	0.040			
	100	0.15	0.015	0.30	0.029	0.23	0.023	0.57	0.056			

※1 转动惯量的上段为1U型、下段为1U-CC型的数值。

角度传达精度 (用语说明请参照“技术资料”。)

表222-1

减速比	单位	型号	3
全减速比		$\times 10^{-3} \text{rad}$	2.9
		arc min	10

滞后损失 (用语说明请参照“技术资料”。)

表222-2

减速比	型号	3
30	$\times 10^{-4} \text{rad}$	13
	arc min	4.5
50	$\times 10^{-4} \text{rad}$	12
	arc min	4
100	$\times 10^{-4} \text{rad}$	12
	arc min	4

起动转矩 (用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表222-3

单位: cNm

单位: CNH

減速比	型号	3	
		1U	1U-CC
30		0.34	0.32
50		0.30	0.28
100		0.26	0.24

增速起动转矩 (用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表222-4

单位: Nm

単位: mm

減速比	型号	3	
		1U	1U-CC
30		0.14	0.12
50		0.14	0.11
100		0.16	0.13

棘爪扭矩 (用语说明请参照“技术资料”。)

表222-5

单位: Nm

减速比	型号	3
30		0.88
50		0.83
100		0.74

屈曲转矩 (用语说明请参照“技术资料”。)

表222-6

单位: Nm

型号	3
全减速比	3.7

主轴承的规格

CSF supermini系列组装有精密4点接触滚珠轴承用于直接支撑外部负载（输出部）。
为充分发挥CSF supermini系列的性能，请确认最大负载静力矩、4点接触滚珠轴承的使用寿命以及静态安全系数。
各数值的计算公式请参照第028～032页的“技术资料”。

■ 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（ M_c ）

② 确认使用寿命

计算平均径向负载（ F_{rav} ）、平均轴向负载（ F_{aav} ） → 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（ P_o ） → 确认静态安全系数（ f_s ）

■ 主轴承规格

规格

表223-1

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载		容许静力矩	力矩刚性	容许径向负载※	容许轴向负载
	dp	R	基本额定动负载	基本额定静负载				
	mm	mm	$\times 10^3 \text{N}$	$\times 10^2 \text{N}$				
3	7.7	4.1	6.65	4.24	0.27	0.9×10^2	36	130

※ 容许径向负载是指双轴型（1U）输出轴侧以及齿轮箱轴输出型（1U-CC）轴承中央部的数值。力矩刚性的数值为平均值。

润滑

表223-2

CSF supermini系列的标准润滑方法为润滑脂润滑。
出厂前已封入润滑脂，因此组装时无需注入、涂抹润滑脂。此外，使用下述润滑脂进行润滑。
润滑脂容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

润滑部	减速机部
使用润滑剂名称	Harmonic润滑脂 SK-2
制造商	日本Harmonic Drive Systems Inc.公司
基础油	精制矿物油
增稠剂	锂皂
混合粘稠度（25℃）	265～295
油点	198℃
外观	绿色

双轴型1U外形图

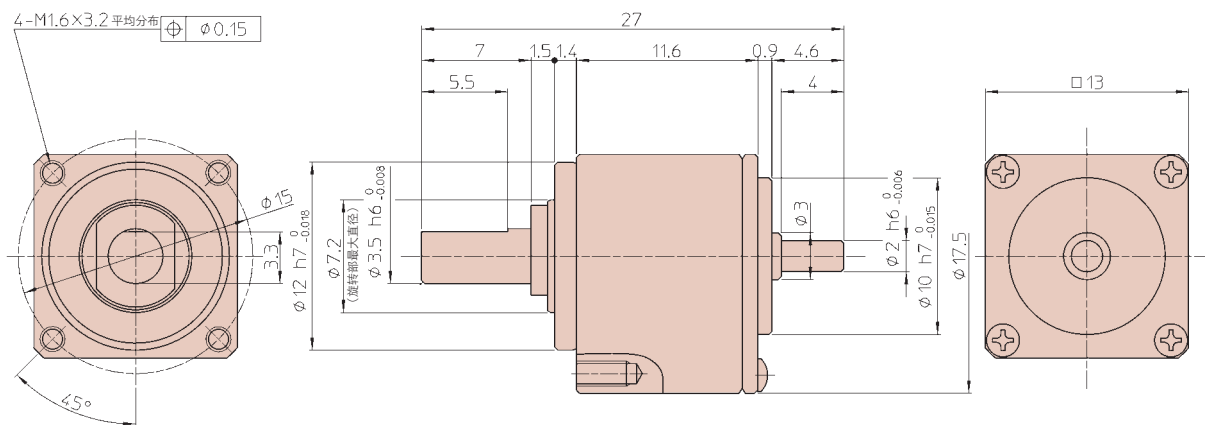
拥有输入轴和输出轴完结型的双轴型组合。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图224-1
单位: mm

重量: 13.7g



※尺寸及形状の詳細情况, 请使用交货规格图进行确认。

齿轮箱型1U-CC外形图

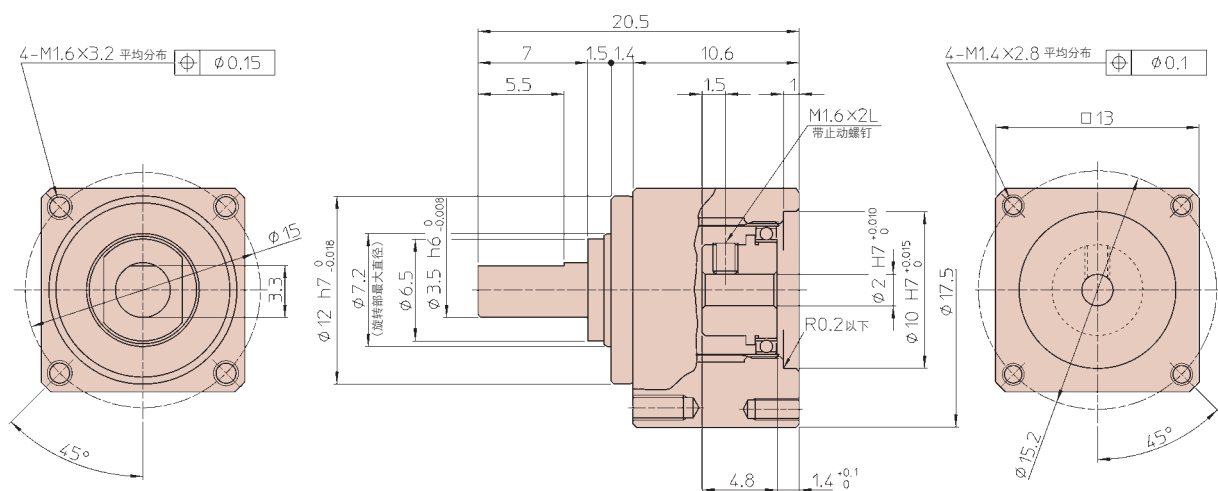
与高性能小型伺服电动机组合而成的减速机。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图224-2
单位: mm

重量: 11.4g



※尺寸及形状の詳細情况, 请使用交货规格图进行确认。

刚性（弹簧常数）（用语说明请参照“技术资料”。）

表225-1

符号		型号	3
T ₁		Nm	0.16
		kgfm	0.0016
T ₂		Nm	0.05
		kgfm	0.005
减速比 30	K ₁	Nm/rad	27
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	8
	K ₂	Nm/rad	40
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	12
	K ₃	Nm/rad	51
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	15
	θ ₁	× 10 ⁻⁴ rad	5.9
		arc min	2.0
	θ ₂	× 10 ⁻⁴ rad	12.5
		arc min	4.2
减速比 50	K ₁	Nm/rad	30
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	9
	K ₂	Nm/rad	47
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	14
	K ₃	Nm/rad	57
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	17
	θ ₁	× 10 ⁻⁴ rad	5.3
		arc min	1.8
	θ ₂	× 10 ⁻⁴ rad	10.6
		arc min	3.6
减速比 100	K ₁	Nm/rad	34
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	10
	K ₂	Nm/rad	54
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	16
	K ₃	Nm/rad	67
		× 10 ⁻⁴ kgfm/arc min	20
	θ ₁	× 10 ⁻⁴ rad	4.7
		arc min	1.6
	θ ₂	× 10 ⁻⁴ rad	9.3
		arc min	3.1

※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

机械精度

CSF supermini系列的主轴采用高精度的4点接触滚珠轴承，实现了输出部的高机械精度。输出轴的机械精度如下所示。

安装壳体的推荐精度

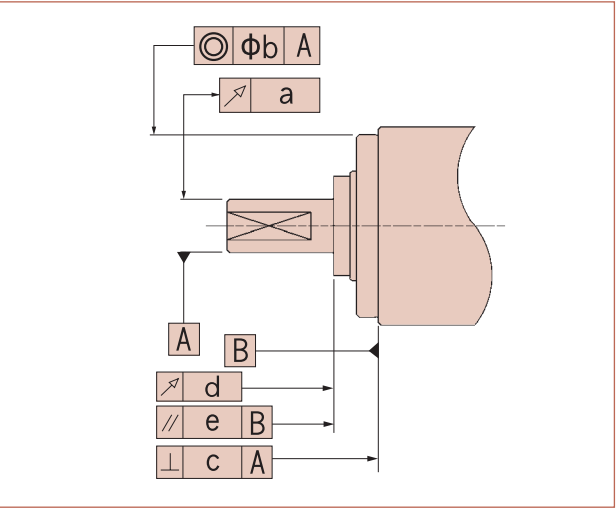
表225-2
※T.I.R. 单位: mm

符号	精度项目	型号	3
a	输出轴前端跳动		0.030
b	安装凹圆同轴度		0.020
c	安装面直角		0.020
d	输出法兰面跳动		0.005
e	安装面和输出法兰面的平行度		0.015

※T.I.R.：表示测定部旋转1次时千分表读数的总量。

轴输入型的输出轴图

图225-1



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（润滑剂的种类及其使用量）

测定条件

表226-1

负载转矩	额定表所示的额定转矩（参照第131页）		
润滑条件	润滑脂 润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
		涂抹量	正确涂抹量

效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图226-1计算出修正系数 K_e ，并参考以下计算示例计算出效率。

例：以CSF-8-100-1U为例，计算出以下条件下的效率 η （%）。

输入转速：1000r/min 润滑方法：润滑脂润滑

负载转矩2.0Nm 润滑剂温度：20℃

型号8•减速比100的额定转矩为2.4Nm（额定表：第131页），因此转矩比 α 为0.83。（ $\alpha = 2.0/2.4 \approx 0.83$ ）

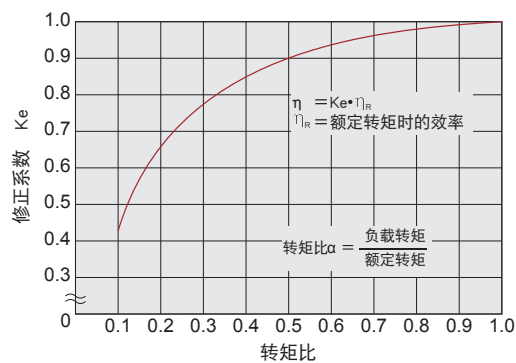
■ 根据图226-1，计算出效率修正系数 $K_e = 0.99$

■ 负载转矩为2.0Nm时的效率 η 为： $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e = 1$ 。

效率修正系数

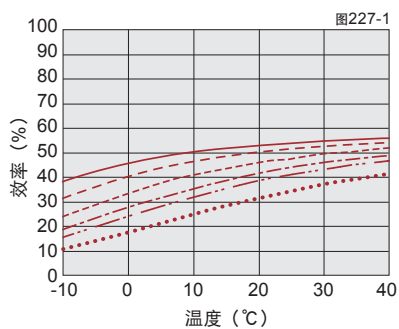
图226-1



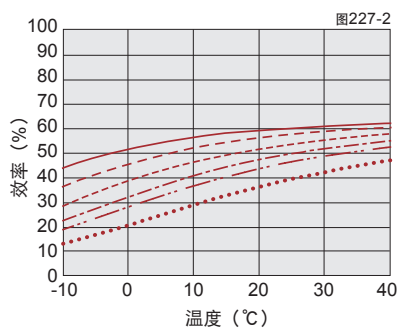
■ 额定转矩时的效率

双轴组合型 (1U) 型号3

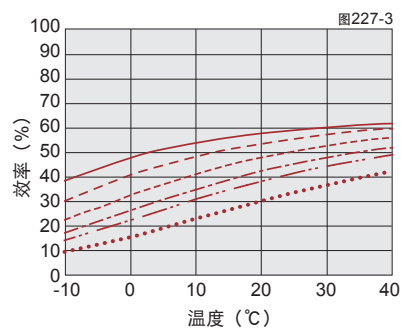
减速比30



减速比50

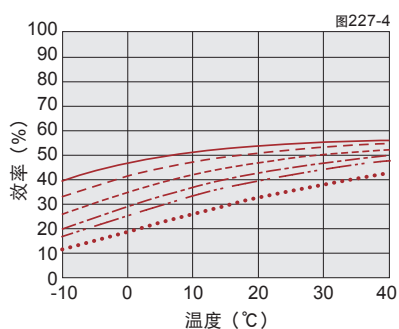


减速比100

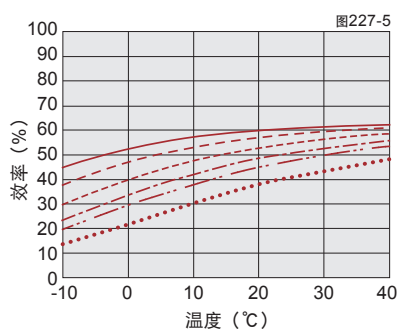


齿轮箱型 (1U-CC) 型号3

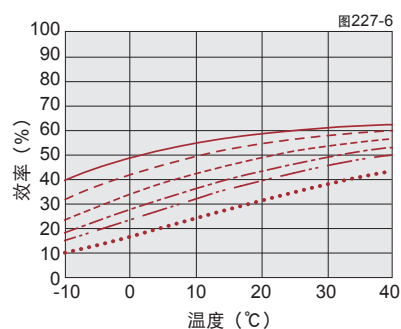
减速比30



减速比50



减速比100



输入转速 ——— 500r/min - - - - - 1000r/min - · - · - 2000r/min · · · · · 3500r/min
 - - - - - 5000r/min · · · · · 10000r/min

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

※详细数值请咨询本公司授权代理商。

测定条件

表228-1

CSF-3-100-1U-CC（齿轮箱型）			
减速比100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

不同速比修正量

Harmonic Drive的无负载运行转矩会根据速比而发生改变。图228-1为齿轮箱型（1U-CC）减速比100的数值。其他减速比，请加上表228-2所示的修正量进行计算。

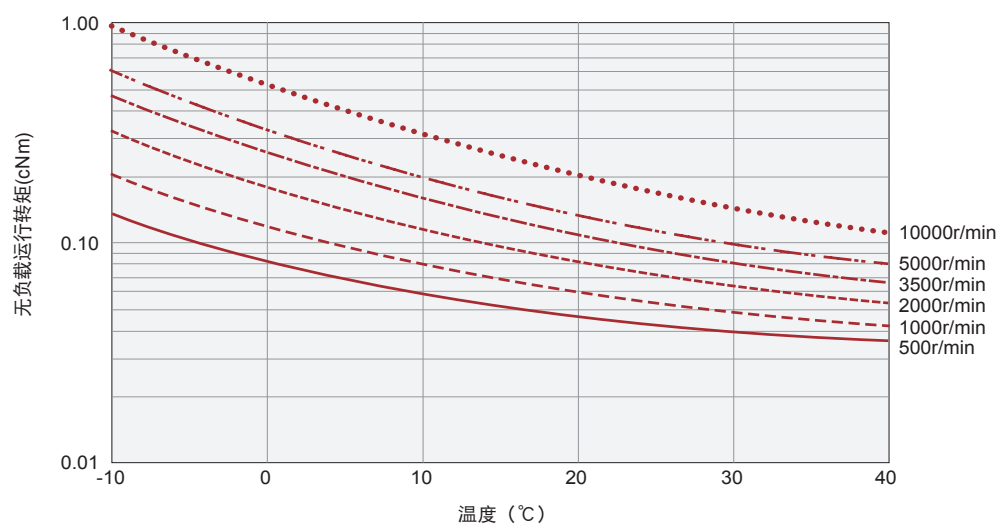
无负载运行转矩修正量

表228-2
单位：cNm

型号	减速比	30	50	100
双轴型（1U）		0.026	0.023	0.006
齿轮箱型（1U-CC）		0.020	0.017	—

齿轮箱型（1U-CC、减速比100）的无负载运行转矩

图228-1



※本表的数值为平均值。

输入部容许负载

■双轴组合型（1U）输入轴的容许负载

双轴组合轴型的输入部由2个单列深槽轴承支撑。

为充分发挥双轴组合型的性能，请确认向输入部施加的负载。

从结构上看，输入轴会在被施加外力的时候产生轴向窜动。但这并非异常。

下图所示的是轴承的支撑点。『a』『b』的尺寸请参照下表。此外，下表表示的是型号3的容许最大径向负载和轴向负载的关系。

此外，下表的数值是平均输入转速为2,000r/min，基本额定使用寿命L10=7,000h时的数值。

例：向输入轴施加3N的轴向负载（Fa）时，容许最大径向负载（Fr）的数值为3.75N。

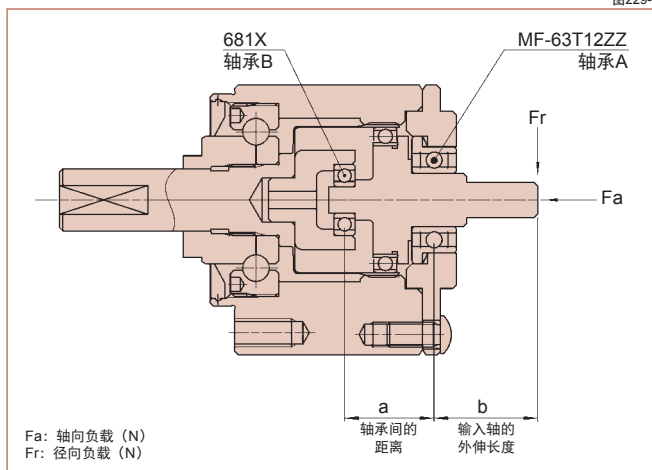
输入部的轴承规格

表229-1

型号	轴承A			轴承B			轴承间的距离a	输入轴的外伸长度b	最大径向负载
	型号	基本额定动负载	基本额定静负载	型号	基本额定动负载	基本额定静负载			
		Cr (N)	Cor (N)		Cr (N)	Cor (N)	a (mm)	b (mm)	Fr (N)
3	MF-63T12ZZ	242	94	681X	102	29	5.05	5.85	6

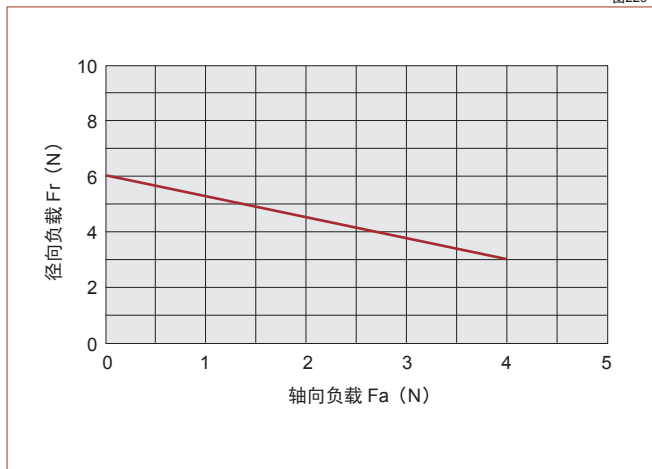
轴承的支点

图229-1



轴向负载和径向负载的关系

图229-1



安装和传递转矩

■往装置上安装

将CSF supermini系列安装到装置上时，请在确认安装面的平坦度以及螺孔部是否存在毛刺后再将安装法兰（图230-1的A部）与螺栓拧紧。

安装法兰（图230-1的A部）螺栓[※]的拧紧转矩

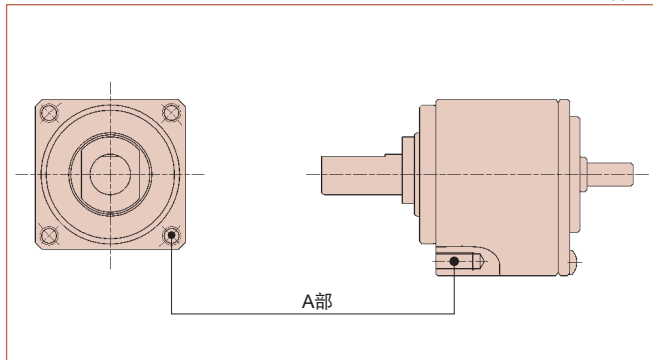
表230-1

项目		型号	3
螺栓数量			4
螺栓规格			M1.6
安装P.C.D.	mm		15
拧紧转矩	Nm		0.26
	kgfm		0.03
螺钉部装配的最短长度	mm		1.9
传递转矩	Nm		3.0
	kgfm		0.3

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度分类：JIS B 1051 12.9以上

安装法兰

图230-1



■输出轴的安装

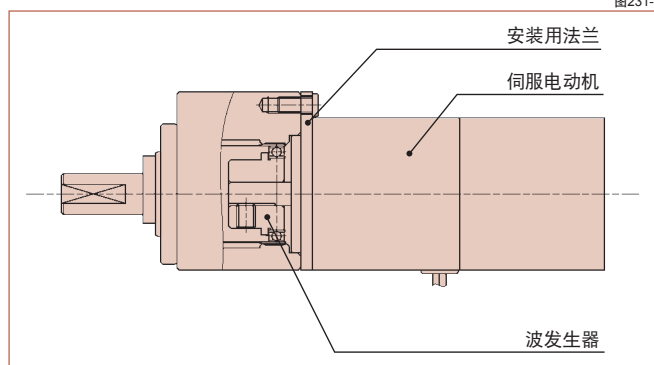
安装皮带轮、小齿轮等时，不要对输出轴施加冲击。否则可能会引起减速机的精度下降或故障。

技术数据电动机安装型

安装示例

以下是齿轮箱型（1U-CC）具有代表性的安装示例。

图231-1



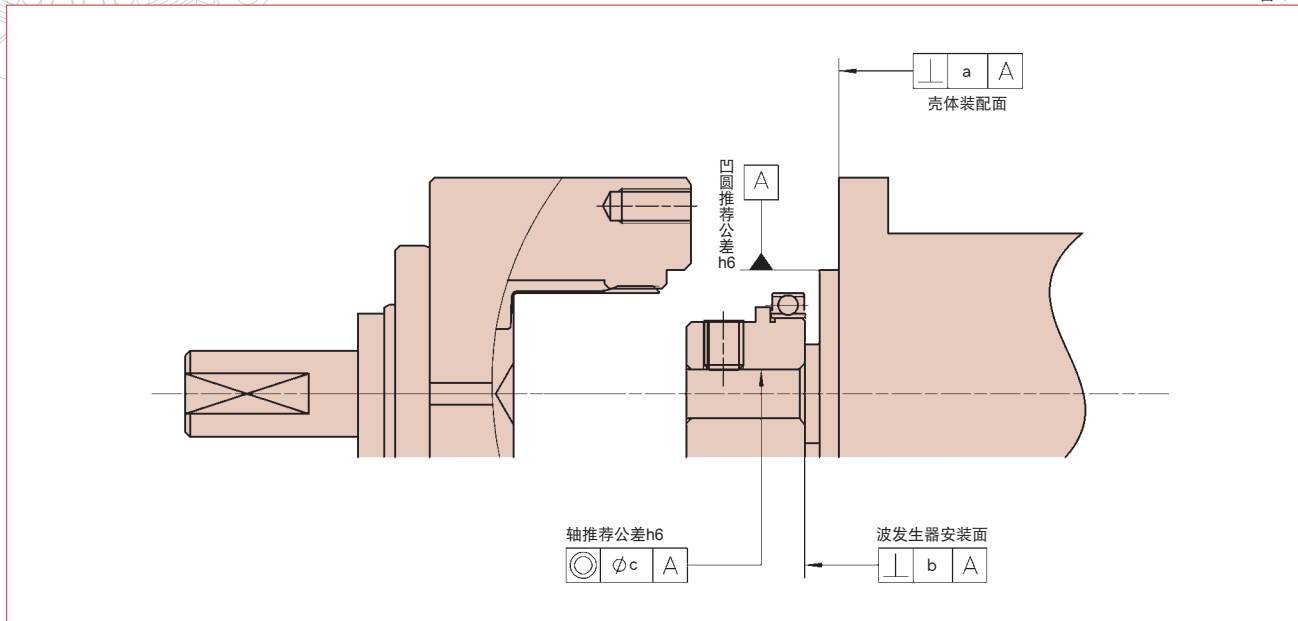
注）电动机安装时请参照“CSF-3系列的技术资料”。

组装精度

在组装设计时，为充分发挥CSF supermini系列所具备的优良性能，请确保使用如图232-1，表232-1所示的推荐精度。

安装的推荐精度

图232-1

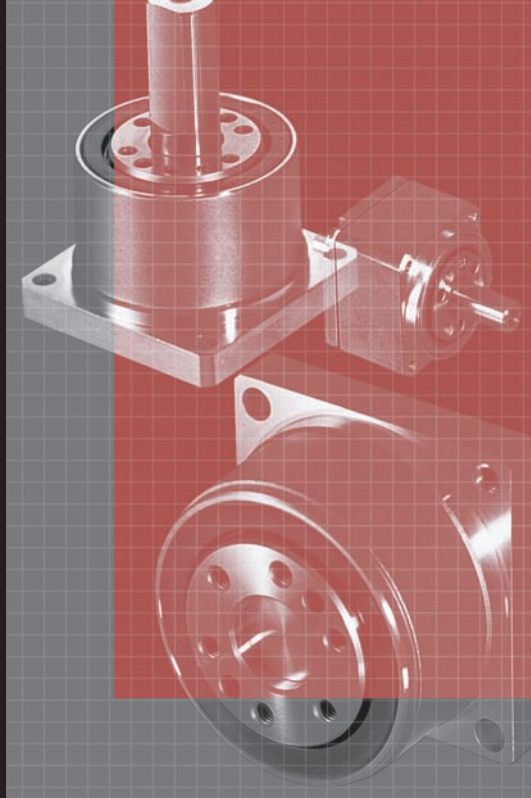


安装壳体的推荐精度

表232-1
单位: mm

符号	精度项目	型号	3
a	壳体装配面直角		0.006
b	波发生器安装面		0.004
c	输入轴同轴度		0.004

※ () 内的数值是波发生器为一体型时的数值 (一体型、特殊规格)。
此外，标准规格的波发生器带欧氏联轴节结构 (自动调芯结构)。
但是，型号5的一体型为标准规格。



CSF-mini系列

Unit Type CSF-mini

特点	144
型号·符号	145
技术数据	
·额定表	145
·角度传达精度	146
·滞后损失	146
·最大齿隙量	146
·起动转矩	146
·增速起动转矩	146
·棘爪扭矩	146
·屈曲转矩	146
·主轴承的规格	147
·润滑	147
技术数据	
轴输入型	
·轴输出: 1U外形图	148
·尺寸表	148
·法兰输出: 1U-F外形图	149
·尺寸表	149
·刚性 (弹簧常数)	150
·机械精度	150
·效率特性	151
·无负载运行转矩	153
·输入部容许负载	154
·安装和传递转矩	154

技术数据	
电动机安装型	
·轴输出: 1U-CC外形图	156
·尺寸表	156
·法兰输出: 1U-CC-F外形图	157
·尺寸表	157
·法兰输出: 2XH-F外形图	158
·尺寸表	158
·轴输出: 2XH-J外形图	159
·尺寸表	159
·电动机安装型的波发生器孔径尺寸	160
·刚性 (弹簧常数)	160
·机械精度	161
·效率特性	161
·无负载运行转矩	163
·安装示例	164
·组装精度	165
·安装和传递转矩	166
·密封机构	168



CSF-mini系列组合型

CSF-mini系列是将Harmonic Drive的最小型号便于使用的组合型产品。主轴承采用了本公司独立开发的“小型4点接触滚珠轴承”，可直接支撑外部负载。

CSF-mini系列包括电动机安装型（2XH）和可支持皮带、齿轮、联轴节等输入形态的轴输入型（1U）两种类型，请根据机械装置的设计需要选择最适合的机型。

CSF-mini系列的特点

- 小型、轻量
- 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

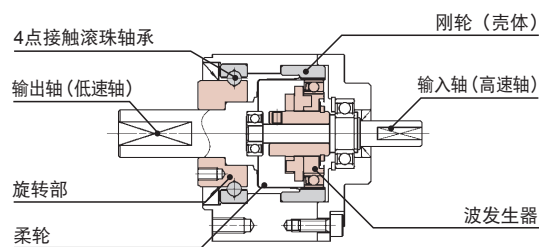
CSF supermini系列的结构和种类

图220-1

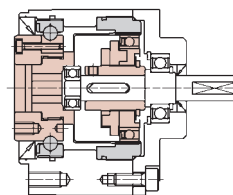
轴输入型

拥有输入轴的完结型组合。可支持皮带、齿轮、联轴节等输入形态。

双轴型：1U



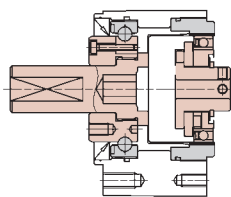
法兰输出型：1U-F



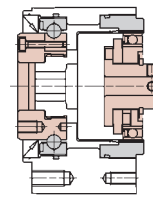
电动机安装型

与高性能小型伺服电动机组合而成的减速机。相同尺寸的齿轮条件下，拥有最高的输出特性。

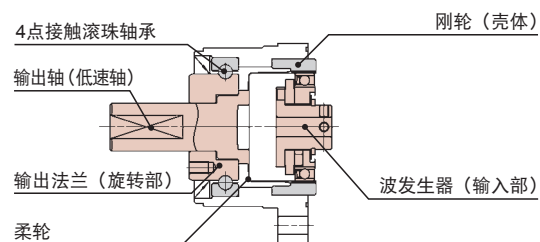
1U形状轴输出型：1U-CC



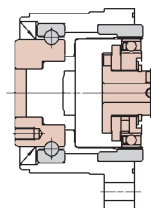
1U形状法兰输出型：1U-CC-F



轴输出型：2HX-J



法兰输出型：2XH-F



※固定刚轮（壳体）时输出轴的旋转方向与输入轴（波发生器）的旋转方向相反。

型号·符号

Harmonic Drive CSF- mini系列根据型号可分为4类。根据型号分为6种，可变选项丰富。订货时请参考下述符号。

CSF - 14 - 100 - 2XH - F - 规格 SP

机型名称	型号	减速比 注1				型式	特殊规格
CSF系列	5	30	50	—	100	1U=轴输入型、轴输出（双轴型） 1U-F=轴输入型、法兰输出 1U-CC=1U形状的电动机安装型、轴输出 1U-CC-F=1U形状的电动机安装型、法兰输出 2XH-J=电动机安装型、轴输出 2XH-F=电动机安装型、法兰输出	SP=形状、性能等特殊规格 空白=标准品
	8	30	50	—	100		
	11	30	50	—	100		
	14	30	50	80	100		

表235-1

注1：减速比表示的是输入：波发生器（输入轴），固定：刚轮（壳体），输出：输出轴、输出法兰时的情况。

技术数据

额定表

表235-2

型号	减速比	输入2000r/min时的 额定转矩	起动停止时的 容许峰值转矩	平均负载转矩的 容许最大值	瞬间容许最大转矩	容许最高 输入转速	容许平均 输入转速	转动惯量 (1/4GD ²)
		Nm	Nm	Nm	Nm	r/min	r/min	kgcm ²
5	30	0.25	0.5	0.38	0.9	10000	6500	2.5×10 ⁻⁴ 2.5×10 ⁻⁴
	50	0.4	0.9	0.53	1.8			
	100	0.6	1.4	0.94	2.7			
8	30	0.9	1.8	1.4	3.3	8500	3500	3.2×10 ⁻³ 3.0×10 ⁻³
	50	1.8	3.3	2.3	6.6			
	100	2.4	4.8	3.3	9.0			
11	30	2.2	4.5	3.4	8.5	8500	3500	1.4×10 ⁻² 1.2×10 ⁻²
	50	3.5	8.3	5.5	17			
	100	5.0	11	8.9	25			
14	30	4.0	9.0	6.8	17	8500	3500	3.4×10 ⁻¹ 3.3×10 ⁻¹
	50	5.4	18	6.9	35			
	80	7.8	23	11	47			
	100	7.8	28	11	54			

※1 转动惯量的上段为1U型、下段为2XH型的数值。

角度传达精度

(用语说明请参照“技术资料”。)

表236-1

减速比	单位	型号	5	8	11	14
30		$\times 10^{-3}\text{rad}$	1.20	0.58	0.58	0.58
		arc min	4.00	2.00	2.00	2.00
50以上		$\times 10^{-3}\text{rad}$	0.87	0.58	0.44	0.44
		arc min	3.00	2.00	1.50	1.50

滞后损失

(用语说明请参照“技术资料”。)

表236-2

减速比	型号	5	8	11	14
30	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	8.7	8.7	8.7
	arc min	3.0	3.0	3.0	3.0
50	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	5.8	5.8	5.8
	arc min	3.0	2.0	2.0	2.0
80以上	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	5.8	5.8	2.9
	arc min	3.0	2.0	2.0	1.0

最大齿隙量

(用语说明请参照“技术资料”。)

表236-3

减速比	型号	8	11	14
30	$\times 10^{-5}\text{rad}$	28.6	23.8	29.1
	arc min	59	49	60
50	$\times 10^{-5}\text{rad}$	17	14.1	17.5
	arc min	35	24	36
80	$\times 10^{-5}\text{rad}$	—	—	11.2
	arc min	—	—	23
100	$\times 10^{-5}\text{rad}$	8.7	7.3	8.7
	arc min	18	15	18

起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表236-4
单位: cNm

减速比	型号	5	8	11	14
30		0.53	1.3	3.4	6.4
50		0.40	0.80	2.0	4.1
80		—	—	—	2.8
100		0.30	0.59	1.5	2.5

增速起动转矩

(用语说明请参照“技术资料”。) 下表的数值会根据使用条件的不同而有所变化, 请作为参考值使用。

表236-5
单位: Nm

减速比	型号	5	8	11	14
30		0.29	0.70	1.7	2.4
50		0.21	0.55	1.2	1.6
80		—	—	—	1.6
100		0.27	0.75	1.5	1.8

棘爪扭矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表236-6
单位: Nm

减速比	型号	5	8	11	14
30		2.7	11	29	59
50		3.2	12	34	88
80		—	—	—	110
100		3.5	14	43	84

屈曲转矩

(用语说明请参照“技术资料”。)

表236-7
单位: Nm

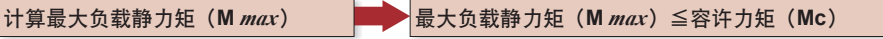
型号	5	8	11	14
全减速比	9.8	35	90	190

主轴承的规格

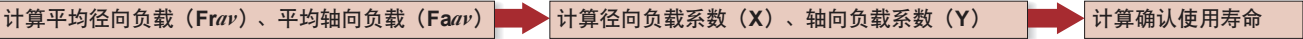
CSF-mini系列组装有精密4点接触滚珠轴承用于直接支撑外部负载（输出部）。
为充分发挥CSF-mini系列的性能，请确认最大负载静力矩、4点接触滚珠轴承的使用寿命以及静态安全系数。
各数值的计算公式请参照第028～032页的“技术资料”。

■ 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



■ 主轴承规格

规格

表237-1

型号	滚子的节圆直径	偏置量	基本额定负载		容许静力矩	力矩刚性	容许径向负载※	容许轴向负载
	dp	R	基本额定动负载	基本额定静负载				
	mm	mm	$\times 10^3\text{N}$	$\times 10^2\text{N}$				
5	13.5	4.85	9.14	7.63	0.89	7.41×10^2	90	270
8	20.5	7.3	21.6	19.0	3.46	2.76×10^3	200	630
11	27.5	9	38.9	35.4	6.6	7.41×10^3	300	1150
14	35	11.4	61.2	58.5	13.2	1.34×10^4	550	1800

※ 容许径向负载是指双轴型（1U）输出轴侧以及齿轮箱轴输出型（2XH-J）轴承中央部的数值。力矩刚性的数值为平均值。

润滑

表237-2

CSF-mini系列的标准润滑方法为润滑脂润滑。
出厂前已封入润滑脂，因此组装时无需注入、涂抹润滑脂。此外，使用下述润滑脂进行润滑。
润滑脂容积/空间容积在50%以上时，有可能产生润滑脂泄漏。对于这种使用方式，请咨询本公司或授权经销商。

润滑部	减速机部	主轴承部
使用润滑剂名称	Harmonic润滑脂 SK-2	Mul temp HL-D
制造商	日本Harmonic Drive Systems Inc.公司	协同油脂
基础油	精制矿物油	合成烃油
增稠剂	锂皂	锂皂
混合粘稠度（25℃）	295	280
油点	198℃	210℃
外观	绿色粘稠状	白色粘稠状

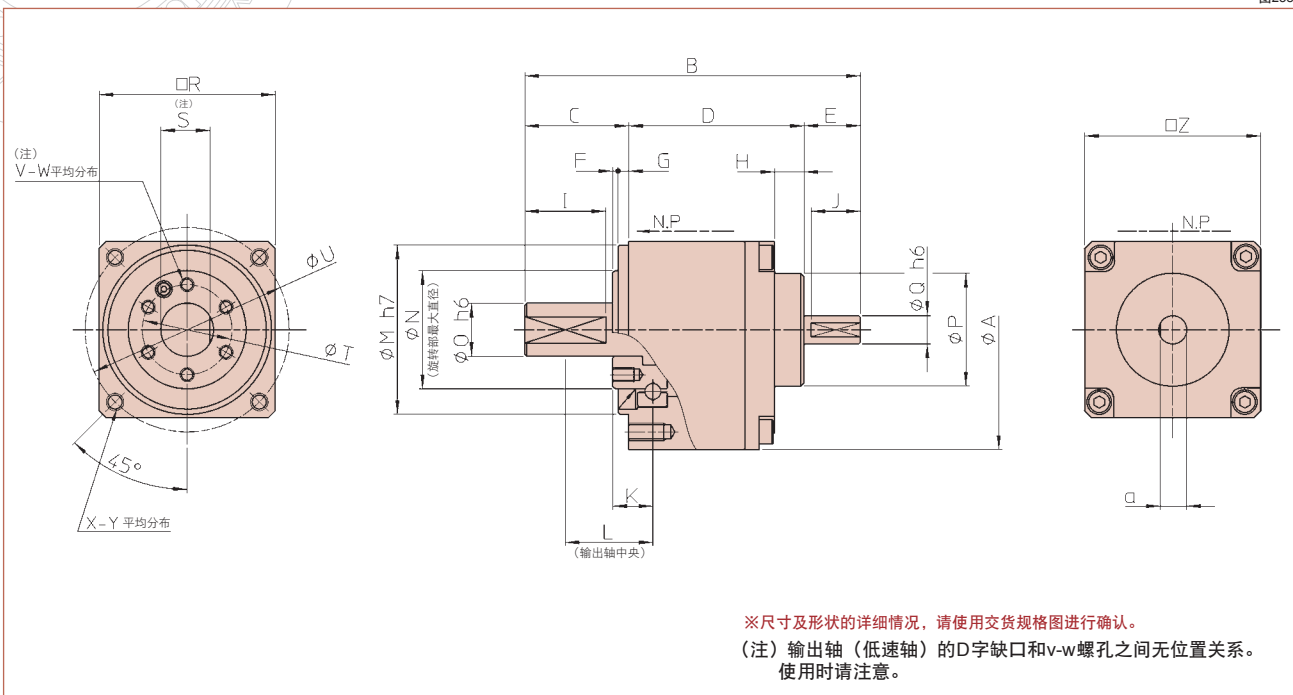
轴输出：1U外形图

拥有输入轴和输出轴完结型的双轴型组合。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图238-1



尺寸表

表238-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
φ A		26.5	40	54	68
B		37	65.5	82.5	95.4
C		13	23	29.5	29.5
D		16	29.5	37	49.9
E		8	13	16	16
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		0.8	2.6	3.9	8.4
I		9	18	21.5	23
J		7	11	14	14
K		4.85	7.3	9	11.4
L		9.85	17.3	22	23.9
φ M h7		19.5	29	39	48
φ N		13	20	26.5	33.5
φ O h6		5	9	12	15
φ P		9	16	24	32
φ Q h6		3	5	6	8
□ R		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.50	51.1±0.50
S		4.6	8	10.5	14
φ T		9.8	15.5	20.5	25.5
φ U		23	35	46	58
V		3	4	6	6
W		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
X		4	4	4	4
Y		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
□ Z		20±0.42	30±0.46	40±0.50	50±0.50
a		2.6	4.5	5.5	7.5
重量 (g)		35	130	240	440

●由于零部件的制造方法（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。

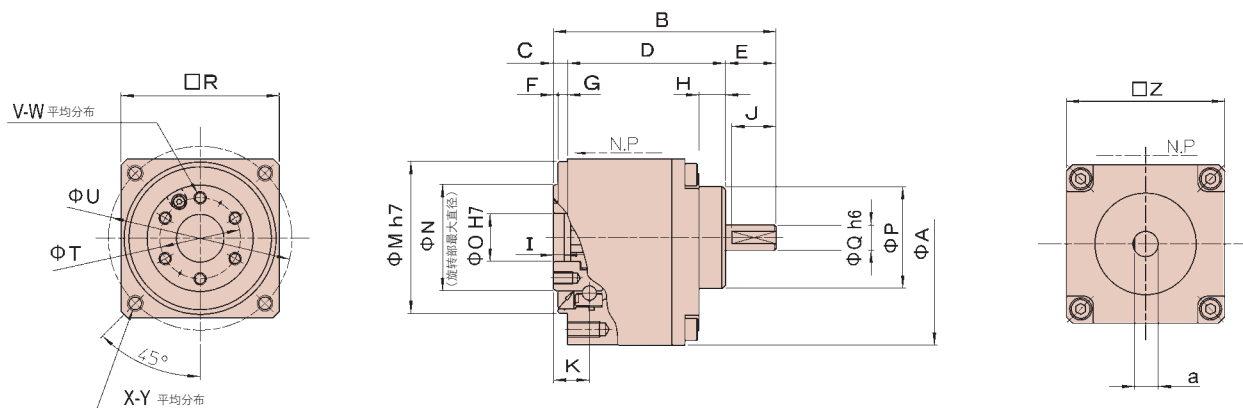
法兰输出：1U-F外形图

带输入轴的法兰输出完结型组合。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图239-1



※尺寸及形状的详细情况，请使用交货规格图进行确认。

尺寸表

表239-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
ΦA		26.5	40	54	68
B		27	45.5	56.5	70.4
C		3	3	3.5	4.5
D		16	29.5	37	49.9
E		8	13	16	16
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		0.8	2.6	3.9	8.4
I		1.7	2.2	2.5	3.5
J		7	11	14	14
K		4.85	7.3	9	11.4
ΦM h7		19.5	29	39	48
ΦN		13	20	26.5	33.5
ΦO H7		5	9	12	15
ΦP		9	16	24	32
ΦQ h6		3	5	6	8
□R		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.5	51.1±0.5
ΦT		9.8	15.5	20.5	25.5
ΦU		23	35	46	58
V		3	4	6	6
W		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
X		4	4	4	4
Y		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
□Z		20.4±0.42	30±0.46	40±0.5	50±0.5
a		2.6	4.5	5.5	7.5
重量 (g)		34	120	220	405

●由于零部件的制造方法（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。

刚性（弹簧常数）（用语说明请参照“技术资料”。）

表240-1

型号		5		8		11		14		
		1U	1U-F	1U	1U-F	1U	1U-F	1U	1U-F	
符号										
T ₁	Nm	0.075		0.29		0.80		2.0		
	kgfm	0.0077		0.030		0.082		0.20		
T ₂	Nm	0.22		0.75		2.0		6.9		
	kgfm	0.022		0.077		0.20		0.70		
减速比 30	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.009	0.010	0.031	0.034	0.077	0.084	0.172	0.188
		kgfm/arc min	0.003	0.003	0.009	0.010	0.023	0.025	0.051	0.056
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.109	0.124	0.210	0.235
		kgfm/arc min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.032	0.037	0.063	0.070
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.012	0.016	0.046	0.054	0.134	0.158	0.286	0.335
		kgfm/arc min	0.004	0.005	0.014	0.016	0.040	0.047	0.085	0.100
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	8.7	7.5	9.5	8.6	10	9.5	12	11
		arc min	3.0	2.6	3.2	3.0	3.6	3.3	4.0	3.6
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	22	19	21	19	21	19	35	31
		arc min	7.5	6.4	7.3	6.6	7.4	6.6	12	11
减速比 50	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.177	0.221	0.286	0.335
		kgfm/arc min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.053	0.066	0.085	0.100
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.014	0.018	0.056	0.067	0.225	0.300	0.378	0.468
		kgfm/arc min	0.004	0.005	0.017	0.020	0.067	0.089	0.113	0.140
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.017	0.025	0.067	0.084	0.236	0.320	0.440	0.568
		kgfm/arc min	0.005	0.007	0.020	0.025	0.070	0.095	0.131	0.170
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	6.9	5.6	7.5	6.6	4.5	3.6	7.0	6.0
		arc min	2.4	2.0	2.6	2.3	1.6	1.2	2.4	2.0
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	18	14	16	14	9.9	7.6	20	16
		arc min	6.0	4.8	5.4	4.7	3.4	2.6	6.8	5.6
减速比 80以上	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.015	0.020	0.072	0.090	0.206	0.267	0.378	0.468
		kgfm/arc min	0.004	0.006	0.021	0.027	0.061	0.079	0.113	0.140
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.018	0.027	0.080	0.104	0.243	0.333	0.460	0.601
		kgfm/arc min	0.005	0.008	0.024	0.031	0.072	0.099	0.137	0.179
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.020	0.030	0.089	0.120	0.291	0.432	0.516	0.700
		kgfm/arc min	0.006	0.009	0.027	0.036	0.086	0.128	0.154	0.209
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	5.0	3.7	4.1	3.2	3.9	3.0	5.3	4.3
		arc min	1.7	1.3	1.4	1.1	1.3	1.0	1.8	1.5
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	13	9.2	9.8	7.7	8.8	6.6	16	12
		arc min	4.4	3.1	3.4	2.6	3.0	2.3	5.4	4.2

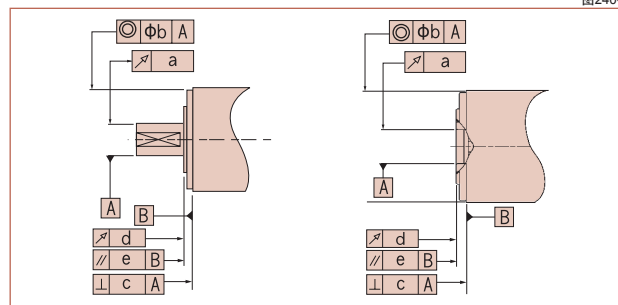
※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

机械精度

CSF-mini系列的主轴承采用高精度的4点接触滚珠轴承，实现了输出部的高机械精度。输出轴的机械精度如下所示。

轴输入型的输出轴

图240-1



安装壳体的推荐精度

表240-2
※T.I.R.单位: mm

符号	精度项目	型号		5		8		11		14	
		1U	1U-F	1U	1U-F	1U	1U-F	1U	1U-F	1U	1U-F
a	1U 输出轴前端跳动	0.030	—	0.030	—	0.030	—	0.030	—	0.030	—
	1U-F 输出轴内径面跳动	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005
b	安装凹圆同轴度	0.040		0.040		0.055		0.055		0.055	
c	安装面直角	0.020		0.020		0.025		0.025		0.025	
d	输出法兰面跳动	0.005		0.005		0.005		0.005		0.005	
e	安装面和输出法兰面的平行度	0.015		0.020		0.030		0.030		0.030	

※T.I.R.: 表示测定部旋转1次时千分表读数的总量。

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（润滑剂的种类及其使用量）

测定条件

表241-1

负载转矩	额定表所示的额定转矩（参照第145页）		
润滑条件	润滑脂 润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
		涂油量	正确涂油量

效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图241-1计算出修正系数 K_e ，并参考以下计算示例计算出效率。

例：以CSF-8-100-1U为例，计算出以下条件下的效率 η （%）。

输入转速：1000r/min 润滑方法：润滑脂润滑

负载转矩2.0Nm 润滑剂温度：20℃

型号8•减速比100的额定转矩为2.4Nm（额定表：第145页），因此转矩比 α 为0.83。（ $\alpha = 2.0/2.4 \div 0.83$ ）

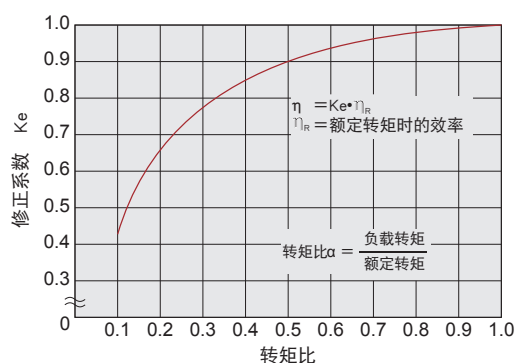
■ 根据图241-1，计算出效率修正系数 $K_e = 0.99$

■ 负载转矩为2.0Nm时的效率 η 为： $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e = 1$ 。

效率修正系数

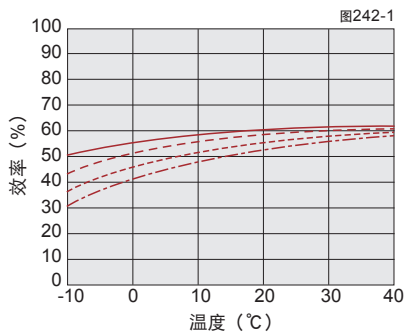
图241-1



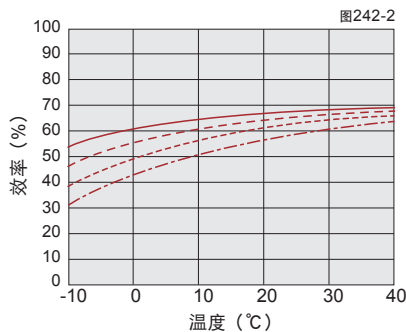
■ 额定转矩时的效率

型号: 5

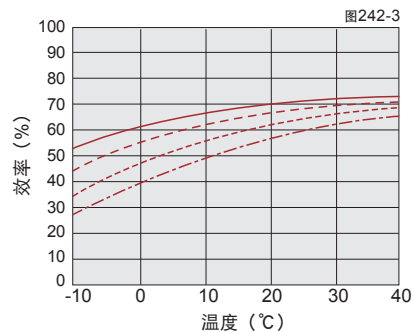
减速比30



减速比50

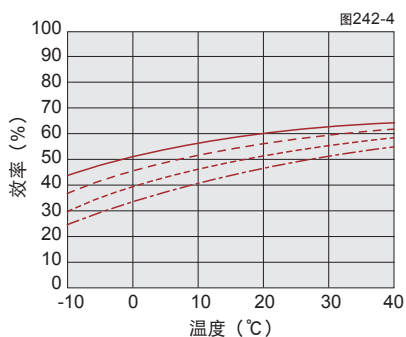


减速比100

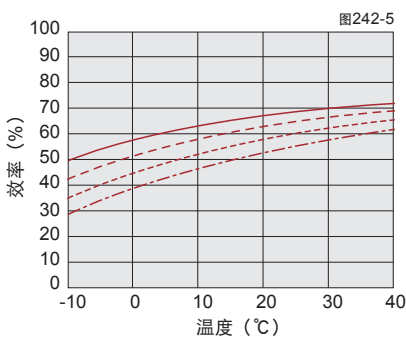


型号: 8

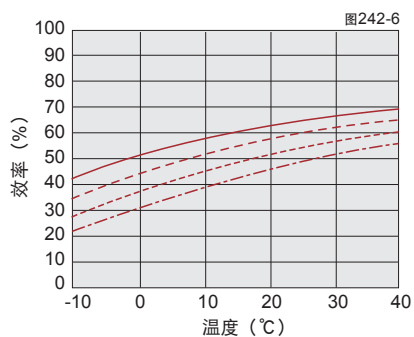
减速比30



减速比50

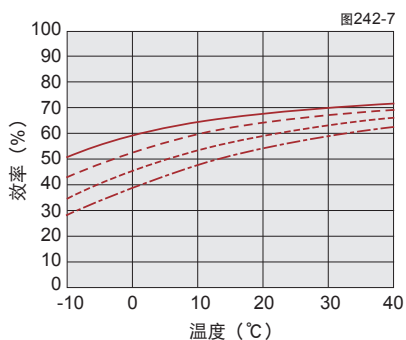


减速比100

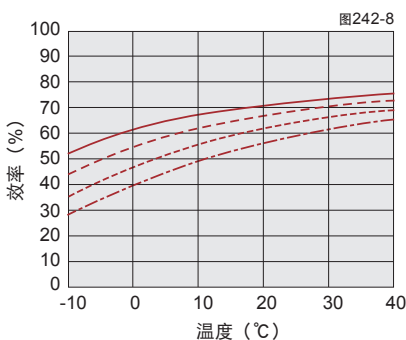


型号: 11

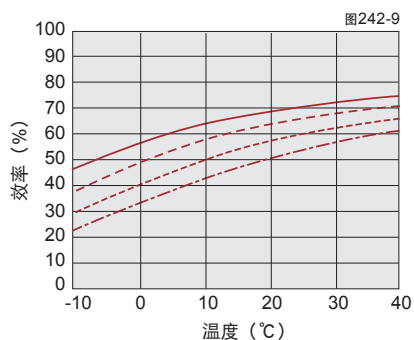
减速比30



减速比50

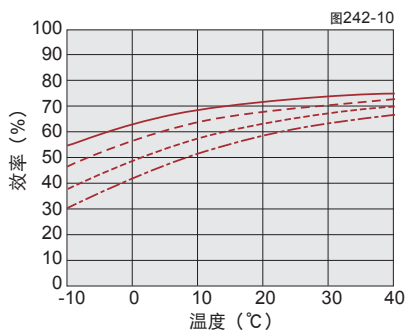


减速比100

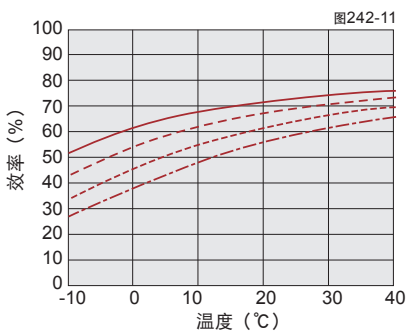


型号: 14

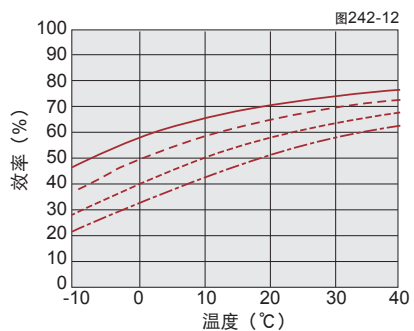
减速比30



减速比50



减速比80·100



输入转速 ————— 500r/min - - - - - 1000r/min - - - - - 2000r/min - - - - - 3500r/min

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

※详细数值请咨询本公司授权代理商。

测定条件

表243-1

减速比100			
润滑条件	润滑剂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

不同速比修正量

Harmonic Drive的无负载运行转矩会根据速比而发生改变。图243-1~243-4为减速比100的数值。其他减速比，请加上表243-2所示的修正量进行计算。

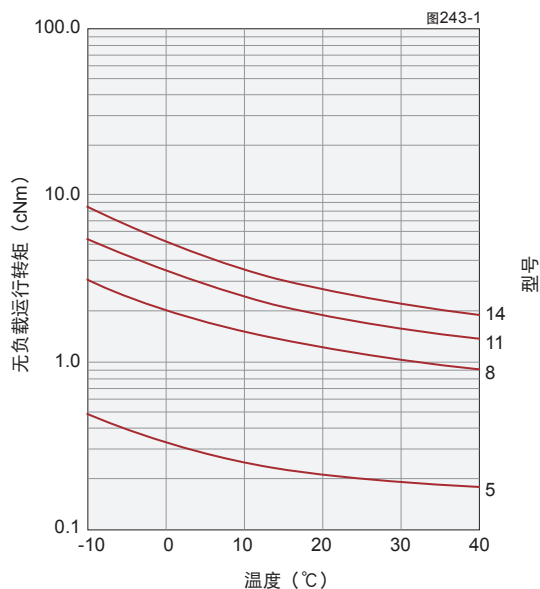
无负载运行转矩修正量

表243-2
单位: cNm

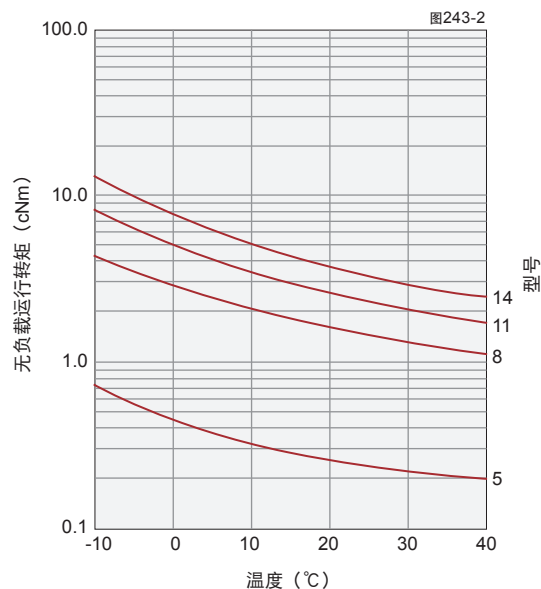
型号	减速比	30	50	80
5		0.26	0.11	—
8		0.44	0.19	—
11		0.81	0.36	0.1
14		1.33	0.58	—

■减速比100的无负载运行转矩

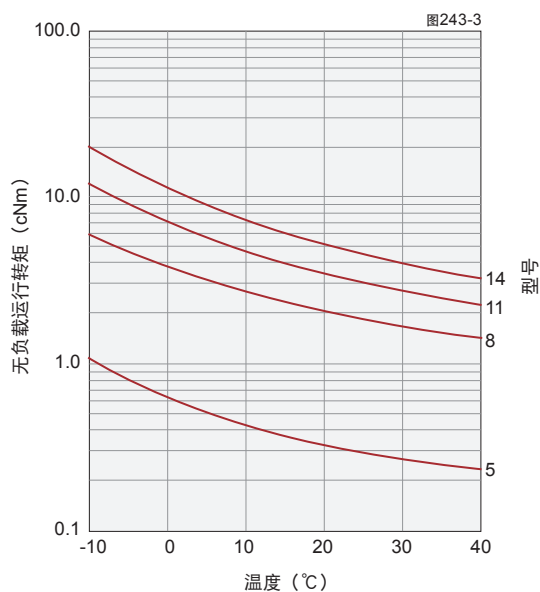
输入转速500r/min



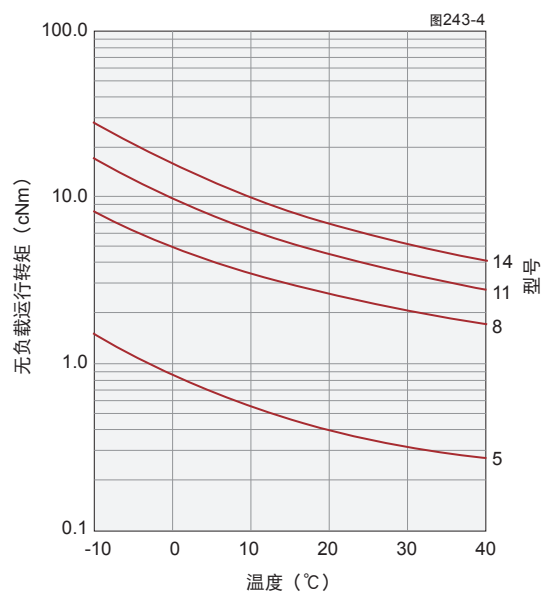
输入转速1000r/min



输入转速2000r/min



输入转速3500r/min



※本表的数值为平均值 $\bar{x}$ 。

输入部容许负载

■输入轴的容许负载

轴输入型的输入部由2个单列深槽轴承支撑。

为充分发挥轴输入型的性能，请确认向输入部施加的负载。

从结构上看，输入轴会在被施加外力的时候产生轴向窜动。但这并非异常。

图244-1表示轴承的支撑点。『a』『b』的尺寸请参照表244-1。此外，图244-1表示的是各型号的容许最大径向负载和轴向负载的关系。表244-1的数值是平均输入转速为2,000r/min，基本额定使用寿命L10=7,000h时的数值。

例：向型号14的输入轴施加8N的轴向负载（Fa）时，容许最大径向负载（Fr）的数值为20N。

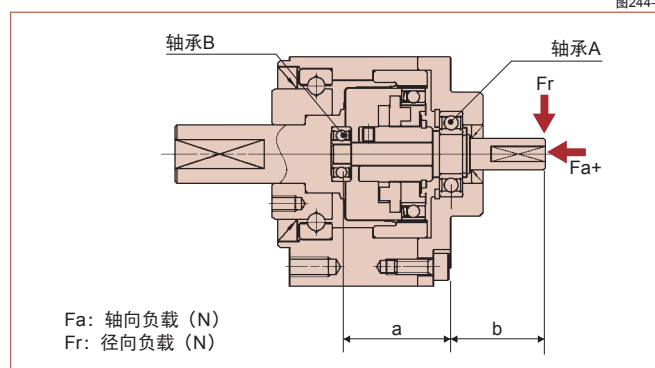
输入部的轴承规格

表244-1

型号	轴承A			轴承B			轴承间的距离a	输入轴的外伸长度b	最大径向负载
	型号	基本额定动负载	基本额定静负载	型号	基本额定动负载	基本额定静负载			
		Cr (N)	Cor (N)		Cr (N)	Cor (N)			
5	SSLF-630DD	196	59	L-520WO2	176	54	10.8	9.25	8
8	MR126	715	292	MR83	560	170	16.65	18	10
11	689	1330	665	624	1300	485	20.6	21.9	20
14	6900ZZ	2700	1270	605ZZ	1330	505	28.25	24.25	30

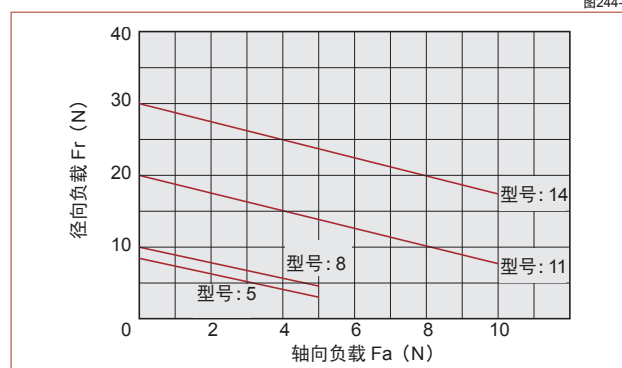
轴承的支点

图244-1



轴向负载和径向负载的关系

图244-1



安装和传递转矩

■往装置上安装

将CSF-mini系列安装到装置上时，请在确认安装面的平坦度以及螺孔部是否存在毛刺后再将安装法兰（图245-1的A部）与螺栓拧紧。

安装法兰（图245-1的A部）螺栓*的拧紧转矩

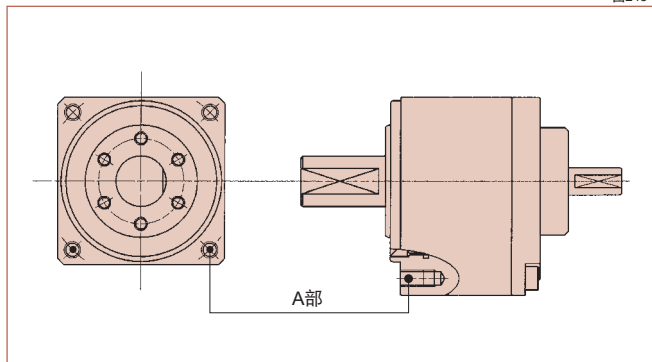
表244-2

项目	型号	5	8	11	14
螺栓数量		4	4	4	4
螺栓规格		M2	M3	M4	M5
安装P.C.D.	mm	23	35	46	58
	Nm	0.25	0.85	2.0	3.96
拧紧转矩	kgfm	0.03	0.09	0.20	0.40
	mm	2.4	3.6	4.8	6.0
螺钉部装配的最短长度	Nm	3.5	12	29	57
	kgfm	0.4	1.3	2.9	5.9

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度分类：JIS B 1051 12.9以上

安装法兰

图245-1



■安装输出部的负载

向输出部安装负载时，请考虑主轴承的规格（参照第147页）实施安装。

安装法兰（图245-2的B部）螺栓*的拧紧转矩

表245-1

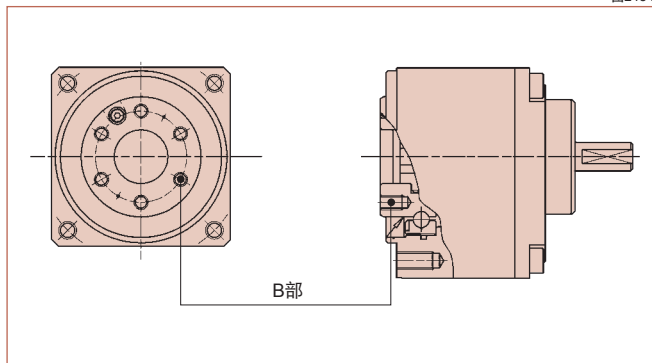
项目		型号	5	8	11	14
螺栓数量			3	4	6	6
螺栓规格			M2	M3	M3	M4
安装P.C.D.	mm		9.8	15.5	20.5	25.5
拧紧转矩	Nm		0.54	2.0	2.0	4.6
	kgfm		0.06	0.20	0.20	0.47
传递转矩	Nm		2	13	26	55
	kgfm		0.3	1.3	2.6	5.6

输出法兰由于有防止漏油措施，因此不需要涂抹密封剂。

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度区分：JIS B 1051 12.9以上

安装法兰（1U-F）

图245-2



在轴输出上安装皮带轮、小齿轮时，不要对输出轴施加冲击。否则可能会引起减速机的精度下降或故障。

技术数据电动机安装型

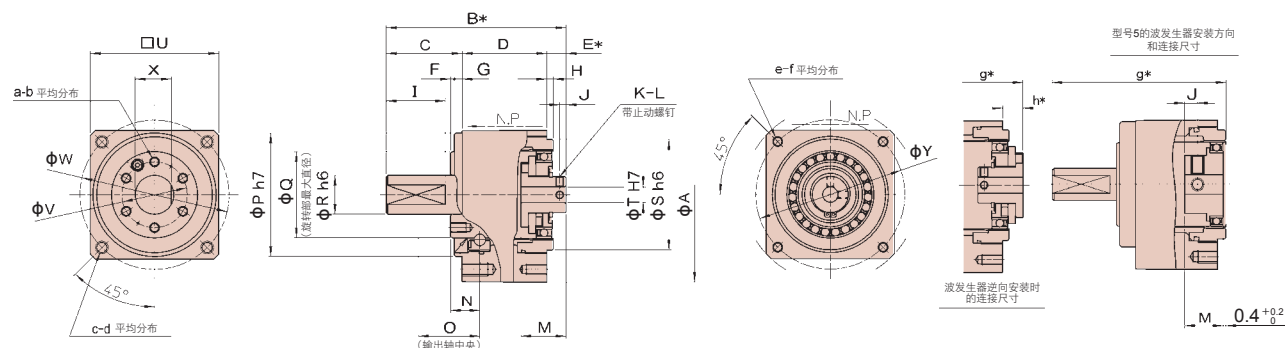
轴输出：1U-CC外形图

外形为1U形状、输出部为轴输出的电动机安装型。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图246-1



※尺寸及形状的详细情况，请使用交货规格图进行确认。

尺寸表

表246-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
ϕA		26.5	40	54	68
B^*		30.5	51	64.3	70
C		13	23	29.5	29.5
D		12.7	21.5	26.5	33
E^*		$4.8^{+0.2}_{-0.2}$	$6.5^{+0.3}_{-0.3}$	$8.3^{+0.7}_{-0.7}$	$7.5^{+0.8}_{-0.8}$
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		1.3	1.5	2	2.5
I		9	18	21.5	23
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		6	12	16	17.6
N		4.85	7.3	9	11.4
O		9.85	17.3	22	23.9
ϕP h7		19.5	29	39	48
ϕQ		13	20	26.5	33.5
ϕR h6		5	9	12	15
ϕS h6		17	26	35	43
ϕT H7		3	3	5	6
$\square U$		20.4 ± 0.42	30.7 ± 0.46	40.9 ± 0.5	51.1 ± 0.5
ϕV		9.8	15.5	20.5	25.5
ϕW		23	35	46	58
X		4.6	8	10.5	14
ϕY		22.5	34	46	58
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		4	4	4	4
d		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
e		4	4	4	4
f		M2×3	M2.5×5	M3×6	M4×8
g^*		27	48.7	62.1	70.4
h^*		—	$4.2^{+0.3}_{-0.3}$	$6.1^{+0.7}_{-0.7}$	$7.9^{+0.8}_{-0.8}$
重量 (g)		27	111	176	335

●带*符号的 B^* 、 E^* 、 g^* 、 h^* 尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件（波发生器、柔轮、刚轮）轴向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，波发生器是独立包装的。

●由于零部件的制造方法（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。

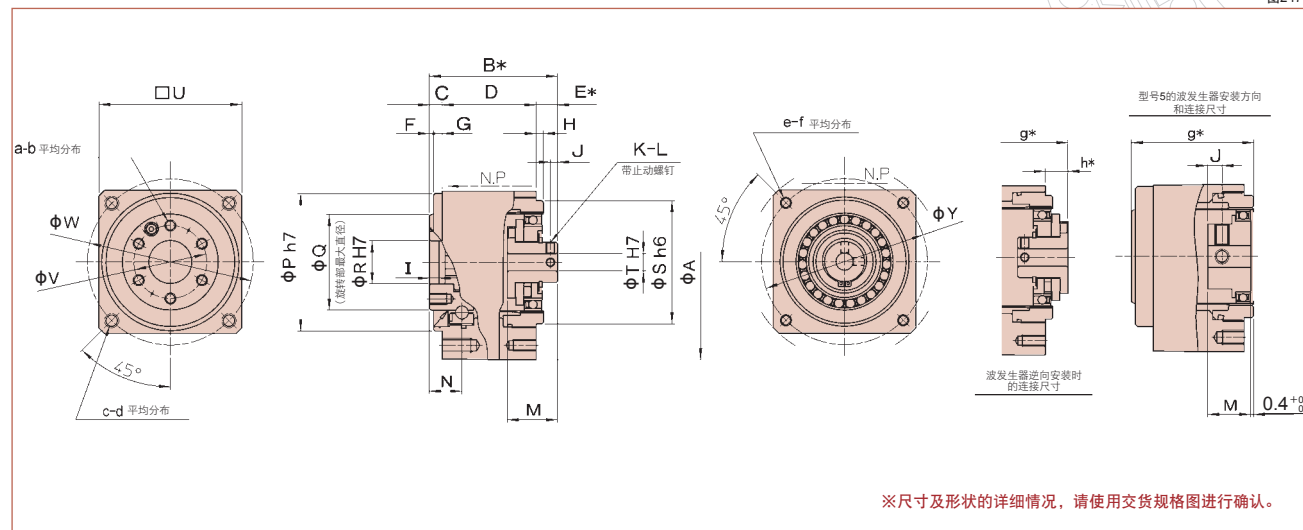
法兰输出：1U-CC-F外形图

外形为1U形状，输出部为法兰输出的电动机安装型。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图247-1



※尺寸及形状的详细情况，请使用交货规格图进行确认。

尺寸表

表247-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
Φ A		26.5	40	54	68
B*		20.5	31	38.3	45
C		3	3	3.5	4.5
D		12.7	21.5	26.5	33
E*		4.8 ^{0.2} _{-0.2}	6.5 ^{0.3} _{-0.3}	8.3 ^{0.7} _{-0.7}	7.5 ^{0.8} _{-0.8}
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		1.3	1.5	2	2.5
I		1.7	2.2	2.5	3.5
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		6	12	16	17.6
N		4.85	7.3	9	11.4
Φ P h7		19.5	29	39	48
Φ Q		13	20	26.5	33.5
Φ R H7		5	9	12	15
Φ S h6		17	26	35	43
Φ T H7		3	3	5	6
□ U		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.5	51.1±0.5
Φ V		9.8	15.5	20.5	25.5
Φ W		23	35	46	58
Φ Y		22.5	34	46	58
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		4	4	4	4
d		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
e		4	4	4	4
f		M2×3	M2.5×5	M3×6	M4×8
g*		17	28.7	36.1	45.4
h*		—	4.2 ^{0.3} _{-0.3}	6.1 ^{0.7} _{-0.7}	7.9 ^{0.8} _{-0.8}
重量 (g)		25	100	150	295

●带*符号的B•E•g•h尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件（波发生器、柔轮、刚轮）轴向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，波发生器是独立包装的。

●由于零部件的制造方法（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。

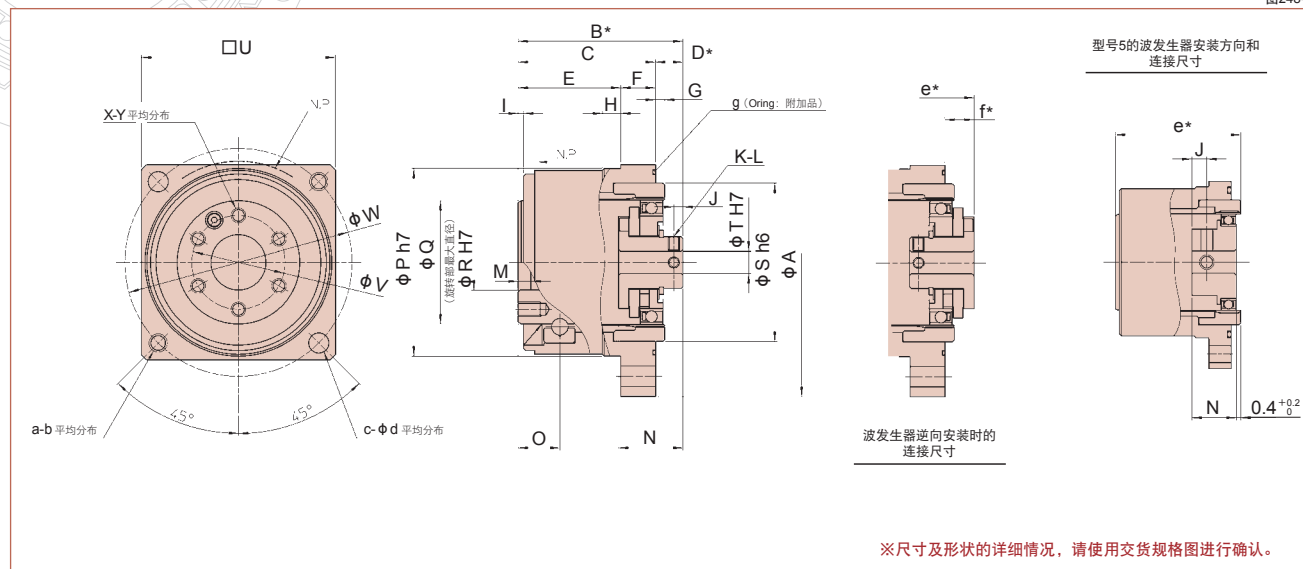
法兰输出：2XH-F外形图

输出部为法兰输出的电动机安装型。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图248-1



尺寸表

表248-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
ΦA		29	43.5	58	73
B*		20.5	31	38.3	45
C		15.7	24.5	30	37.5
D*		4.8 ^{+0.2} _{-0.2}	6.5 ^{+0.3} _{-0.3}	8.3 ^{+0.7} _{-0.7}	7.5 ^{+0.8} _{-0.8}
E		12.7	19	23.5	28
F		3	5.5	6.5	9.5
G		1.3	1.5	2	2.5
H		2	3	3	5
I		0.5	0.5	0.5	1.5
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		1.7	2.2	2.5	3.5
N		6	12	16	17.6
O		4.85	7.3	9	11.4
ΦP h7		20.5	31	40.5	51
ΦQ		13	20	26.5	33.5
ΦR H7		5	9	12	15
ΦS h6		17	26	35	43
ΦT H7		3	3	5	6
□U		22±0.42	32±0.46	43±0.50	53±0.50
ΦV		9.8	15.5	20.5	25.5
ΦW		25	37.5	50	62
X		3	4	6	6
Y		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
a		2	2	2	2
b		M2	M3	M4	M5
c		2	2	2	2
Φd		2.3	3.4	4.5	5.5
e*		17	28.7	36.1	45.4
f*		—	4.2 ^{+0.3} _{-0.3}	6.1 ^{+0.7} _{-0.7}	7.9 ^{+0.8} _{-0.8}
g (附加品)		18.90×0.70	28.20×1.00	38.00×1.50	48.00×1.00
重量 (g)		25	100	150	295

●带*符号的B·E·g·h尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件（波发生器、柔轮、刚轮）轴向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，波发生器是独立包装的。

●由于零部件的制造方法（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。

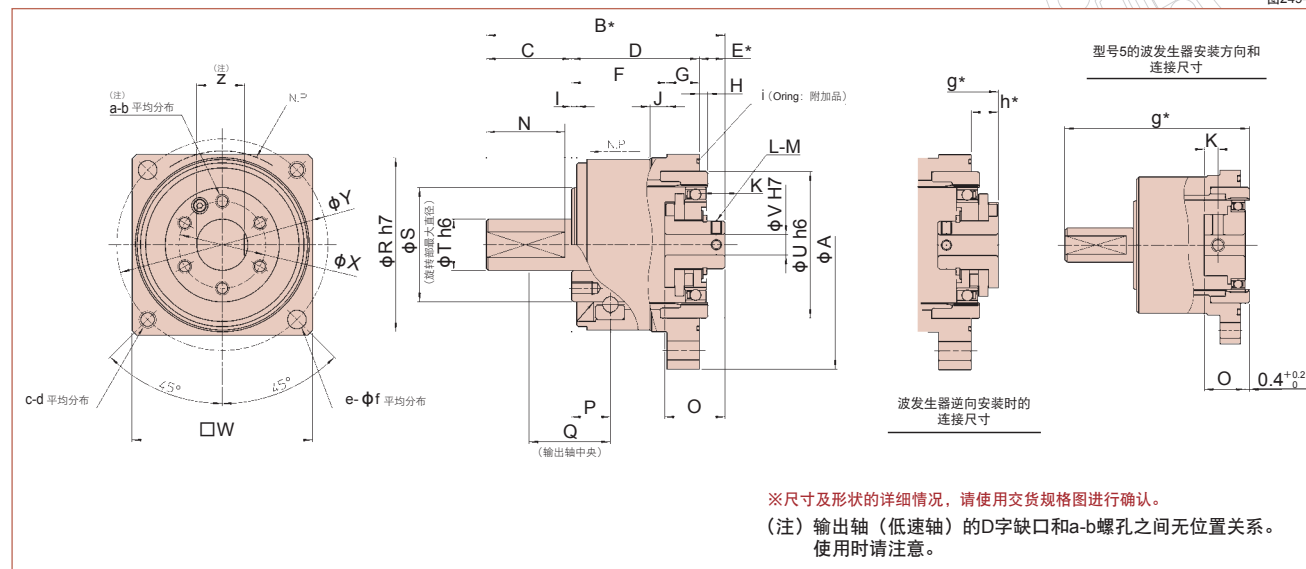
轴输出：2XH-J外形图

输出部为轴输出的电动机安装型。

本产品的CAD数据（DXF）可从本公司主页下载。

URL: <http://www.hds.co.jp/>

图249-1



尺寸表

表249-1
单位: mm

符号	型号	5	8	11	14
φA		29	43.5	58	73
B*		30.5	51	64.3	70
C		10	20	26	25
D		15.7	24.5	30	37.5
E*		4.8 _{0.2}	6.5 _{0.3}	8.3 _{0.7}	7.5 _{0.8}
F		12.7	19	23.5	28
G		3	5.5	6.5	9.5
H		1.3	1.5	2	2.5
I		0.5	0.5	0.5	1.5
J		2	3	3	5
K		2	2	3	2.5
L		2	2	2	2
M		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
N		9	18	21.5	23
O		6	12	16	17.6
P		4.85	7.3	9	11.4
Q		9.85	17.3	22	23.9
φR h7		20.5	31	40.5	51
φS		13	20	26.5	33.5
φT h6		5	9	12	15
φU h6		17	26	35	43
φV H7		3	3	5	6
□W		22±0.42	32±0.46	43±0.50	53±0.50
φX		9.8	15.5	20.5	25.5
φY		25	37.5	50	62
Z		4.6	8	10.5	14
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		2	2	2	2
d		M2	M3	M4	M5
e		2	2	2	2
φf		2.3	3.4	4.5	5.5
g*		27	48.7	62.1	70.4
h*		—	4.2 _{0.3}	6.1 _{0.7}	7.9 _{0.8}
i (附加品)		18.90×0.70	28.20×1.00	38.00×1.50	48.00×1.00
重量 (g)		27	111	176	335

●带*符号的B*·E·g·h尺寸是指构成Harmonic Drive的三个部件（波发生器、柔轮、刚轮）轴向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，波发生器是独立包装的。

●由于零部件的制造方法（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。

电动机安装型的波发生器孔径尺寸

电动机安装型的波发生器孔径尺寸可根据安装电动机的轴径在下表范围内进行变更。

表250-1
单位: mm

型号	5	8	11	14
符号				
2XH-F: $\phi T H7$	1.5~6	2~4 (2~8)	3~7 (3~8)	4~8 (4~10)
2XH-J: $\phi V H7$				
1U-CC-F: $\phi T H7$				
1U-CC: $\phi T H7$				

注1) () 内的数值是波发生器为一体型时的数值(一体型、特殊规格)。标准品的波发生器带欧氏联轴节结构(自动调芯结构)。但是, 型号5的一体型为标准品。

注2) 止动螺钉的尺寸也会根据孔径发生改变。

注3) 可根据孔径实施键槽加工。

注4) 孔径尺寸变更后均为特殊规格。有关尺寸的详细情况, 请咨询本公司授权代理商。

刚性(弹簧常数) (用语说明请参照“技术资料”。)

表250-2

型号 符号		5		8		11		14		
		2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	
T ₁	Nm	0.075		0.29		0.80		2.0		
	kgfm	0.0077		0.030		0.082		0.20		
T ₂	Nm	0.22		0.75		2.0		6.9		
	kgfm	0.022		0.077		0.20		0.70		
减速比 30	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.009	0.010	0.031	0.034	0.077	0.084	0.172	0.188
		kgfm/arc min	0.003	0.003	0.009	0.010	0.023	0.025	0.051	0.056
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.109	0.124	0.210	0.235
		kgfm/arc min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.032	0.037	0.063	0.070
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.012	0.016	0.046	0.054	0.134	0.158	0.286	0.335
		kgfm/arc min	0.004	0.005	0.014	0.016	0.040	0.047	0.085	0.100
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	8.7	7.5	9.5	8.6	10	9.5	12	11
		arc min	3.0	2.6	3.2	3.0	3.6	3.3	4.0	3.6
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	22	19	21	19	21	19	35	31
		arc min	7.5	6.4	7.3	6.6	7.4	6.6	12	11
减速比 50	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.177	0.221	0.286	0.335
		kgfm/arc min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.053	0.066	0.085	0.100
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.014	0.018	0.056	0.067	0.225	0.300	0.378	0.468
		kgfm/arc min	0.004	0.005	0.017	0.020	0.067	0.089	0.113	0.140
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.017	0.025	0.067	0.084	0.236	0.320	0.440	0.568
		kgfm/arc min	0.005	0.007	0.020	0.025	0.070	0.095	0.131	0.170
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	6.9	5.6	7.5	6.6	4.5	3.6	7.0	6.0
		arc min	2.4	2.0	2.6	2.3	1.6	1.2	2.4	2.0
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	18	14	16	14	9.9	7.6	20	16
		arc min	6.0	4.8	5.4	4.7	3.4	2.6	6.8	5.6
减速比 80以上	K ₁	×10 ⁴ Nm/rad	0.015	0.020	0.072	0.090	0.206	0.267	0.378	0.468
		kgfm/arc min	0.004	0.006	0.021	0.027	0.061	0.079	0.113	0.140
	K ₂	×10 ⁴ Nm/rad	0.018	0.027	0.080	0.104	0.243	0.333	0.460	0.601
		kgfm/arc min	0.005	0.008	0.024	0.031	0.072	0.099	0.137	0.179
	K ₃	×10 ⁴ Nm/rad	0.020	0.030	0.089	0.120	0.291	0.432	0.516	0.700
		kgfm/arc min	0.006	0.009	0.027	0.036	0.086	0.128	0.154	0.209
	θ ₁	×10 ⁻⁴ rad	5.0	3.7	4.1	3.2	3.9	3.0	5.3	4.3
		arc min	1.7	1.3	1.4	1.1	1.3	1.0	1.8	1.5
	θ ₂	×10 ⁻⁴ rad	13	9.2	9.8	7.7	8.8	6.6	16	12
		arc min	4.4	3.1	3.4	2.6	3.0	2.3	5.4	4.2

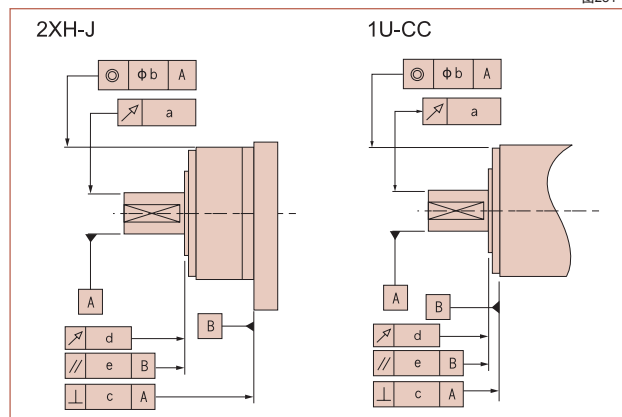
※数值为参考值。下限值约为表示值的80%。

机械精度

CSF-mini系列的主轴承采用高精度的4点接触滚珠轴承，实现了输出部的高机械精度。输出轴的机械精度如下所示。

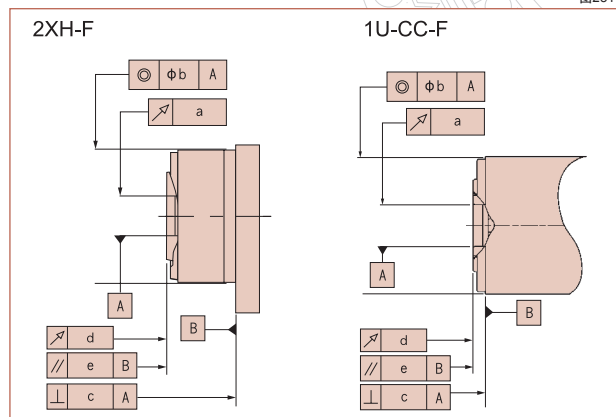
输出轴

图251-1



法兰输出

图251-2



机械精度

表251-1
※T.I.R. 单位: mm

符号	精度项目	型号		5		8		11		14	
		2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F
a	输出轴前端跳动	0.030	—	0.030	—	0.030	—	0.030	—	0.030	—
	输出轴内径面跳动	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005
b	安装凹圆同轴度	0.040		0.040		0.055		0.055		0.055	
c	安装面直角	0.020		0.020		0.025		0.025		0.025	
d	输出法兰面跳动	0.005		0.005		0.005		0.005		0.005	
e	安装面和输出法兰面的平行度	0.015		0.020		0.030		0.030		0.030	

※T.I.R.: 表示测定部旋转1次时千分表读数的总量。

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 (润滑剂的种类及其使用量)

测定条件

表251-1

负载转矩		额定表所示的额定转矩 (参照第145页)	
润滑条件	润滑脂	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
	润滑	涂油量	正确涂油量

效率修正系数

负载转矩小于额定转矩时，效率值降低。

请根据图251-1计算出修正系数 K_e ，并参考以下计算示例计算出效率。

例：以CSF-8-100-2XH为例，计算出以下条件下的效率 η (%)。

输入转速：1000r/min 润滑方法：润滑脂润滑

负载转矩2.0Nm 润滑剂温度：20℃

型号8·减速比100的额定转矩为2.4Nm (额定表：第145页)，因此转矩比 α 为0.83。($\alpha = 2.0/2.4 \div 0.83$)

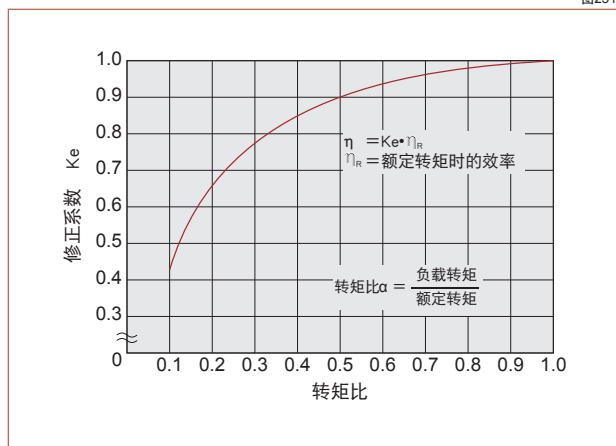
■ 根据图251-1，计算出效率修正系数 $K_e = 0.99$

■ 负载转矩为2.0Nm时的效率 η 为： $\eta = K_e \cdot \eta_n = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※负载转矩大于额定转矩时的效率修正系数 $K_e = 1$ 。

效率修正系数

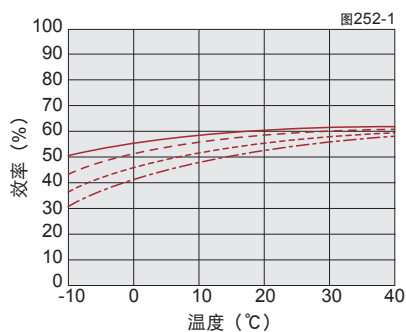
图251-1



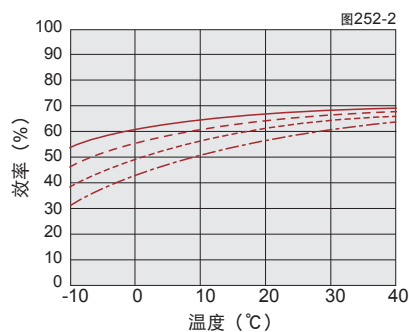
■ 额定转矩时的效率

型号: 5

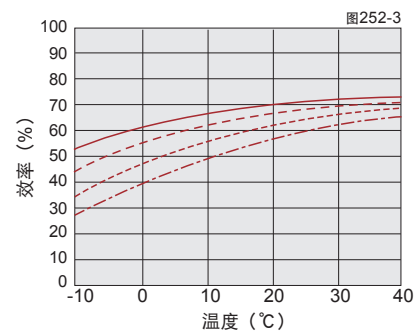
减速比30



减速比50

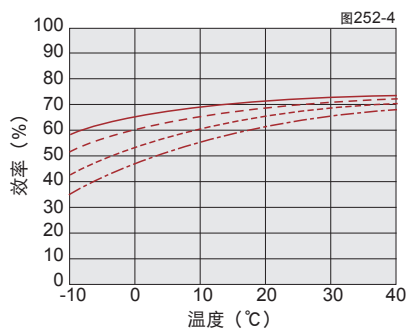


减速比100

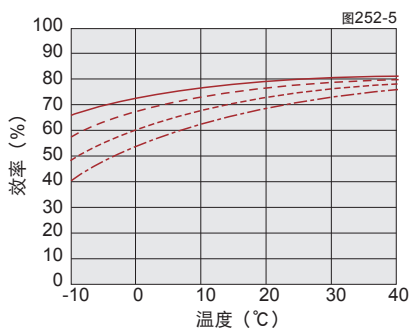


型号: 8

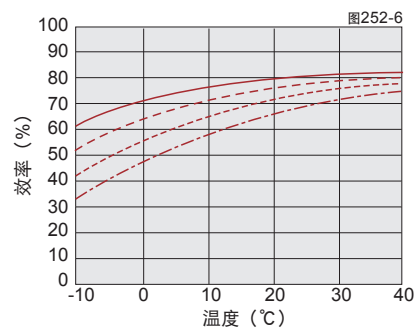
减速比30



减速比50

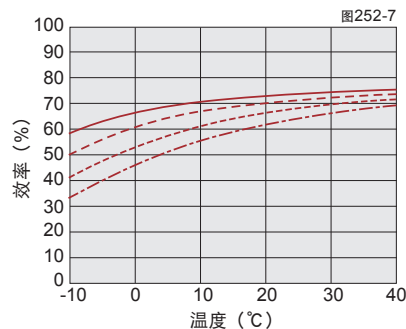


减速比100

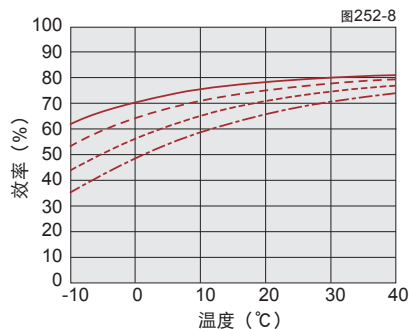


型号: 11

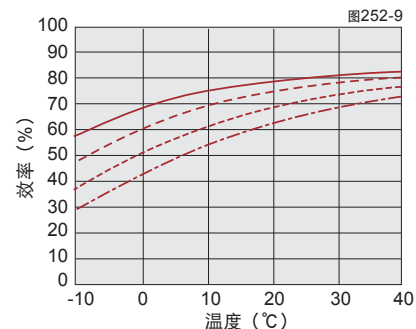
减速比30



减速比50

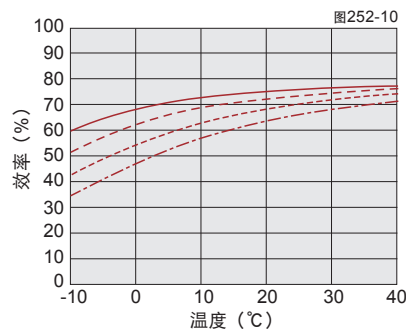


减速比100

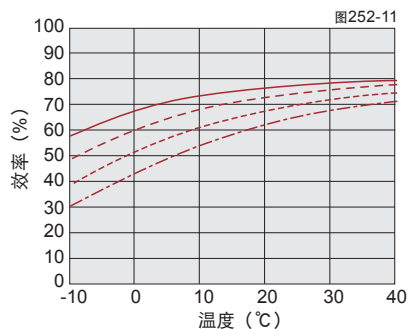


型号: 14

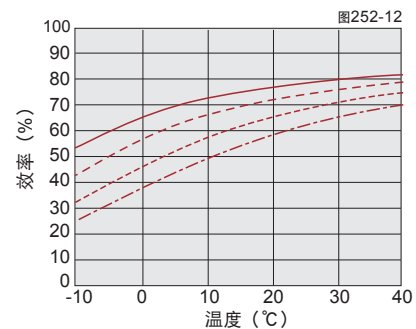
减速比30



减速比50



减速比80·100



输入转速 ————— 500r/min - - - - - 1000r/min - - - - - 2000r/min - - - - - 3500r/min

无负载运行转矩

无负载运行转矩是指在无负载状态下，使Harmonic Drive转动的必要的输入侧（高速轴侧）转矩。

※详细数值请咨询本公司授权代理商。

测定条件

表253-1

减速比100			
润滑条件	润滑脂润滑	名称	Harmonic润滑脂 SK-2
转矩值是指在输入为2000r/min的情况下磨合运转2小时以上的数值			

不同速比修正量

Harmonic Drive的无负载运行转矩会根据速比而发生改变。图253-1~253-4为减速比100的数值。其他减速比，请加上表253-2所示的修正量进行计算。

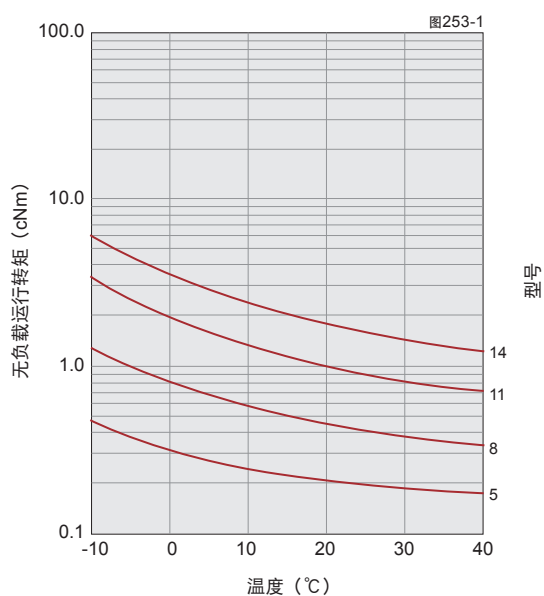
无负载运行转矩修正量

表253-2
单位：cNm

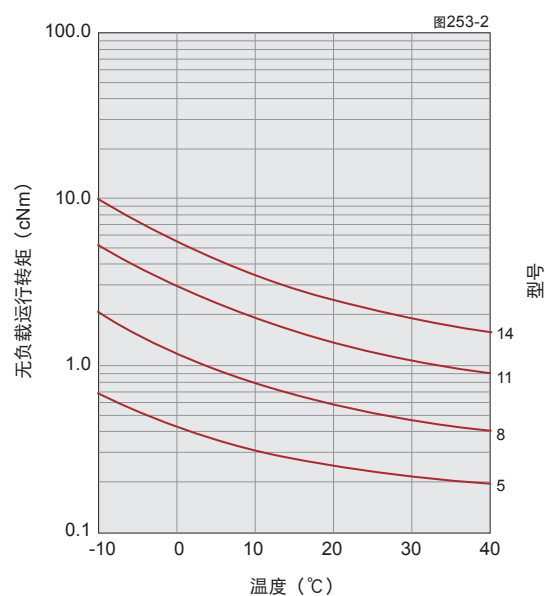
型号	减速比	30	50	80
5		0.26	0.11	—
8		0.44	0.19	—
11		0.81	0.36	—
14		1.33	0.58	0.1

减速比100的无负载运行转矩

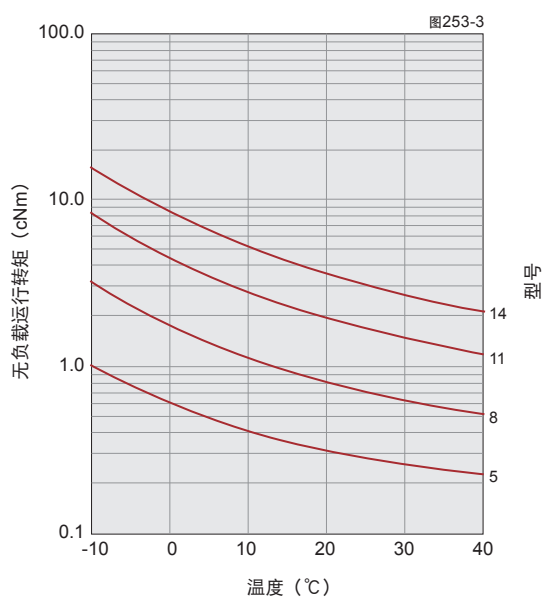
输入转速500r/min



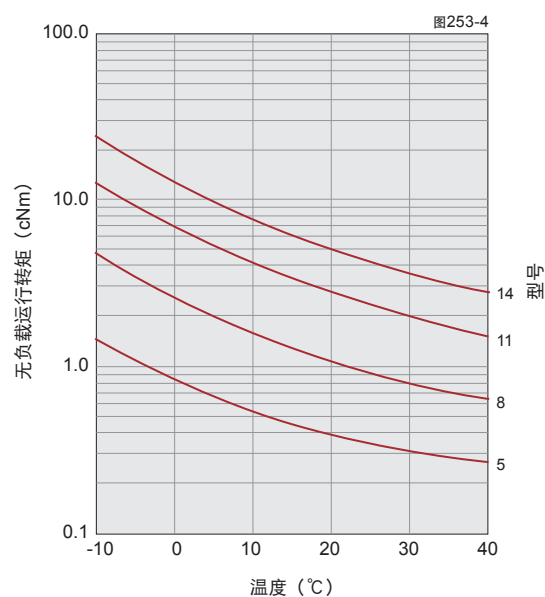
输入转速1000r/min



输入转速2000r/min



输入转速3500r/min



※本表的数值为平均值X。

安装示例

以下是电动机安装型具有代表性的安装示例。

图254-1

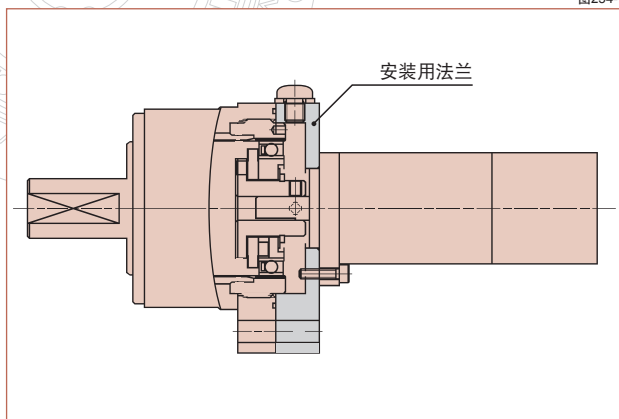
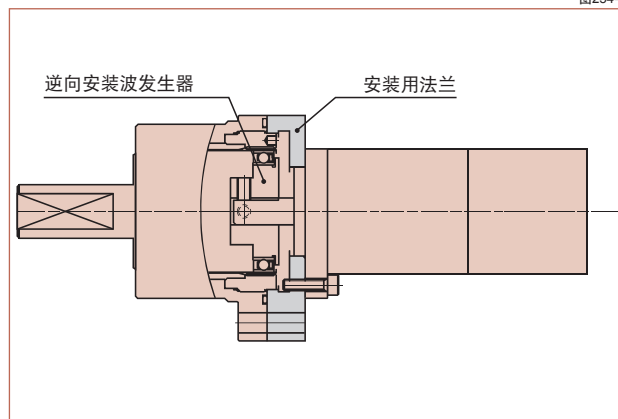


图254-2



电动机匹配表

以下由电动机安装型与小型伺服电动机组合而成，作为参考使用。
关于详细的型号选定，请参照第012~013页的“技术资料”。

表254-1

制造商系列名称	安川电机制造 Σ Mini系列				三菱电机制造 HC-AQ系列			松下电器制造 MINAS S系列
电动机容量	3W+5W	10W	20W	30W	10W	20W	30W	30W
型号								
5	○							
8		○			○			
11			○	○		○	○	○
14				○			○	○

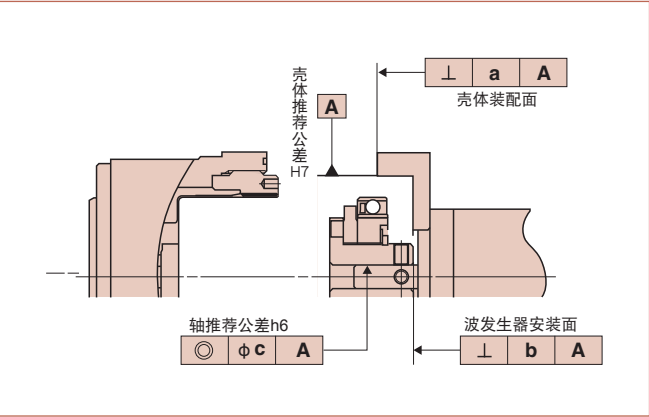
(注) 根据电动机的轴径，有时也会出现与标准品的波发生器孔径不相符的情况。此时，应采取对应措施变更孔径（孔径尺寸：参照第160页）。此外，孔径变更后均为特殊规格。

组装精度

在组装设计时，为充分发挥CSF-mini系列所具备的优良性能，请确保使用图255-1，表255-1所示的推荐精度。

安装的推荐精度

图255-1



安装壳体的推荐精度

表255-1
单位: mm

符号	精度项目	型号	5	8	11	14
a	壳体装配面直角		0.008	0.010	0.011	0.011
b	波发生器安装面		0.005	0.012 (0.006)	0.012 (0.007)	0.017 (0.008)
c	输入轴同轴度		0.005	0.015 (0.006)	0.015 (0.007)	0.030 (0.016)

※ () 内的数值是波发生器为一体型时的数值 (一体型、特殊规格)。此外，标准规格的波发生器带欧氏联轴节结构 (自动调芯结构)。但是，型号5的一体型为标准规格。

安装和传递转矩

■往装置上安装

将CSF-mini系列安装到装置上时，请在确认安装面的平坦度以及螺孔部是否存在毛刺后再将安装法兰与螺栓拧紧。

安装法兰（图257-1的A部）螺栓[※]的拧紧转矩/2XH型

表256-1

项目		型号	5	8	11	14
螺栓数量			2	2	2	2
螺栓规格			M2	M3	M4	M5
安装P.C.D.	mm		25	37.5	50	62
拧紧转矩	Nm		0.25	0.85	2.0	4.0
	kgfm		0.03	0.09	0.20	0.41
螺钉部装配的最短长度	mm		2.4	3.6	4.8	6.0
传递转矩	Nm		2	7	16	31
	kgfm		0.2	0.7	1.6	3.1

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度分类：JIS B 1051 12.9以上

安装法兰（图257-2的A部/C部）螺栓[※]的拧紧转矩/1U-CC型

表256-2

项目		型号	5		8		11		14	
			A部	C部	A部	C部	A部	C部	A部	C部
螺栓数量			4	4	4	4	4	4	4	4
螺栓规格			M2	M2	M3	M2.5	M4	M3	M5	M4
安装P.C.D.	mm		23	22.5	35	34	46	46	58	58
拧紧转矩	Nm		0.25	0.25	0.85	0.55	2.0	0.85	4.0	2.0
	kgfm		0.03	0.03	0.09	0.06	0.20	0.09	0.41	0.20
螺钉部装配的最短长度	mm		3	3	6	5	8	6	10	8
传递转矩	Nm		3.5	—	12	—	29	—	57	—
	kgfm		0.4	—	1.3	—	2.9	—	5.9	—

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度分类：JIS B 1051 12.9以上

■ 安装输出部的负载

向CSF-mini系列的输出部安装负载时，请考虑主轴承的规格（参照第147页）实施安装。

安装法兰（图257-1、图257-2的B部）螺栓*的拧紧转矩（法兰输出型）

表257-1

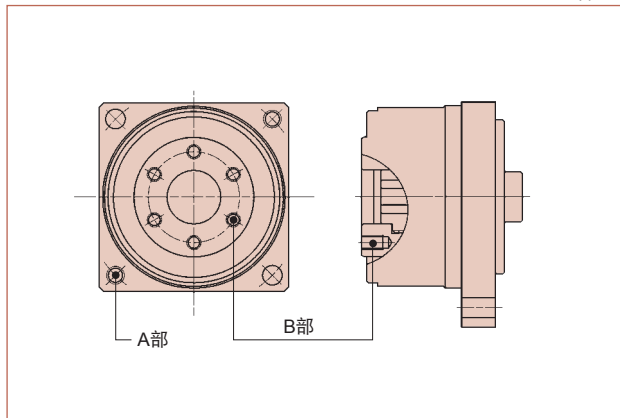
项目		型号	5	8	11	14
螺栓数量			3	4	6	6
螺栓规格			M2	M3	M3	M4
安装P.C.D.	mm		9.8	15.5	20.5	25.5
	Nm		0.54	2.0	2.0	4.6
拧紧转矩	kgfm		0.06	0.20	0.20	0.47
	Nm		2	13	26	55
传递转矩	kgfm		0.3	1.3	2.6	5.6
	Nm					

输出法兰由于有防止漏油措施，因此不需要涂抹密封剂。

※推荐螺栓名称：JIS B 1176内六角螺栓、强度分类：JIS B 1051 12.9以上

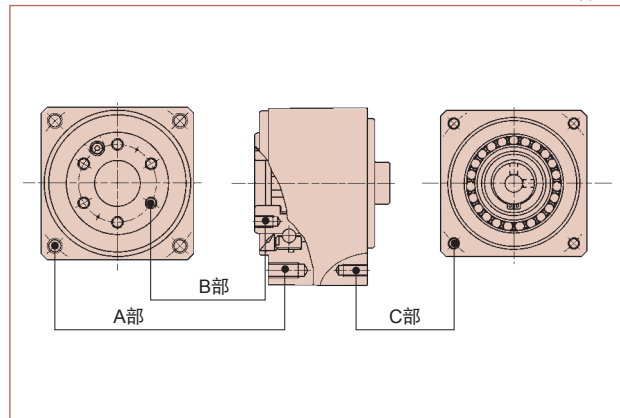
安装法兰（2XH-F）

图257-1



安装法兰（1U-CC-F）

图257-2



在轴输出上安装皮带轮、小齿轮时，不要对输出轴施加冲击。否则可能会引起减速机的精度下降或故障。

密封机构

为防止润滑脂泄漏以及维持Harmonic Drive的高耐久性，必须在电动机安装型上使用以下密封机构。

- 法兰装配面、嵌合部 O型环、密封剂。此时请注意平面是否歪斜以及O形环的啮合情况。
- 螺孔部 使用有密封效果的螺钉锁固剂（推荐使用Loctite 242）或密封胶带。

密封部位和推荐密封方法

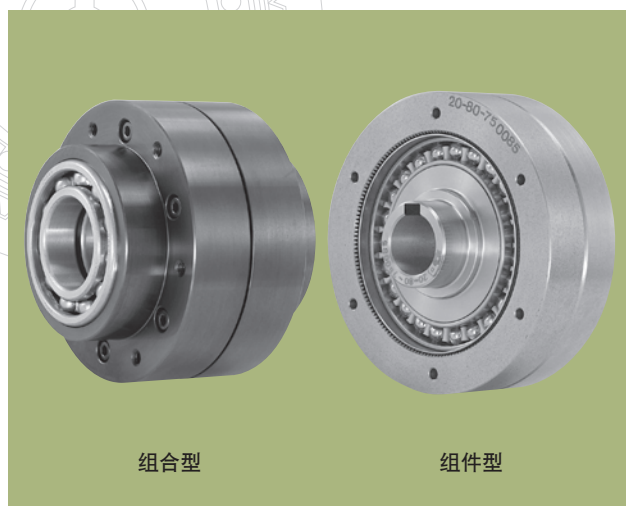
表258-1

必要密封部位		推荐密封方法
输入侧	法兰装配面	O型环的使用（附带本公司产品）
	电动机输出轴	请选用带油封的O型环。无油封时，请在电动机安装法兰上安装油封。

FD系列

Differential Gear FD

特点	170
旋转方向和减速比	171
型号·符号	172
使用方法	
• 使用示例	173
• 组装示例	174
• 差动齿轮和Harmonic差动齿轮的不同点	175
• 设计示例	176
• 齿轮选定资料	176
• 计算示例	177
技术数据	
• 额定表	178
• 组合型 (FD-0) 外形图	179
• 组合型 (FD-0) 尺寸表	179
• 组件型 (FD-2) 外形图	180
• 组件型 (FD-2) 尺寸表	180
• 效率特性	181
• 转动惯量	181
• 容许最大转数	181
• 空转和弹簧常数	182
设计指南	
• 安装注意事项	183
• 组装注意事项	183
• 润滑	183



组合型

组件型

差动齿轮FD系列

差动齿轮FD系列应用了Harmonic Drive的独特动作原理，是一种可以在运转过程中实施相位及定时微调的超紧凑型差动装置。

FD系列的构成部件与薄饼组件型相同，为4件。组合型的机壳能够确保直接安装传递用齿轮、皮带轮等。

FD系列的特点

- 把差动机构组合成一个单元，便于组装至装备
- 部件数量仅为4件，且安装在同轴上
- 齿隙极小，不必进行组装调整，大幅节省组装成本
- 调整轴和输出的减速比较大，除了易于实施微小的高精度位置调整外，调整轴所需的转矩也可做到很小

FD系列的结构

图290-1

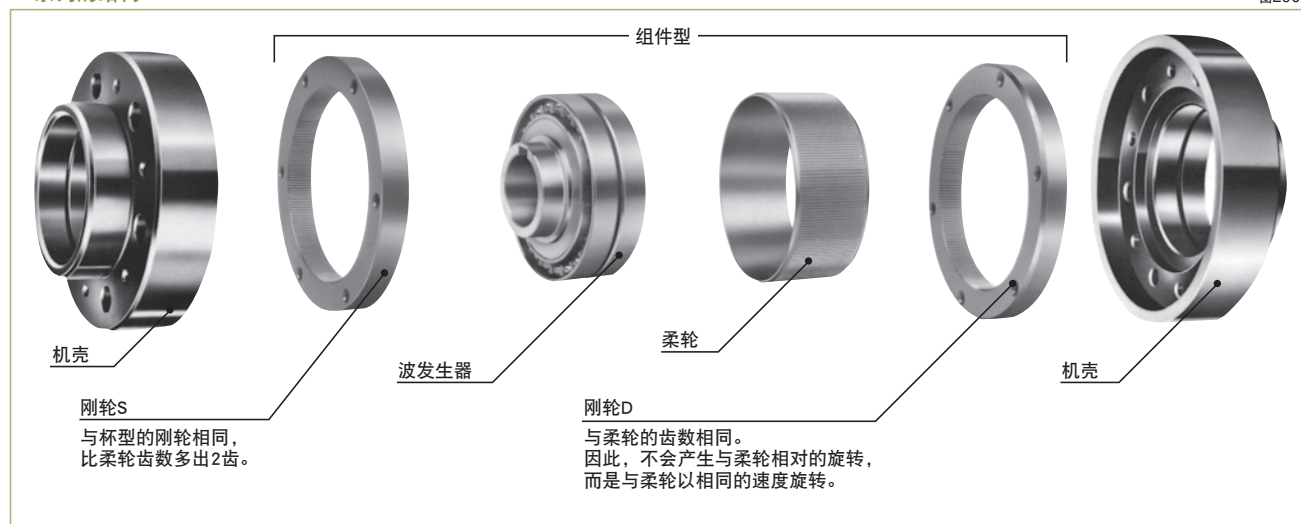
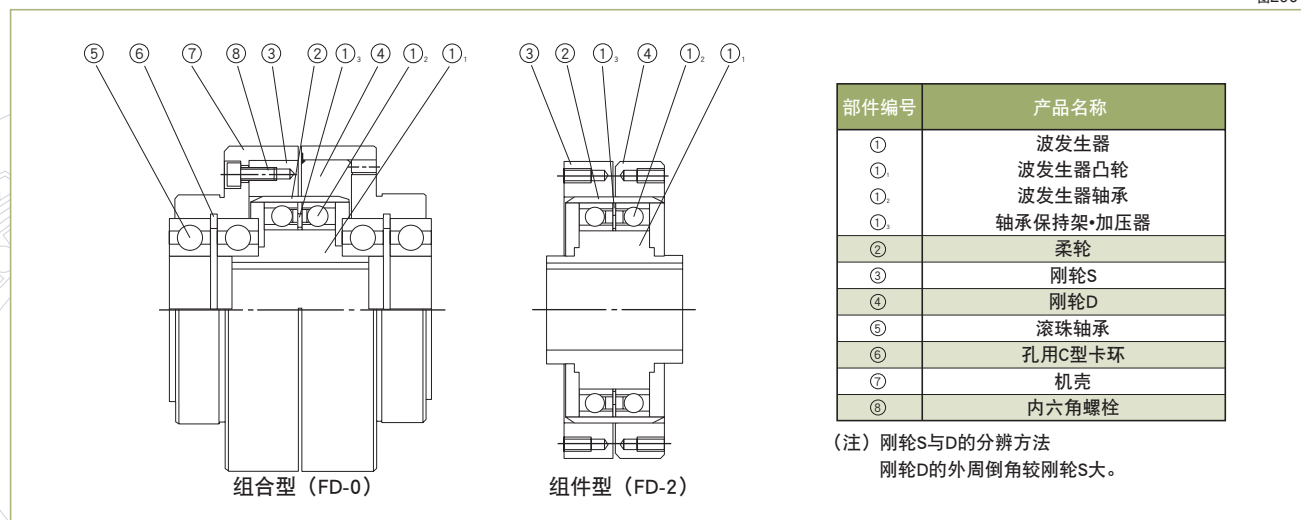


图290-2



旋转方向和减速比

旋转方向与FB系列相同。

此时，特别针对其作为差动装置的使用方法进行说明。

(R为额定表的减速比值。)

图291-1

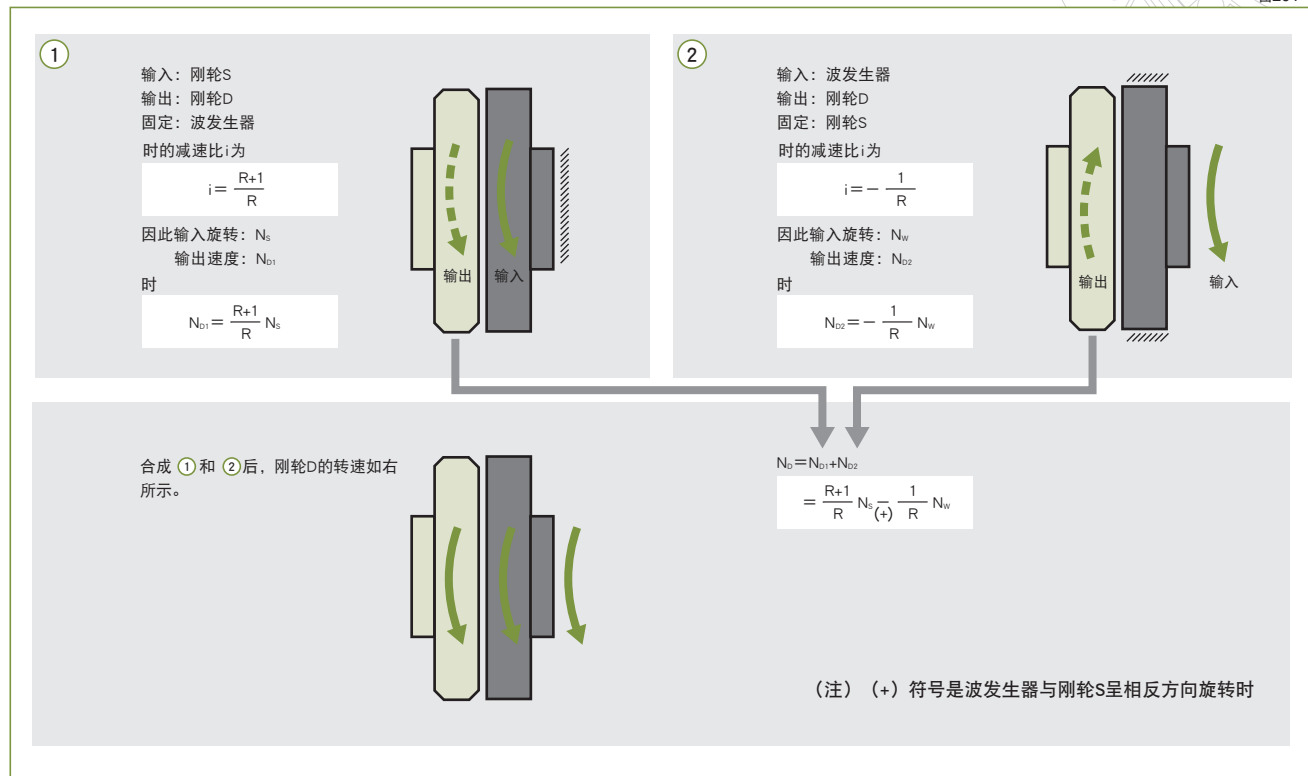
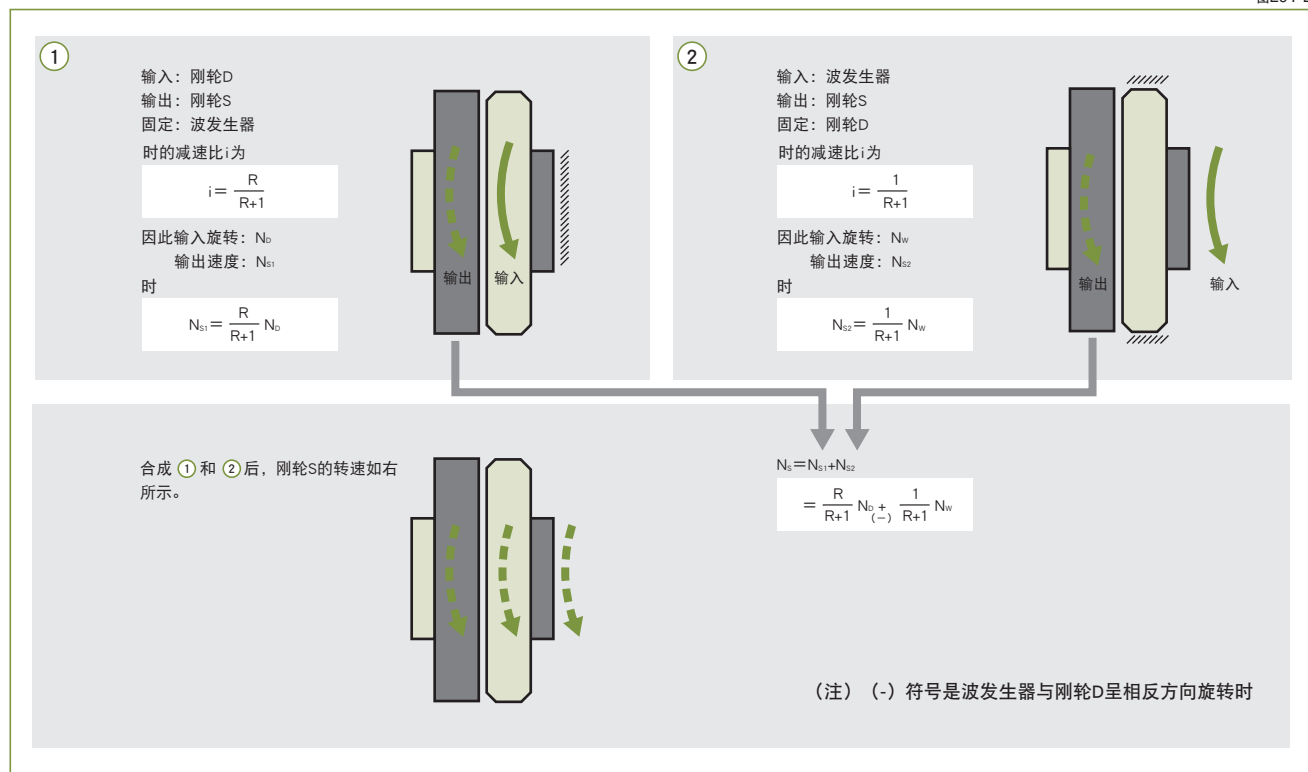


图291-2



FD - 20 - 80 - 0 - G

表292-1

机型名称	型号	减速比 注1																型式	
FD	20	-	80	-	-	100	-	-	-	128	-	-	-	-	160	-	-	-	-
	25	-	80	-	-	100	-	-	120	-	-	-	-	-	160	-	200	-	-
	32	78	-	-	-	100	-	-	-	-	131	-	157	-	-	200	-	-	260
	40	-	80	-	-	100	-	-	-	128	-	-	-	-	160	-	200	-	258
	50	-	80	-	-	100	-	-	120	-	-	-	-	-	160	-	200	-	242
	65	78	-	-	-	-	104	-	-	-	-	132	-	158	-	-	-	208	-
	80	-	80	-	96	-	-	-	-	128	-	-	-	-	160	194	-	-	258
	100	-	80	-	-	100	-	-	120	-	-	-	-	-	160	-	200	-	242
																			320
																			320

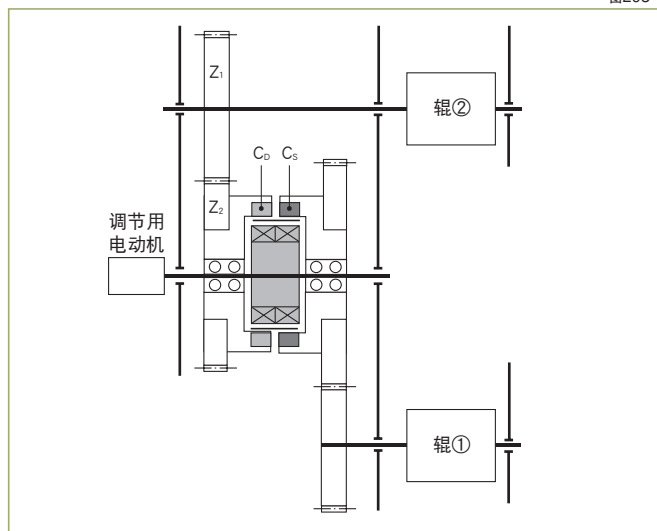
注1: 减速比表示的是输入: 波发生器, 固定: 刚轮S, 输出: 刚轮D时的情况。

使用方法

使用示例

■ 相位调整

图293-1



调节2个辊相位的装置通常是向调节用电动机施加制动，通过主驱动使其按照辊①→C_s→C₀→辊②的系统旋转，此时如需调节辊②相对于辊①的相位，则要使调节用电动机旋转。调节后停止调整用电动机，使辊②返回最初旋转的状态。

[计算公式]

调节用电动机将固定时辊②的旋转速度设为N₀。

现在，通过N_w使调节用电动机旋转后，辊②的转速N的计算公式为

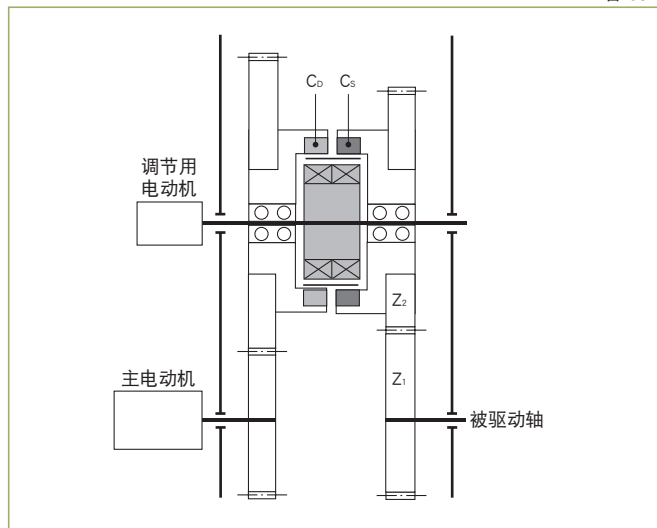
公式293-1

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) N_w$$

（波发生器与刚轮呈相同方向旋转时符号为（-），呈相反方向旋转时符号为（+）。

■ 微动调整

图293-2



这是一种在需要微小地改变被驱动轴的速度和定时时，无需改变主电动机的转速，而通过调节用电动机实施调节的方法。

[计算公式]

调节用电动机固定时被驱动轴的转速计算公式为

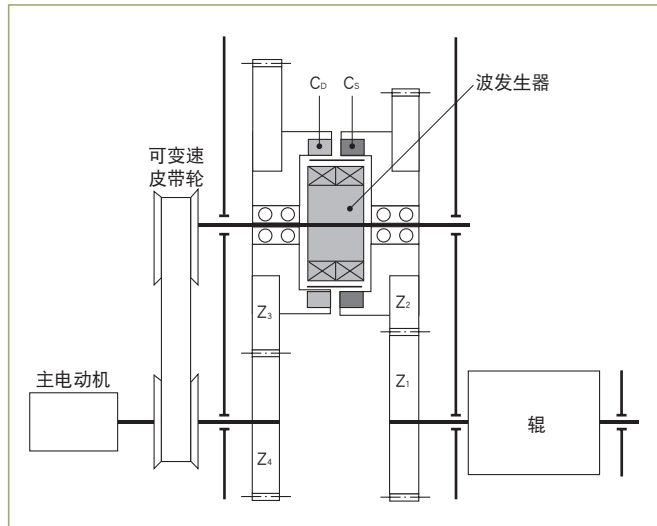
公式293-2

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R+1} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) N_w$$

（波发生器与刚轮呈相同方向旋转时符号为（+），呈相反方向旋转时符号为（-）。

■ 连续动作调整

图293-3



使辊的转速可以微小连续变化的装置。主电动机的旋转包括以下两种路径

①Z₄→Z₃（C₀）→Z₂（C_s）→Z₁→辊传递路径

②可变速皮带轮→波发生器→C_s（Z₂）→Z₁→辊传递路径，通过方法②实现辊的速度变化。

[计算公式]

现在，可变速皮带轮旋转为0时通过主电动机旋转，辊的旋转速度设为N₀。

此时，可变速皮带轮，即波发生器旋转从N₁变化为N₂后，辊的转速N的计算公式为

公式293-3

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R+1} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) (N_1 \sim N_2)$$

（波发生器与刚轮呈相同方向旋转时符号为（+），呈相反方向旋转时符号为（-）。

组装示例

■裁纸装置

右图展示的是一般应用示例，可在如下所示的机构部上使用。

工作概要

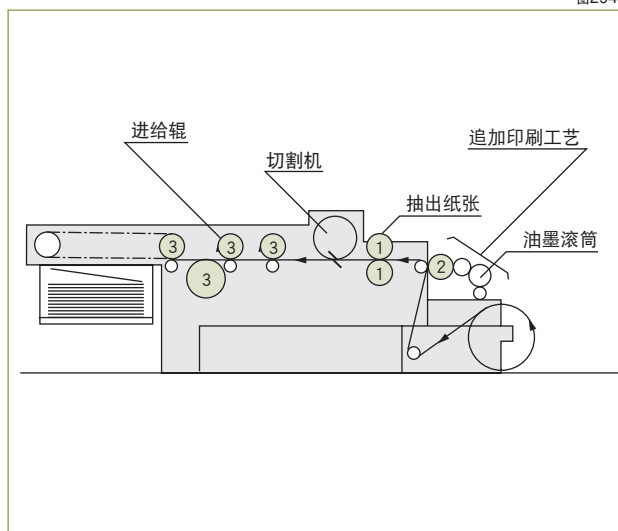
以切割机的旋转为基准，使辊子①、②、③联动。②在已印制好的纸上追加印刷，从①处抽出纸张。此时在②中调整印刷偏移。

①通过②将已印制的纸张调整至可裁切的正确位置。

在①的基础上对③进行调整。

如果在以上装置的①、②、③部分组装上Harmonic差动齿轮，则装置不停机即可实现各辊子间的互换。

图294-1



■印刷机（薄膜状材料）

在伸缩材料上印刷时，以下装置不可或缺。

- 1.调整由于伸缩带来印刷偏移的装置。
- 2.为保证薄膜上不出现褶皱，总能保持张力的装置。

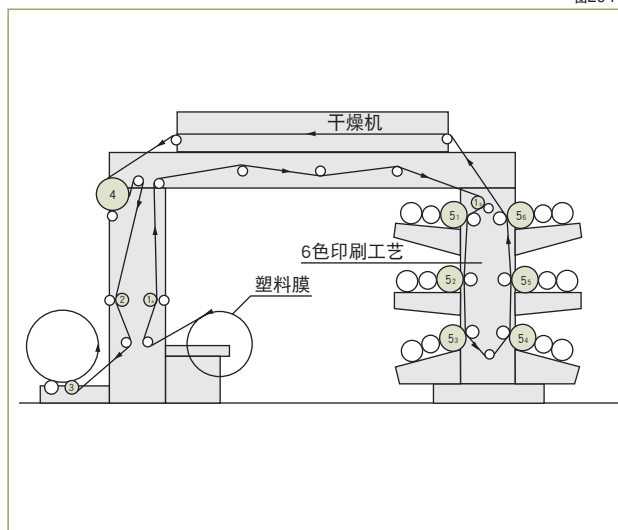
工作概要

在①中抽出薄膜状材料。

为保证①₁—①₂间的薄膜没有褶皱，在①₁预先施加一定张力。在②向①₂—②间的薄膜施以张力，防止在⑤的印刷工艺中产生松弛。⑤是印刷辊子，当6色印刷时⑤₁~⑤₆全部使用。以⑤₁为基准调整⑤₂、根据⑤₂调整⑤₃，然后通过Harmonic差动齿轮对⑤₄⑤₅⑤₆进行调整。

在以上从①₁到⑤₆的各辊中组装Harmonic差动齿轮。

图294-2



差动齿轮和Harmonic差动齿轮的不同点

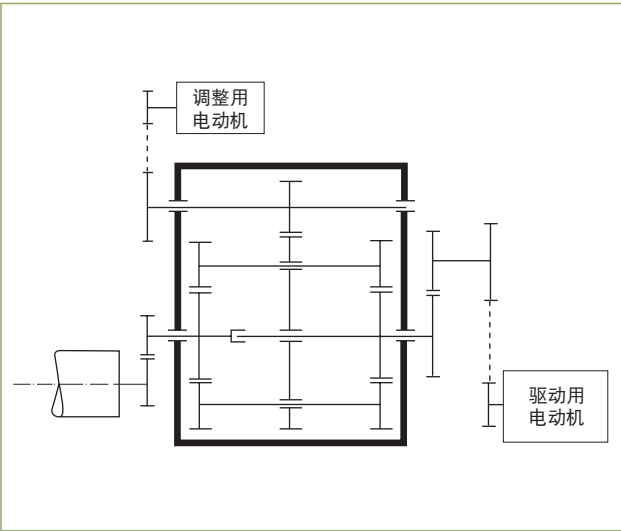
表295-1

差动齿轮	Harmonic差动齿轮
由于差动装置部位需要较多的齿轮，因此装置变大、设计困难，不易组装。	Harmonic差动齿轮本身自带差动机构，设计紧凑，组装也十分简单。
使用行星齿轮后齿隙会变得非常大，位置及定时精度难于确保。	由于齿隙非常小，可实现准确的定位。
与Harmonic差动齿轮相比也不易实施细微调整。	由于拥有较大的减速比，可进行极微小的调整。
齿轮声音大。	极为安静。

右图所示的示例是某印刷机厂家使用的差动装置，由于使用Harmonic差动齿轮，实现了非常简单流畅紧凑的设计。

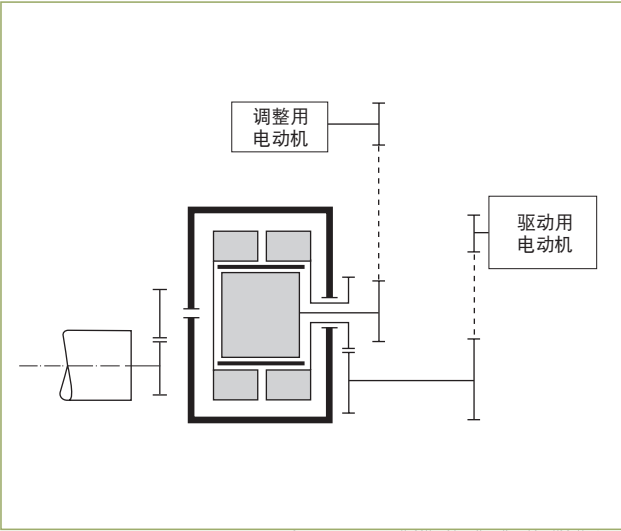
传统的差动装置

图295-1



使用Harmonic差动齿轮

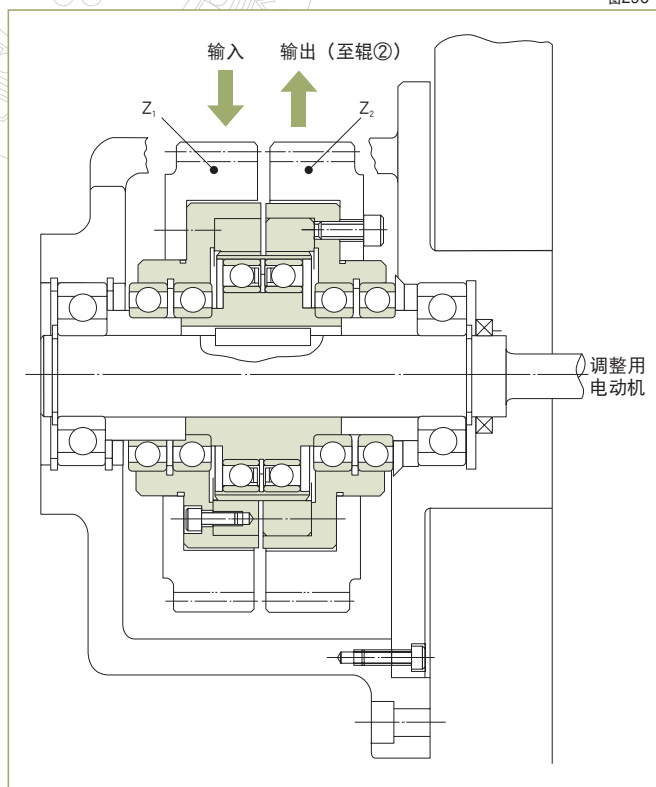
图295-2



设计示例

■ 多色印刷机 相位调整装置

图296-1



作为彩色印刷机辊的相位调整装置，该图是组装Harmonic差动齿轮的组合型（FD-0）的示例。

通常运转中，调整电动机被固定，进入 Z_1 的旋转基本上以1:1的比例传递给 Z_2 。仅需调整辊②的相位时，则转动调整用电动机使之产生微小的旋转差，从而实施相位调整。调整后，电动机停机后辊②会恢复到之前的转速。

齿轮选定资料

表示使 N_1 和 N_2 以相同转速，即 $i = \frac{N_2}{N_1} = 1$ 时，齿轮齿数 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 的选定资料。

$$\frac{N_2}{N_1} = i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdots \cdots (i) \quad \text{但是, } Z_5: \text{刚轮S的齿数} \\ Z_6: \text{刚轮D的齿数}$$

此时 $i_D = \frac{Z_D}{Z_S} \left(\text{即} \frac{R}{R+1} \right)$ 时

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot i_D$$

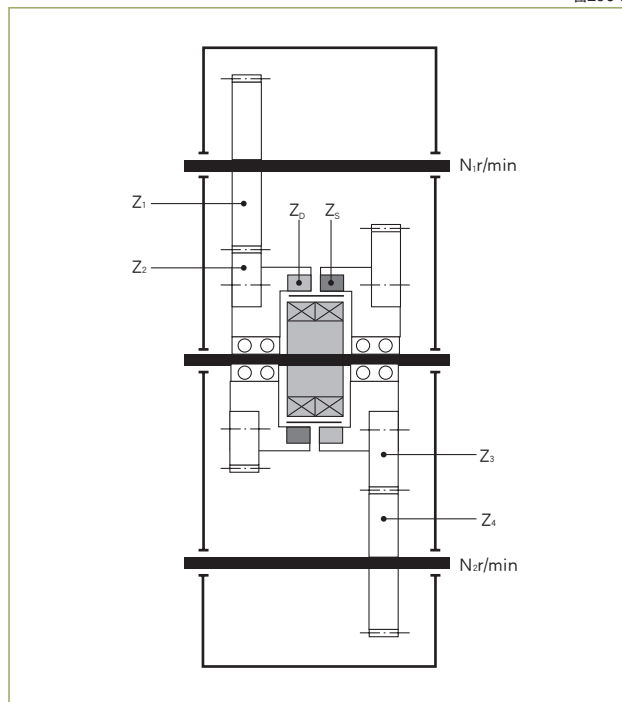
表296-1

i_D	$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$					
$\frac{80}{81}$	$\frac{18}{16} \cdot \frac{18}{20}$	$\frac{18}{16} \cdot \frac{27}{30}$	$\frac{15}{16} \cdot \frac{27}{25}$	$\frac{18}{20} \cdot \frac{27}{24}$	$\frac{21}{20} \cdot \frac{27}{28}$	$\frac{27}{26} \cdot \frac{39}{40}$
$\frac{120}{121}$	$\frac{22}{20} \cdot \frac{22}{24}$					
$\frac{128}{129}$	$\frac{15}{16} \cdot \frac{43}{40}$	$\frac{33}{32} \cdot \frac{43}{40}$	$\frac{43}{42} \cdot \frac{63}{64}$			
$\frac{160}{161}$	$\frac{14}{16} \cdot \frac{23}{20}$	$\frac{21}{20} \cdot \frac{23}{24}$	$\frac{23}{22} \cdot \frac{77}{80}$	$\frac{23}{25} \cdot \frac{35}{32}$		

(注)

1. 上述的齿数适用于将 Z_5 、 Z_6 如图所示配置时的情况。
2. 将齿数差设为 $Z_1 - Z_2 \leq 3$ 、 $Z_3 - Z_4 \leq 3$ 。
3. 在使用其他齿数时将 i_D 质数分解则更为便捷。
 $R=79$ 、 96 、 100 、 131 、 208 、 258 的 i_D 无法进行质数分解。

图296-2



计算示例

图297-1

以右图（图297-1）的使用示例为基础，计算各齿轮的齿数、转速、调整量和调整所需的转矩。

[使用条件]

在图297-1中	当辊子一周速度 $V = 60\text{m/min}$
	辊子周边长度 $L_w = 500\text{mm}$
	辊子转矩 $T_w = 7\text{kg-m}$
	驱动轴转速 $N_1 = 500\text{r/min}$
	辊子转速 $N_4 = \frac{V}{L_w} = \frac{60}{0.5} = 120\text{r/min}$

的条件下，选择差动齿轮的组合型（FD-0）的型号25速比 $R=80$ ，研究该型号是否适合以及齿数和调整转矩。

■各齿轮的齿数（选定 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 ）

$$\text{整体的减速比} i \text{ 为 } i = \frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{C_s}{C_o} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

$$\text{由此可得 } \frac{Z_2 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_3} = \frac{N_4 \cdot C_o}{N_1 \cdot C_s}$$

$$\text{此时 } \frac{N_4}{N_1} = \frac{120}{500} = \frac{2^3 \times 3 \times 5}{2^2 \times 5^3}$$

$$\frac{C_o}{C_s} = \frac{80}{81} = \frac{2^4 \times 5}{3^4}$$

所以

$$\frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{2^3 \times 3 \times 5}{2^2 \times 5^3} \times \frac{2^4 \times 5}{3^4} = \frac{2^5}{3^3 \times 5} = \frac{2^3}{3 \times 5} \times \frac{2^2}{3^2} = \frac{8}{15} \times \frac{4}{9} = \frac{16}{30} \times \frac{16}{36}$$

最后得出

$$Z_1=30、Z_2=16、Z_3=36、Z_4=16$$

■计算转速

各齿轮的转速如下所示。

$$Z_4: N_1 = 500\text{r/min}$$

$$Z_3: N_3 = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot N_1 = \frac{16}{36} \times 500 = 222.2\text{r/min}$$

$$Z_2: N_2 = \frac{C_s}{C_o} \cdot N_3 = \frac{81}{80} \times 222.2 = 225\text{r/min}$$

$$Z_1: N_4 = 120\text{r/min}$$

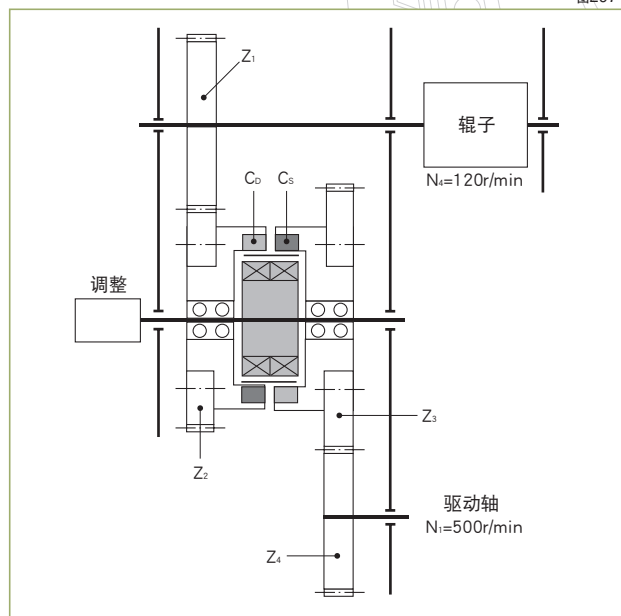
■调整量

现在，使调节用波发生器旋转一周（ 360° ）时在辊上的偏移（调整量） $\Delta\theta$ 为

$$\Delta\theta = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{1}{R} \cdot \theta = \frac{16}{30} \times \frac{1}{80} \times 360^\circ = 2.4^\circ$$

因此圆周上的调整量为

$$\Delta\theta = \frac{2.4^\circ}{360^\circ} \times 500\text{mm} = 3.3\text{mm}$$



■调整所需转矩

调整所需转矩 T 为

$$T = T_w \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\eta} = 7\text{kg-m} \times \frac{16}{30} \times \frac{1}{80} \times \frac{1}{0.6} = 0.07\text{kg-m}$$

(η : 效率)

额定表

各转速下的额定转矩如下所示。

表298-1

转速 r/min		3500		2850		1750		1450		1150		960		870		750		600		500	
型号	减速比	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm
20	80	29	3.0	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1
	100	30	3.1	31	3.2	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7
	128	31	3.2	34	3.5	42	4.3	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4
	160	32	3.3	35	3.6	42	4.3	45	4.6	48	4.9	49	5.0	49	5.0	49	5.0	49	5.0	49	5.0
25	80	46	4.7	50	5.1	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8
	100	49	5.0	53	5.4	67	6.8	67	6.8	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1
	120	52	5.3	55	5.6	70	7.1	70	7.1	80	8.2	82	8.4	89	9.1	91	9.3	96	9.8	96	9.8
	160	54	5.5	57	5.8	71	7.2	73	7.4	80	8.2	83	8.5	89	9.1	92	9.4	98	10	108	11
32	200	55	5.6	59	6.0	71	7.2	74	7.5	80	8.2	84	8.6	89	9.1	92	9.4	98	10	108	11
	78	98	10	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11
	100	108	11	118	12	137	14	147	15	157	16	157	16	157	16	157	16	157	16	157	16
	131	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	206	21
40	157	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
	200	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
	260	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
	80	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20
50	100	235	24	245	25	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27
	128	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	372	38	372	38	372	38
	160	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
	200	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
65	258	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
	80	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36
	100	441	45	470	48	549	56	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57
	120	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	666	68	666	68	666	68	666	68	666	68
80	160	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
	200	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
	242	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
	78	—	—	—	—	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78
100	104	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1190	121	1190	121	1190	121	1190	121	1190	121
	132	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	158	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	208	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
120	260	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	80	—	—	—	—	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140
	96	—	—	—	—	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184
	128	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2710	277	2710	277	2710	277
160	160	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	194	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	258	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	320	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
200	80	—	—	—	—	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252
	100	—	—	—	—	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380
	120	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	4740	484	4740	484	4740	484
	160	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
242	200	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
	242	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
	320	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584

(注) 1. 转速：作为减速装置使用时波发生器的转速。

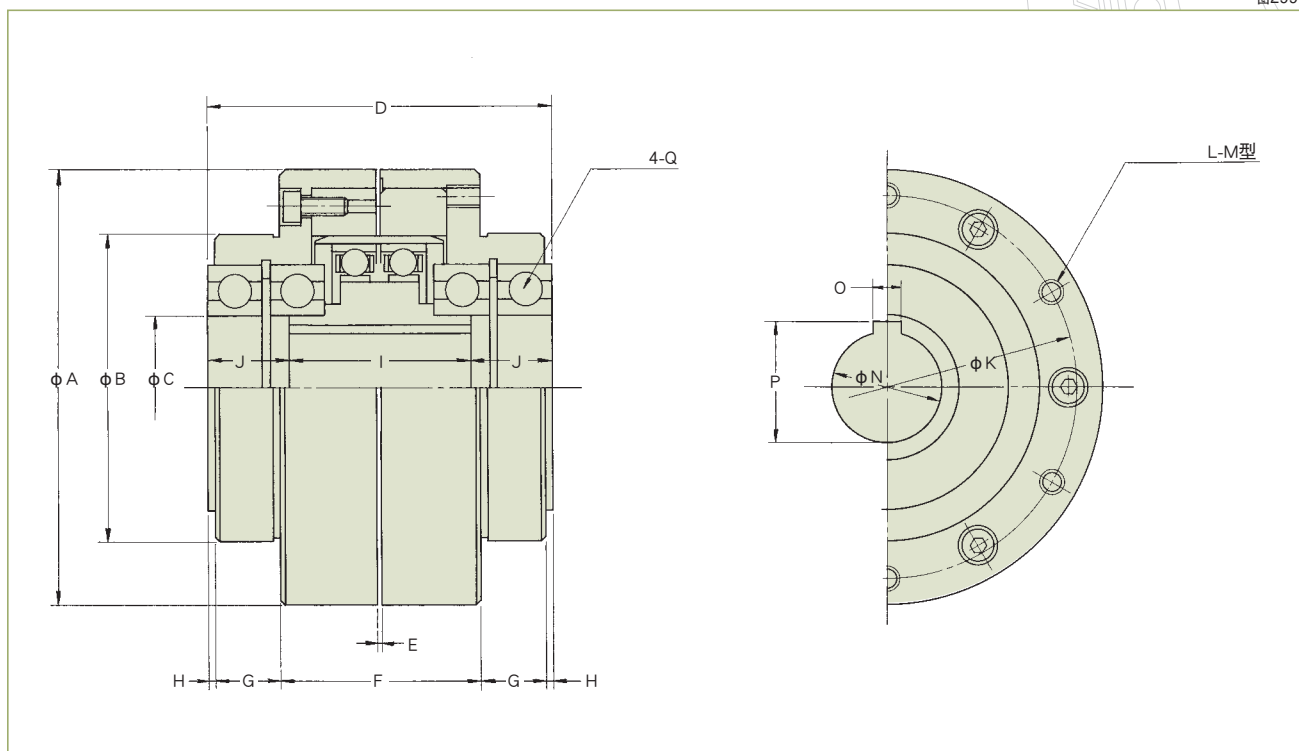
作为差动齿轮装置使用时波发生器和刚轮的相对转速。

2. 低于500r/min转速时的转矩与500r/min时的转矩相同。

3. 瞬间容许负载转矩为转速1,450r/min时转矩的200%。

组合型 (FD-0) 外形图

图299-1



组合型 (FD-0) 尺寸表

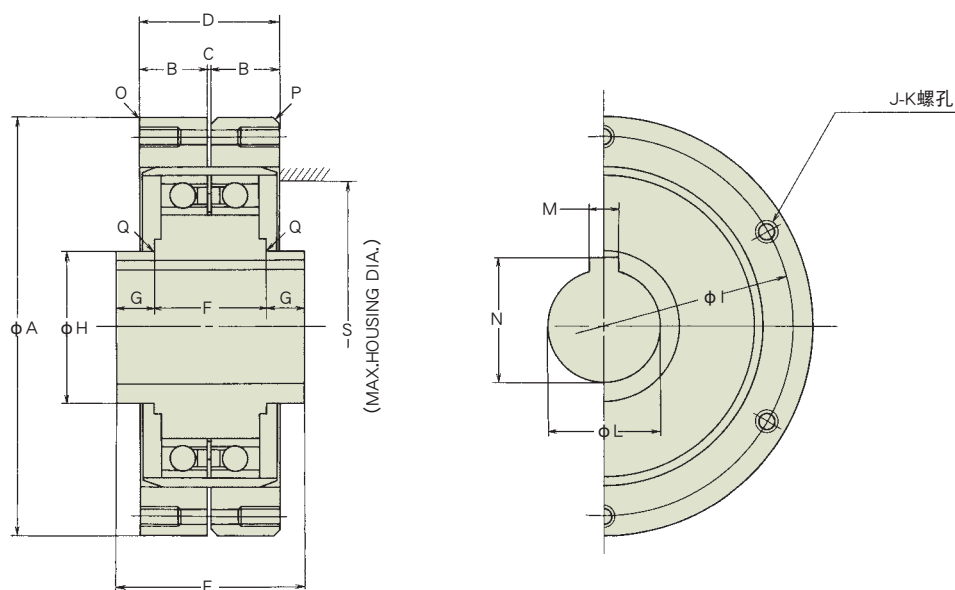
表299-1
单位: mm

符号	型号	20	25	32	40	50	65	80	100
ϕA		85	95	120	145	185	235	290	360
ϕB_{H7}		52	65	85	100	125	140	180	210
ϕC		20	30	40	50	60	70	90	110
D		73	81	95	113	132	147	178	212
E		1	1	1	1	1	1	1	1
F		44	45	55	65	80	117	129	155
G		12.5	16	18	20	22	12	21.5	25.5
H		2	2	2	4	4	3	3	3
I		38	40	50	68	78	87	106	130
J		17.5	20.5	22.5	22.5	27	30	36	41
ϕK		70	80	105	125	155	195	240	290
L		6	6	6	6	6	6	8	8
M		M4×7	M5×8	M6×9	M8×11	M10×13.5	M12×23	M12×23	M14×27
ϕN_{H7}		12	20	30	35	40	50	65	80
O_{Js9}		4	6	8	10	12	14	18	22
P		13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69.4	85.4
Q		#6004	#6006	#6008	#6010	#6012	#6014	#6018	#6022
重量 (kg)		2.0	2.6	5.0	8.3	17	34	59	118

●由于零部件的制造方法（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。

组件型 (FD-2) 外形图

图300-1



组件型 (FD-2) 尺寸表

表300-1
单位: mm

符号	型号	20	25	32	40	50	65	80	100
ΦA_{g7}		70	85	110	135	170	215	265	330
B		12	14	18	21	26	35	41	50
C		1	1	1	1	1	1	1	1
D		25	29	37	43	53	71	83	101
E		38	40	50	68	78	87	106	130
F		21.5	25	30	44	54	59	74	92
G		8.25	7.5	10	12	12	14	16	19
ΦH_{j6}		20	30	40	50	60	70	90	110
ΦI		60	75	100	120	150	195	240	290
J		6	6	6	6	6	6	8	8
K		M3×6	M4×8	M5×10	M6×12	M8×16	M10×20	M10×20	M12×24
ΦL_{h7}		12	20	30	35	40	50	65	80
M_{js9}		4	6	8	10	12	14	18	22
N		13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69	85.4
O_c		0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
P_c		1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2
Q_R		0.5	1	1	1	2	1	1.5	2
S		42	53	69	84	105	138	169	211
重量 (kg)		0.6	1.0	2.0	3.6	7.2	14	26	48

●由于零部件的制造方法（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。

效率特性

差动齿轮的组合型（FD-0）效率会因动力传递路径的不同而有所差异。

(1) 从刚轮S（或D）向刚轮D（或S）传递旋转时的效率

油润滑时：约90%
润滑脂润滑时：约80%

(2) 计算用于相位调整的波发生器所需的输入转矩时或作为减速装置使用时的效率，请参照表301-1。

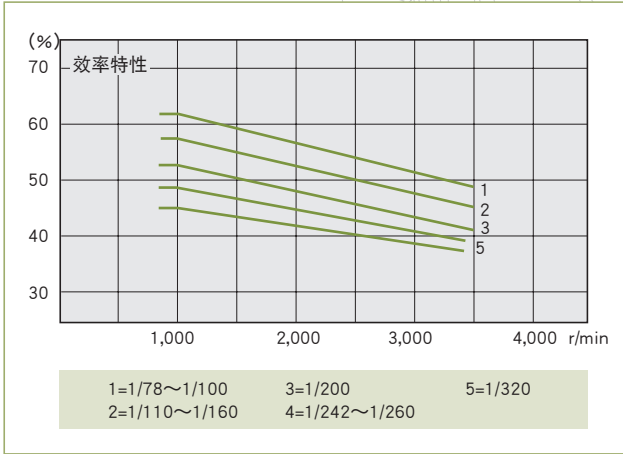
表301-1

负载转矩	额定表所示的额定转矩
润滑条件	油润滑（油温约40℃）

(注) 使用润滑脂润滑时，效率还将降低约10%。

效率

图301-1



转动惯量

各部件的GD²参见表301-2所示的数值。

表301-2
单位 (× 10⁴kgm²)

型号	20	25	32	40	50	65	80	100
I 波发生器（除轴承外殼外）	1.44	3.63	12.9	37.0	112	366	1020	3050
II 刚轮S・D 波发生器轴承的外轮	13.7	33.8	125	326	1020	3440	9270	27000
III I+II	15.2	37.5	138	363	1140	3810	10300	30100
IV 支撑轴承（4个）	2.91	8.98	23.4	451	104	205	646	1590
V 机壳（左右机壳合计）	52.6	69.0	204	484	1660	6220	15700	43200

容许最大转速

这里所指的容许最大转速是指

1. 作为减速装置使用时波发生器的转速。
2. 作为差动齿轮装置使用时波发生器和刚轮的相对转速。

(1) 油润滑时

表301-3
单位r/min

型号	20	25	32	40	50	65	80	100
容许最大转速	6000	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000

(2) 润滑脂润滑时

表301-4
单位r/min

型号	20	25	32	40	50	65	80	100
容许最大转速	3600	3600	3600	3300	3000	2200	2000	1700

空转和弹簧常数

空转和弹簧常数的定义请参见《Harmonic Drive组件型产品综合目录》的相关内容。差动齿轮型的空转和弹簧常数是指在固定波发生器和刚轮的一侧，并向刚轮的另一侧施加转矩时的数值。

表302-1

型号	空转 (arc min)		弹簧常数 (kgfm/arc min)	
	±负载 (kgm)	标准品 (max.)	负载 (kgm)	弹簧常数
20	0.12	40	3.69	0.9
25	0.23	37	7.20	2.1
32	0.46	35	15.78	4.4
40	0.92	33	29.50	7.8
50	1.73	29	57.60	16
65	3.9	27	126.7	27
80	7.4	26	236.2	52
100	14.4	24	460.8	100

设计指南

安装注意事项

对于将组件型（FD-2）作为差动齿轮装置使用时的机壳以及轴承等的安装，请依据组合型（FD-0）标准执行。

组装注意事项

由于组装时的错误，Harmonic Drive在运转时可能发生振动、异响等。
组装注意事项请依据FB系列标准执行。

润滑

润滑方式分为油润滑和润滑脂润滑2种。
油润滑为普遍使用的润滑方式，但根据使用条件的不同，也可以使用润滑脂润滑。

油润滑

1. 润滑油的种类
润滑剂的详情请参照第016页。

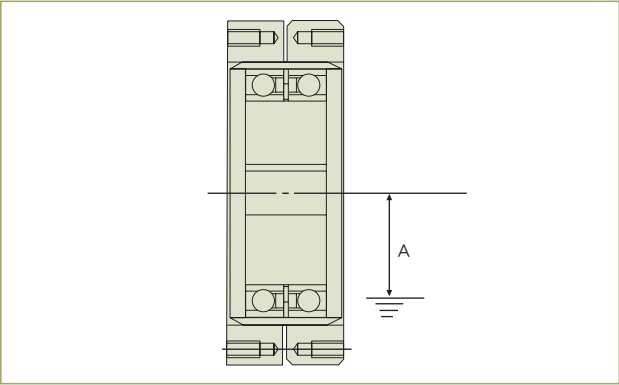
2. 油量
油面位置请参考表303-1的数值。

油面位置

表303-1

型号	20	25	32	40	50	65	80	100
A	12	15	31	38	44	62	75	94

图303-1



润滑脂润滑

润滑脂润滑与油润滑的情况不同，它不具备冷却效果，因此在只能在运转时间较短时使用。

- 使用条件：ED%…… 10%以内、续运转10分钟以内、输入转速低于表301-4所示的转速
- 推荐润滑脂：“Harmonic润滑脂 SK-1A”

（注）超过ED%或容许最大转速使用时，可能造成润滑脂劣化、影响润滑机能，进而提前损伤减速机的后果。请充分注意。
此外，组合型（FD-0）中还有润滑脂封入型（日本矿油力派克MP No.2：日本矿油）可供选择，订货时请指定规格。

关于保修

Harmonic Drive的保修期及保修范围规定如下：

■ 保修期

以产品目录记载的正常组装状态及润滑状态下使用为前提，保修期为交货后的一年时间或该产品运行时间达到2,000小时两者中最先达到的时间。

■ 保修范围

在上述保修期内，因本公司制造缺陷导致故障时，由本公司负责对本产品进行维修或更换。
但以下情况不在保修范围内。

- ①因客户不当操作或违规使用导致故障的。
- ②非本公司实施的改造或修理导致故障的。
- ③非本产品原因导致故障的。
- ④天灾等非本公司责任导致故障的。

而且，这里所说的保修是指对本产品的保修。

对于因本产品故障引发的其它损失、与在设备上拆装相关的工时、费用等，不在本公司负责范围内。

关于商标

“Harmonic Drive”的学术、一般名称为“谐波齿轮传动”，以下商标在日本国内注册。

HarmonicDrive® ハーモニクスドライブ	HarmonicPlanetary® ハーモニクスプラネタリー	Harmonicsyn® ハーモニクスシン
HarmonicLinear® ハーモニクスライン	AccuDrive® アキュドライブ	BEAM SERVO® ビームサーボ

安全使用Harmonic Drive组件型&组合型的注意事项

 **警告：**表示操作错误可能会导致人员死亡或负重伤。

 **注意：**表示操作错误可能会导致人员受伤及财产损失。

用途限制：本产品不能用于以下用途。

- | | | | |
|-------------|----------|--------|-------------|
| *航天设施 | *航空设施 | *原子能设施 | *家用电器、设备 |
| *真空设备 | *汽车设备 | *游戏设施 | *直接作用于人体的设备 |
| *以运送人为目的的设备 | *特殊环境用设备 | | |

用于上述用途时，请预先咨询授权代理商。

将本产品用于与人的生命相关的设备及可能会产生重大损失的设备时，请安装即使因破坏而导致不能控制输出端，也不会发生事故的安全装置。

设计注意事项 进行设计时，请务必阅读产品目录。

 注意	请在规定环境下使用。 ●使用Harmonic Drive时，请遵守以下条件。 环境温度：0~40℃ 不溅到水、油等 无腐蚀性、爆炸性气体 无金属粉尘等灰尘	 注意	请使用规定的方法进行安装。 ●组装方法、顺序，请按产品目录正确实施。 ●拧紧方法（使用螺栓等），请遵守本公司建议。 ●如未正确组装，运转时可能会导致振动、缩短使用寿命、精度下降、损坏等故障。
 注意	请根据规定精度实施安装。 ●请正确设计、组装各种部件，确保其能够达到产品目录中的推荐安装精度。 ●达不到规定精度可能会导致振动、缩短使用寿命、精度下降、损坏等故障。	 注意	请使用规定的润滑剂。 ●不使用本公司推荐的润滑剂，可能会缩短产品的使用寿命。此外，请按规定的条件更换润滑剂。 ●组合型产品已预先封入润滑脂。请不要混入其它润滑脂。

使用注意事项 执行运转时，请务必阅读产品目录。

 注意	请小心取用产品及部件。 ●请勿使用锤子等用力敲打各部件及组合单元。此外，请确保不会因坠落等原因导致裂纹、伤痕等。否则会导致产品破损。 ●在破损状态下使用时，无法保证其性能。还可能会导致损坏等故障。	 注意	使用时，请勿超出容许转矩。 ●施加转矩请不要超出瞬间容许最大转矩。否则可能会出现拧紧部螺栓松动、产生晃动、破坏等，导致产品故障。 ●如果输出轴直接连接关节臂等，有可能因关节臂碰撞而导致破损，输出轴不能控制。
 注意	请勿变更部件配套。 ●本产品的各部件是配套加工而成。 - 混同其它套件使用时，无法保证其能够发挥特定性能。	 注意	请勿拆解组合型产品。 ●严禁对组合型产品实施拆解、重新组装。否则，将无法恢复其原有性能。

润滑剂的使用

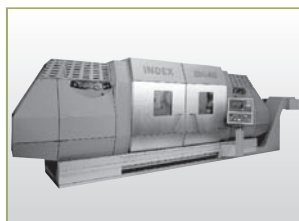
 警告	安装注意事项 ●溅入眼睛可能会引起炎症。操作时，请佩戴防护眼镜等，避免溅入眼睛。 ●接触皮肤可能会引起炎症。操作时，请佩戴防护手套等，避免接触到皮肤。 ●请勿吞食（会引起腹泻、呕吐等）。 ●打开容器时，请注意不要划伤手指。请戴好防护手套。 ●请放在儿童够不到的地方。 应急处理 ●万一溅入眼睛，请立即使用清水冲洗15分钟，并接受医生的治疗。 ●万一接触到皮肤，请使用水及肥皂充分清洗。 ●万一发生吞食，请不要用力让其呕吐，应立即接受医生的治疗。	 注意	废油、废容器的处理 ●法令规定了使用者有义务实施的处理方法。请按照相关法律法规进行正确处理。 - 不清楚时，请先咨询授权代理商，然后再做处理。 ●请勿对空的容器施加压力。施加压力可能会导致其破裂。 ●请勿对容器进行焊接、加热、开孔或裁切。否则，可能会发生爆炸，里面的残留物会起火燃烧。
		 注意	保管方法 ●使用后，请将其密封好，防止灰尘、水分等混入。请在背阴处保存，避免阳光直射。 ●对于长期库存的产品，建议确认性能及防锈是否做好。 ●表面处理的详情请参阅交货图纸。
		 注意	关于报废 请按工业废弃物标准进行处理。 ●报废时，请按工业废弃物进行处理。

主要采用市场

The main adoption markets



金属机床
Metal Working Machine



金属加工机械
Processing Machines



测定·分析·试验设备
Measurement, Analytical and Test Systems

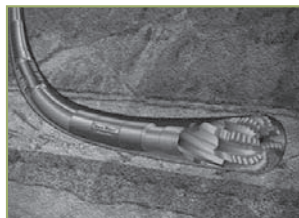


医疗机械
Medical Equipment



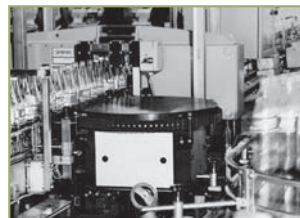
望远镜
Telescopes

提供：大学共同利用机关法人国立天文台



能量相关
Energy

Courtesy of Halliburton/Sperry Drilling Services



包装·装箱设备
Crating and Packaging Machines



通信设备
Communication Equipment

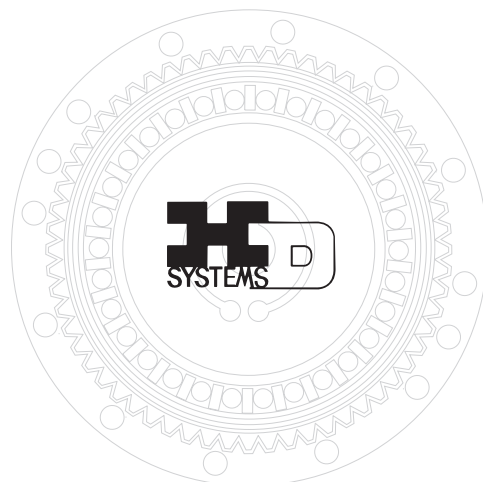


航天设备
Space Equipment

Rover image created by Dan Maas, copyrighted to Cornell and provided courtesy NASA/JPL-Caltech.



机器人
Robots



玻璃·陶瓷制造装置
Glass and Ceramic Manufacturing Systems

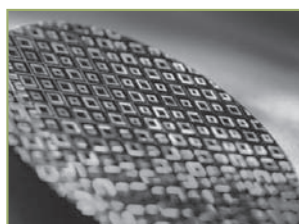


人型机器人
Humanoid Robots

提供：本田技研工业株式会社



印刷·装订·纸品加工机械
Printing, Bookbinding and Paper



半导体制造装置
Semiconductor Manufacturing Systems



光学相关机械
Optical Machines



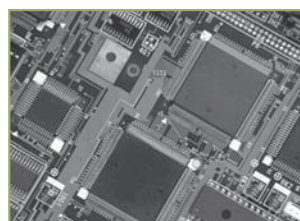
木材·轻金属·塑料加工机床
Wood, Light Metal and Plastic Machine Tools



制纸机械
Paper-making Machines



FPD制造装置
Flat Panel Display Manufacturing Systems



印刷电路制造装置
Printed Circuit Board Manufacturing Machines



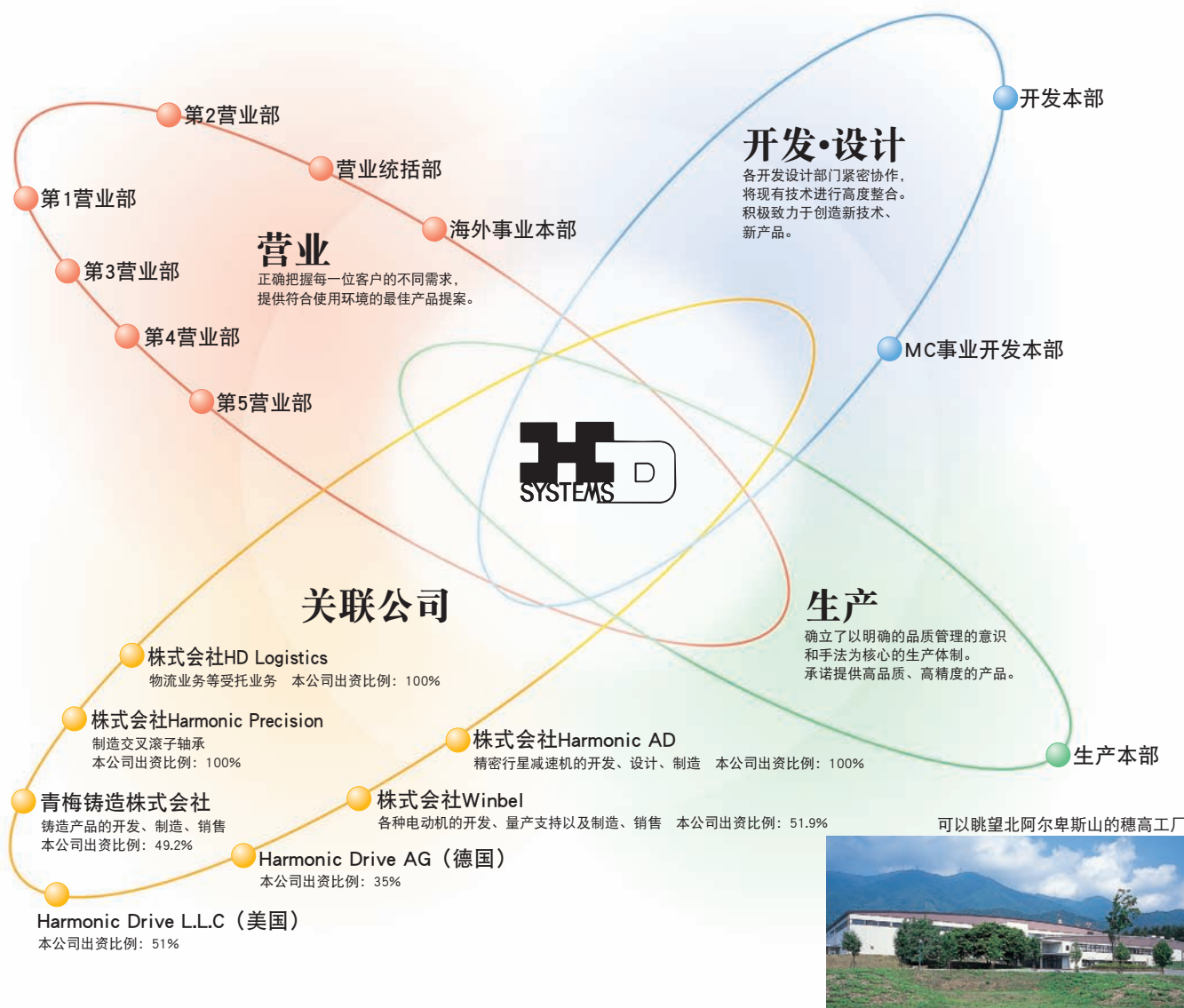
航空器相关
Aircraft

精密控制领域的专家

开发、设计、生产、营业各部门紧密协作，
打造出满足客户需求且独具特色的产品。



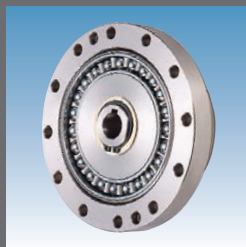
本公司在 1995 年获得了德国认证机构 TUV Product Service 的 [ISO 9001] 质量管理 和质量保证的国际标准认证，并在 1998 年通过了 TUV Product Service 的 [ISO 14001] 环境管理体系的国际标准 认证。本公司的质量保证体制和环境管 理体系得到世界各国广泛认可。



OTHER PRODUCTS

Harmonic Drive

仅由3个基本部件构成的Harmonic Drive减速机通过独特的机理实现了精密的运动控制。



Harmonic Planetary®

将累积的Harmonic Drive精密加工技术运用到低减速比领域而研制出的高精度、高刚性的行星减速机Harmonic Planetary®。具备独特的齿隙去除机构，实现了较高的旋转精度。



线性运动

将精密螺钉和Harmonic Drive进行紧凑组合而成的线性执行元件。包括高精定位用产品、高推力用产品以及丰富的系列产品。



Galvano式扫描仪

以本公司独有的小型电动机以及光学传感器技术为基础开发出的Galvano式扫描仪。通过高响应、高精度的扫描仪实现了顺畅的光学扫描。





哈默纳科（上海）商贸有限公司

上海市长宁区天山路641号上海慧谷白猫科技园1号楼206室 邮编：200336

电话：021-6237-5656 传真：021-3250-7268

<http://www.harmonicdrive.net.cn/>

**Harmonic
Drive
Systems** | **Inc.**

1856-1 Hotakamaki, Azumino-shi,

Nagano 399-8305 JAPAN

PHONE: +81-(0)263-83-6935 FAX: +81-(0)263-83-6901

<http://www.hds.co.jp/>

以下商标在日本国内已注册。

HarmonicDrive® ハーモニックドライブ	HarmonicPlanetary® ハーモニックプラネタリー	Harmonicsyn® ハーモニックシン
HarmonicLinear® ハーモニックライン	AccuDrive® アクイドライブ	BEAM SERVO® ビームサーボ

ISO 14001 (穂高工厂) / 取得ISO 9001认证 (TÜV SÜD Management Service GmbH)

本公司保留在不预先通知的情况下更改本产品目录中记载的规格、尺寸等的权利。
“Harmonic Drive” 的学术、一般名称为 “谐波齿轮传动”。

本产品目录数据截止于2013年5月。