

Sumitomo Drive Technologies
Always on the Move

MC Drives
精密控制传动装置

FINE CYCLO®
F4C-D系列



Cat. No. F2002C-1.2
2019年02月印刷

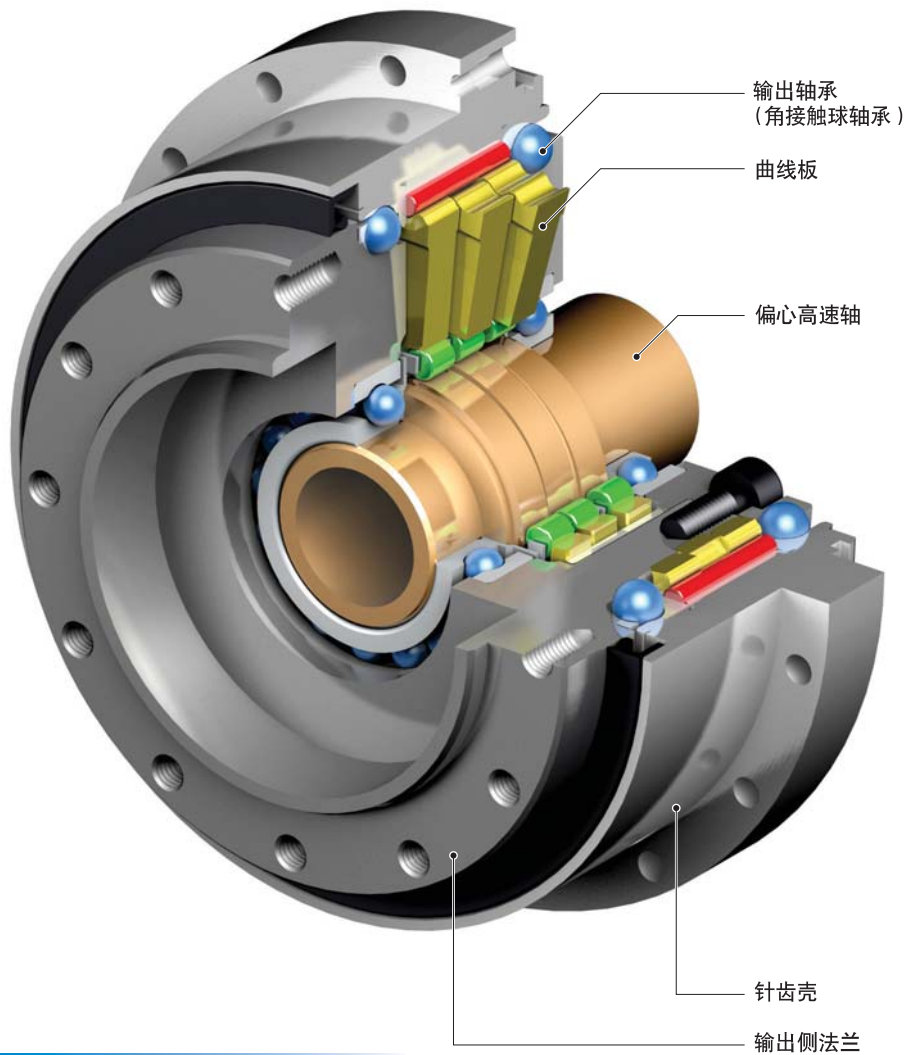
目 录

1. 结构	1
2. 应用示例.....	3
3. 型号规格表示	4
4. 产品构成.....	4
5. 速比与旋转方向	4
6. 标准规格.....	5
7. 额定值.....	6
8. 各项性能.....	10
9. 主轴承.....	13
10. 选型	14
11. 设计注意事项.....	16
12. 外形图	19
13. 工作原理	22
保修标准	

运动控制传动装置 FINE CYCLO®

F4C-D系列

新



优异的成本效益

单级减速机结构，零部件数量少结构紧凑。

高转矩、高容许力矩、结构紧凑

容许峰值扭矩：最大增加24%
容许力矩：最大增加45%
(与传统型号相比)

装配工时减少

扁平输出侧法兰简化了密封工艺。
高速轴由减速机支承，
简化了与电机的连接。

新型号使设计更简单 改进了与用户装置连接的界面

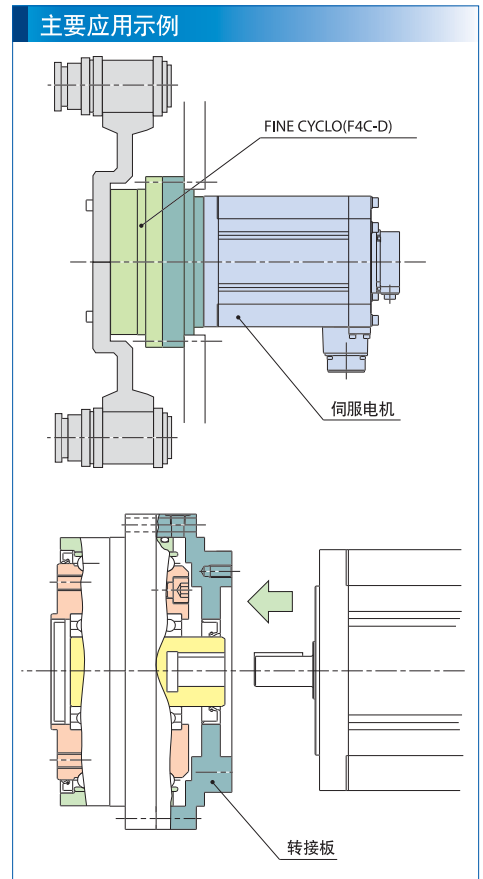
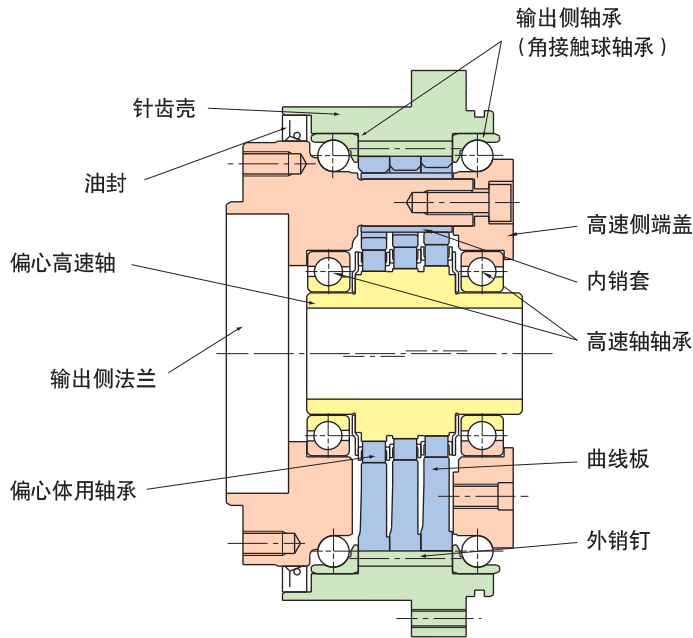
用户可选择连接螺栓在输出侧法兰上的位置。
这通过输出侧法兰和低速轴销的一体化结构得到实现。

加长高速轴孔长度尺寸 缩短了齿轮电机型的长度

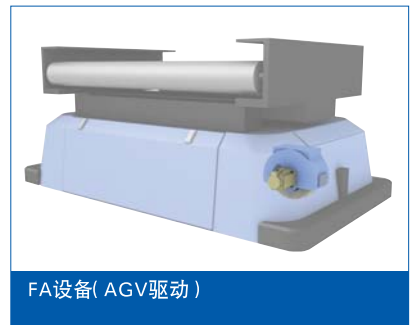
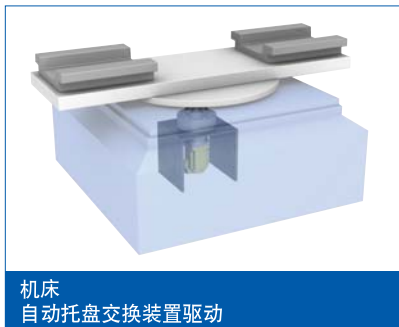
与传统的高速空心轴相比，最大增加33%。

1. 结构

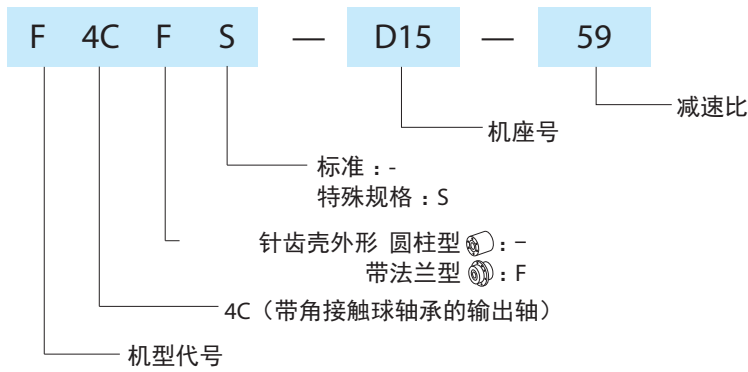
图 D-1



2. 应用示例



3. 型号规格表示

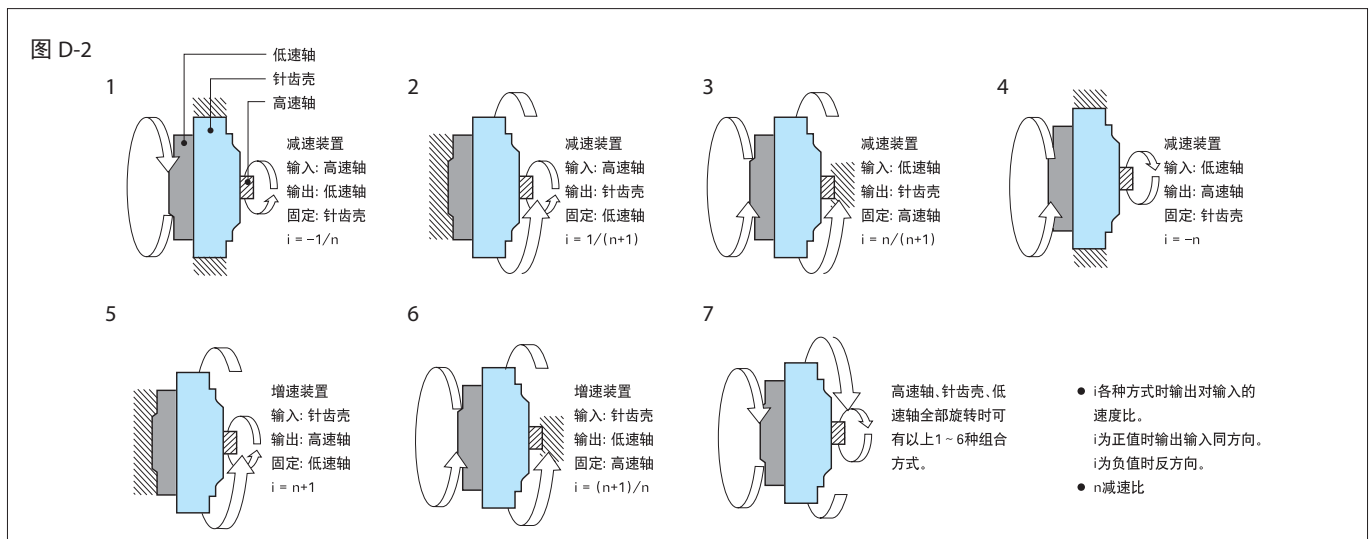


4. 产品构成

标记●: 产品线

机座号	减速比		
	59	89	119
D15	●	●	
D25	●	●	●
D30	●	●	●
D35	●	●	●
D45	●	●	●

5. 速比与旋转方向



6. 标准规格

润滑方式	<p>润滑脂润滑</p> <p>出厂时未封入润滑脂，请客户自备推荐的润滑脂，在使用减速机前务必进行充填。另外，充填量根据安装方向及减速机周边结构而不同，详细内容请参见 11-4 “润滑”（16 页）。</p>	
环境条件	环境温度	-10 ~ +40°C（根据所用电机的功率和转速，也可能出现起动不良的情况。因此，在 -10 ~ 0°C 附近使用时请咨询本公司。）
	环境湿度	85% 以下，但无结露。
	海拔高度	海拔 1000m 以下
	安装环境	无腐蚀性气体、爆炸性气体、蒸汽。 无灰尘、通风良好的场所。
	设置场所	<p>室内（淋不到水及各种液体的场所）</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在上述以外的条件下安装时，为特殊规格，请咨询本公司。 • 安装在便于进行检查、维护等各种作业的场所。 • 安装在具有足够刚性的构件上。
安装方向	安装方向任意，但润滑脂充填量根据安装方向而不同。	
涂 装	无涂装	

注) 保管时，请充分进行防锈处理。

7. 额定值

表 D-1 额定值一览表（基于输出转速）

输出转速 (r/min)		5			10			15			20			25		
机座号	减速比	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)
D15	59	226 23.0	295	0.15	226 23.0	590	0.30	201 20.5	885	0.39	184 18.8	1180	0.48	172 17.6	1475	
	89	226 23.0	445	0.15	201 20.5	890	0.26	178 18.1	1335	0.35	163 16.6	1780	0.43	153 15.6	2225	
D25	59	487 49.7	295	0.32	487 49.7	590	0.64	434 44.2	885	0.85	398 40.6	1180	1.04	372 38.0	1475	
	89	487 49.7	445	0.32	433 44.1	890	0.57	383 39.0	1335	0.75	351 35.8	1780	0.92	329 33.5	2225	
	119	487 49.7	595	0.32	396 40.4	1190	0.52	351 35.8	1785	0.69	322 32.8	2380	0.84	301 30.7	2975	
D30	59	635 64.8	295	0.42	635 64.8	590	0.84	566 57.7	885	1.11	519 52.9	1180	1.36	486 49.5	1475	
	89	635 64.8	445	0.42	565 57.6	890	0.74	500 51.0	1335	0.98	459 46.8	1780	1.20	429 43.7	2225	
	119	635 64.8	595	0.42	517 52.7	1190	0.68	458 46.7	1785	0.90	420 42.8	2380	1.10	393 40.1	2975	
D35	59	899 92	295	0.59	899 91.7	590	1.18	800 81.6	885	1.57	734 74.8	1180	1.92	686 70.0	1475	
	89	899 92	445	0.59	798 81.4	890	1.05	707 72.1	1335	1.39	649 66.1	1780	1.70	607 61.8	2225	
	119	899 91.7	595	0.59	732 74.6	1190	0.96	648 66.1	1785	1.27	594 60.6	2380	1.56	556 56.7	2975	
D45	59	1756 179	295	1.15	1756 179	590	2.31	1565 160	885	3.07	1436 146	1180	3.76	1343 137	1475	
	89	1756 179	445	1.15	1562 159	890	2.04	1383 141	1335	2.72	1269 129	1780	3.32	1180 121	2225	
	119	1756 179	595	1.15	1431 146	1190	1.87	1267 129	1785	2.49	1162 118	2380	3.04			

表 D-2 最大加减速转矩

机座号	最大加减速转矩		瞬间最大转矩	
	(N·m)	(kgf·m)	(N·m)	(kgf·m)
D15	417	42.5	834	85
D25	883	90	1766	180
D30	1226	125	2453	250
D35	1717	175	3581	365
D45	3188	325	6377	650

30			40			50			60			容许最大输入转速 (r/min)	容许最大输出转速 (r/min)		高速轴换算 上/惯性矩 (×10-4kg•m2) 下/GD2 (×10-4kgf•m2)	Mass (kg)		
额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上/N·m) (下/kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)		50% ED	100% ED				
163 16.6	1770	0.64	150 15.3	2360	0.78	140 14.3	2950	0.92	133 13.5	3540	1.04	6150	5600	2800	0.38	5.2		
145 14.7	2670	0.57	133 13.5	3560	0.69	124 12.6	4450	0.81	117 12.0	5340	0.92				1.52		0.37	1.50
353 35.9	1770	1.38	323 33.0	2360	1.69	302 30.8	2950	1.98	286 29.2	3540	2.25	5050	4200	2100	1.55	8.1		
311 31.7	2670	1.22	285 29.1	3560	1.49										6.19		1.54	6.15
285 29.1	3570	1.12													1.53		6.12	
460 46.9	1770	1.81	422 43.0	2360	2.21	394 40.2	2950	2.58	373 38.1	3540	2.93	4550	3800	1900	3.99	11		
406 41.4	2670	1.59	373 38.0	3560	1.95										15.96		3.96	15.85
372 37.9	3570	1.46													3.95		15.81	
650 66.2	1770	2.55	596 60.8	2360	3.12	557 56.8	2950	3.65				3950	3300	1650	4.93	15		
574 58.5	2670	2.25													19.71		4.89	19.55
															4.87		19.50	
1271 130	1770	4.99	1166 119	2360	6.11							3150	2600	1300	12.51	24		
															50.03		12.41	49.65
															12.38		49.52	

□ # : 50%ED □ # : 100%ED

注：

1. 额定输出转矩

额定输出转矩用输出轴上平均负载力矩的容许值表示。对应 600r/min 以下的输入转速的额定转矩与 600r/min 时的额定转矩相同。

容许输入功率是 100% 额定转矩时所需输入量。该值考虑了 FINE CYCLO® 的效率。

2. 容许最高输入转速与容许平均输入转速

虽然可以在容许最高输入转速的范围内使用，但容许平均输入转速受到运行比的限制。

3. 容许加减速峰值转矩

正常启动和停止时在输出轴上的容许峰值转矩。

4. 容许瞬间最大转矩

非正常停止时，或受到外部冲击等在输出轴上的瞬间最大容许负载转矩值。这样的值在整个寿命中只出现 1000 次。

5. 转动惯量，GD²

各型号高速轴上的惯性矩以及 GD² 的值，当用惯量来换算时，惯性矩用 g（转动惯量：9.8m/sec²）、GD² 用 4g（转动惯量：4×9.8m/sec²）去除。

6. 若速度未显示在上表中，则使用下述公式计算额定转矩。

$$T_N = T_{15} \left(\frac{15}{N} \right)^{0.3}$$

T_N : 输出转速为 N 时的额定转矩
T₁₅ : 输出转速为 15r/min 时的额定转矩

表 D-3 额定值一览表（基于输入转速）

输入转速 (r/min)		4000			3000			2500			2000			1750		
机座号	减速比	额定输出转矩 (上 /N·m) (下 /kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率(kW)	额定输出转矩 (上 /N·m) (下 /kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率(kW)	额定输出转矩 (上 /N·m) (下 /kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率(kW)	额定输出转矩 (上 /N·m) (下 /kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率(kW)	额定输出转矩 (上 /N·m) (下 /kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率(kW)
D15	59	128 13.0	67.8	1.13	139 14.2	50.8	0.93	147 15.0	42.4	0.82	157 16.1	a33.9	0.70	164 16.7	29.7	0.64
	89	128 13.0	44.9	0.75	139 14.2	33.7	0.61	147 15.0	28.1	0.54	157 16.1	22.5	0.46	164 16.7	19.7	0.42
D25	59	275 28.1	67.8	2.44	300 30.6	50.8	2.00	317 32.4	42.4	1.76	339 34.6	33.9	1.50	353 36.0	29.7	1.37
	89	275 28.1	44.9	1.62	300 30.6	33.7	1.32	317 32.4	28.1	1.16	339 34.6	22.5	1.00	353 36.0	19.7	0.91
	119	275 28.1	33.6	1.21	300 30.6	25.2	0.99	317 32.4	21.0	0.87	339 34.6	16.8	0.75	353 36.0	14.7	0.68
D30	59				392 40.0	50.8	2.61	414 42.3	42.4	2.30	443 45.2	33.9	1.96	461 47.0	29.7	1.79
	89				392 40.0	33.7	1.73	414 42.3	28.1	1.52	443 45.2	22.5	1.30	461 47.0	19.7	1.19
	119				392 40.0	25.2	1.29	414 42.3	21.0	1.14	443 45.2	16.8	0.97	461 47.0	14.7	0.89
D35	59				554 56.6	50.8	3.69	586 59.8	42.4	3.25	626 63.9	33.9	2.78	652 66.5	29.7	2.53
	89				554 56.6	33.7	2.44	589 59.8	28.1	2.15	626 63.9	22.5	1.84	652 66.5	19.7	1.68
	119							589 59.8	21.0	1.61	626 63.9	16.8	1.38	652 66.5	14.7	1.25
D45	59							1145 117	42.4	6.35	1224 125	33.9	5.43	1274 130	29.7	4.94
	89							1145 117	28.1	4.21	1224 125	22.5	3.60	1274 130	19.7	3.28
	119							1145 117	21.0	3.15	1224 125	16.8	2.69	1274 130	14.7	2.45

表 D-2 最大加减速转矩

机座号	最大加减速转矩		瞬间最大转矩	
	(N·m)	(kgf·m)	(N·m)	(kgf·m)
D15	417	42.5	834	85
D25	883	90	1766	180
D30	1226	125	2453	250
D35	1717	175	3581	365
D45	3188	325	6377	650

1500			1000			750			600			容许最大 输入转速 (r/min)	容许最大输入转速 (r/min)		高速轴换算上 / 惯性矩 ($\times 10^{-4} \text{kg}\cdot\text{m}^2$) 下 / GD^2 ($\times 10^{-4} \text{kgf}\cdot\text{m}^2$)	质量 (kg)		
额定输出转矩 (上 / N·m) (下 / kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上 / N·m) (下 / kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上 / N·m) (下 / kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)	额定输出转矩 (上 / N·m) (下 / kgf·m)	输入转速 (r/min)	容许输入 功率 (kW)		50% ED	100% ED				
	25.4	0.57	194 19.8	16.9	0.43	211 21.5	12.7	0.35	226 23.0	10.2	0.30	6150	5600	2800	0.38	5.2		
	16.9	0.38	194 19.8	11.2	0.28	211 21.5	8.43	0.23	226 23.0	6.74	0.20							0.37 1.50
	25.4	1.23	418 42.6	16.9	0.93	455 46.5	12.7	0.76	487 49.7	10.2	0.65	5050	4200	2100	1.55	8.1		
	16.9	0.81	418 42.6	11.2	0.61	455 46.5	8.43	0.50	487 49.7	6.74	0.43							1.54 6.15
	12.6	0.61	418 42.6	8.4	0.46	455 46.5	6.30	0.38	487 49.7	5.04	0.32							1.53 6.12
	25.4	1.61	545 55.6	16.9	1.21	594 60.6	12.7	0.99	635 64.8	10.2	0.85	4550	3800	1900	3.99	11		
	16.9	1.06	545 55.6	11.2	0.80	594 60.6	8.43	0.66	635 64.8	6.74	0.56							3.96 15.85
	12.6	0.80	545 55.6	8.4	0.60	594 60.6	6.30	0.49	635 64.8	5.04	0.42							3.95 15.81
	25.4	2.27	771 78.7	16.9	1.71	840 85.8	12.7	1.40	899 91.7	10.2	1.20	3950	3300	1650	4.93	15		
	16.9	1.50	771 78.8	11.2	1.13	840 85.8	8.43	0.93	899 91.7	6.74	0.79							4.89 19.55
	12.6	1.13	771 78.6	8.40	0.85	840 85.8	6.30	0.69	899 91.7	5.04	0.59							4.87 19.50
	25.4	4.44	1507 154	16.9	3.34	1643 168	12.7	2.73	1756 179	10.2	2.34	3150	2600	1300	12.51	24		
	16.9	2.94	1507 154	11.2	2.22	1643 168	8.43	1.81	1756 179	6.74	1.55							12.41 49.65
	12.6	2.20	1507 154	8.40	1.66	1643 168	6.30	1.35	1756 179	5.04	1.16							12.38 49.52

□ # : 50%ED □ # : 100%ED

注：

1. 额定输出转矩

额定输出转矩用输出轴上平均负载力矩的容许值表示。对应 600r/min 以下的输入转速的额定转矩与 600r/min 时的额定转矩相同。容许输入功率是 100% 额定转矩时所需输入量。该值考虑了 FINE CYCLO® 的效率。

2. 容许最高输入转速与容许平均输入转速

虽然可以在表中容许最高输入转速的范围内使用，但容许平均输入转速受到运行比 (%ED) 的限制。

3. 容许加减速峰值转矩

正常启动和停止时在输出轴上的容许峰值转矩。

4. 容许瞬间最大转矩

非正常停止时，或受到外部冲击等在输出轴上的瞬间最大容许负载转矩值。这样的值在整个寿命中只出现 1000 次。

5. 转动惯量, GD^2

各型号高速轴上的惯性矩以及 GD^2 的值，当用惯量来换算时，惯性矩用 g (转动惯量 : $9.8\text{m}/\text{sec}^2$)、 GD^2 用 4g (转动惯量 : $4 \times 9.8\text{m}/\text{sec}^2$) 去除。

6. 若速度未显示在上表中，则使用下述公式计算额定转矩。

$$T_N = T_{1750} \left(\frac{1750}{N} \right)^{0.3}$$

T_N : 输出转速为 N 时的额定转矩
 T_{1750} : 输出转速为 1750r/min 时的额定转矩

8. 各项性能

8-1. 刚性与传递损失

- 传递滞后曲线：将高速轴固定，低速轴在额定力矩范围内，缓慢增加及减少负载时，低速轴扭转角的变化。前者应用弹性常数，后者应用传递损失。
- 传递损失：额定力矩的 $\pm 3\%$ 所对应的扭转角。
- 弹性常数 滞后曲线上，从 50% 和 100% 额定力矩与扭转角变化量之比。

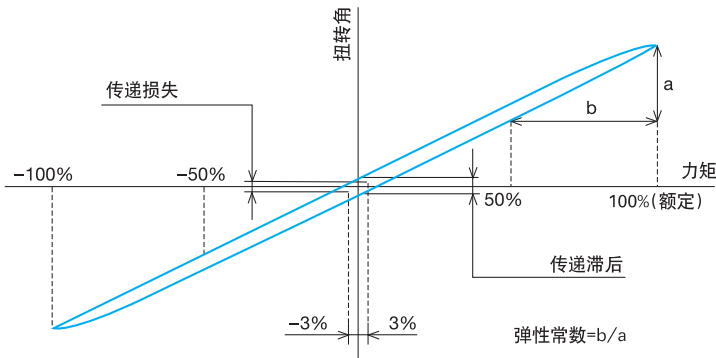


图 D-7 传递滞后曲线

8-2. 空载运行转矩

空载运行转矩是指减速机空载运转时在输入轴一侧加的转矩。

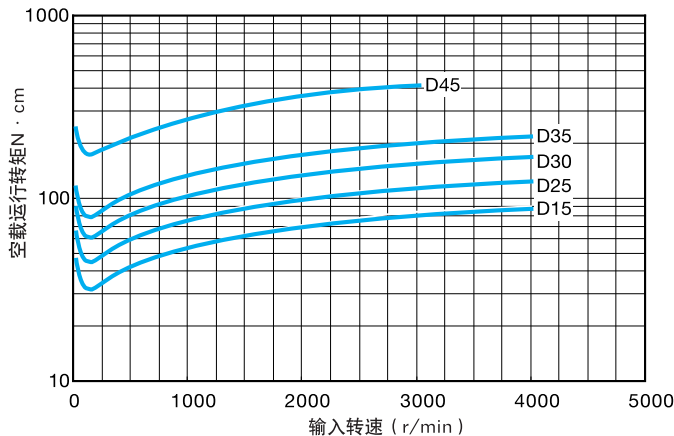


图 D-8

- 注) 1. 图 D-8 为运转达到平衡后的平均值。
2. 测量条件

针齿壳温度	约 30°C
安装尺寸精度	参见 11.1
润滑	本公司标准润滑脂

表 D-4 各项性能值

机座号	额定输出转矩	传递损失		弹性常数 上: Nm/arc min 下: kgf·m/arc min
		测定转矩(±) 上/N·m 下/kgf·m	传递损失 arc min	
D15	59	6.03 0.62	1.0	49.0 5.0
	89	5.34 0.54		
D25	59	13.0 1.33		112 11.4
	89	11.5 1.17		
	119	10.5 1.07		
D30	59	17.0 1.73		173 17.7
	89	15.0 1.53		
	119	13.7 1.40		
D35	59	24.0 2.45		220 22.4
	89	21.2 2.16		
	119	19.4 1.98		
D45	59	47.0 4.79		450 45.9
	89	41.5 4.23		
	119	38.0 3.88		

注) Arc min 表示角度的“分”。
弹性常数为平均值（典型数据）。

（扭转角的计算示例）

以 D35-59 为例，计算在一个方向作用转矩时的扭转角。

- 1) 负载转矩为 15N·m 时
(负载转矩在传递损失范围内)

$$\theta = \frac{15}{24} \times \frac{1}{2} = 0.31 \text{ arcmin}$$

负载转矩为 600N·m 时

$$\theta = \frac{1}{2} + \frac{600-24}{220} = 3.1 \text{ arcmin}$$

8-3. 加速起动转矩

加速起动转矩指减速机在空载状态下从输出轴一侧起动所必要的转矩。

表 D-5 加速起动转矩值

机座号	加速起动转矩	
	N·m	kgf·m
D15	34	3.5
D25	60	6
D30	72	7
D35	88	9
D45	167	17

注：1. 表 D-5 为运转达到平衡后的平均值。
2. 测量条件

安装尺寸精度	参见 11-1
润滑	本公司标准润滑脂

8-4. 效率

图 D-9 效率曲线

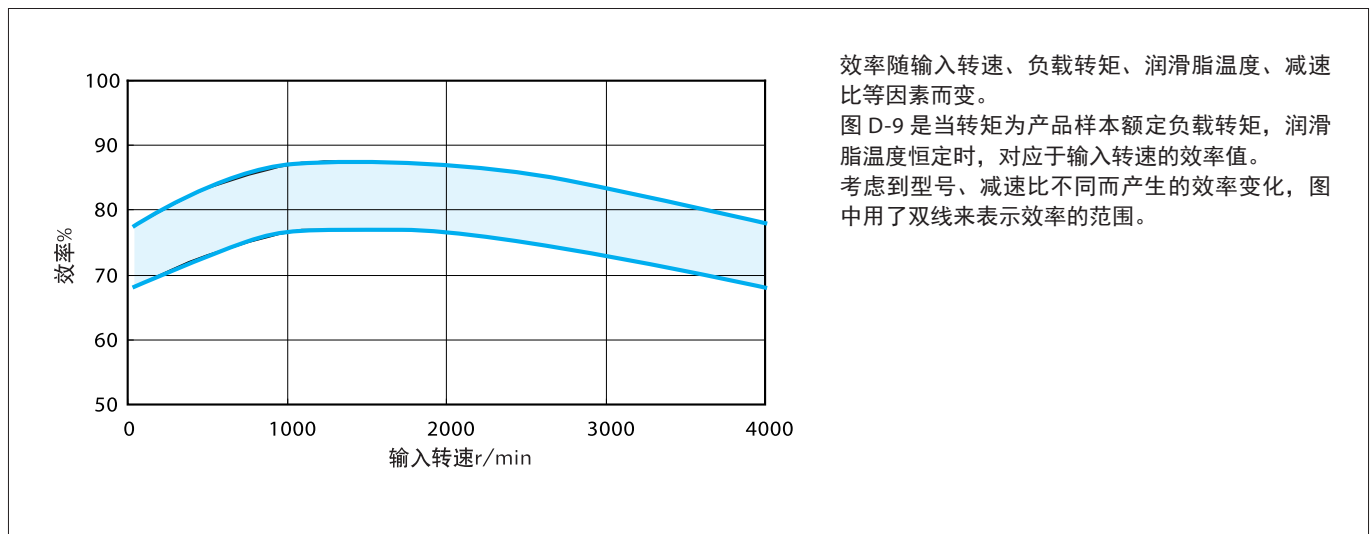
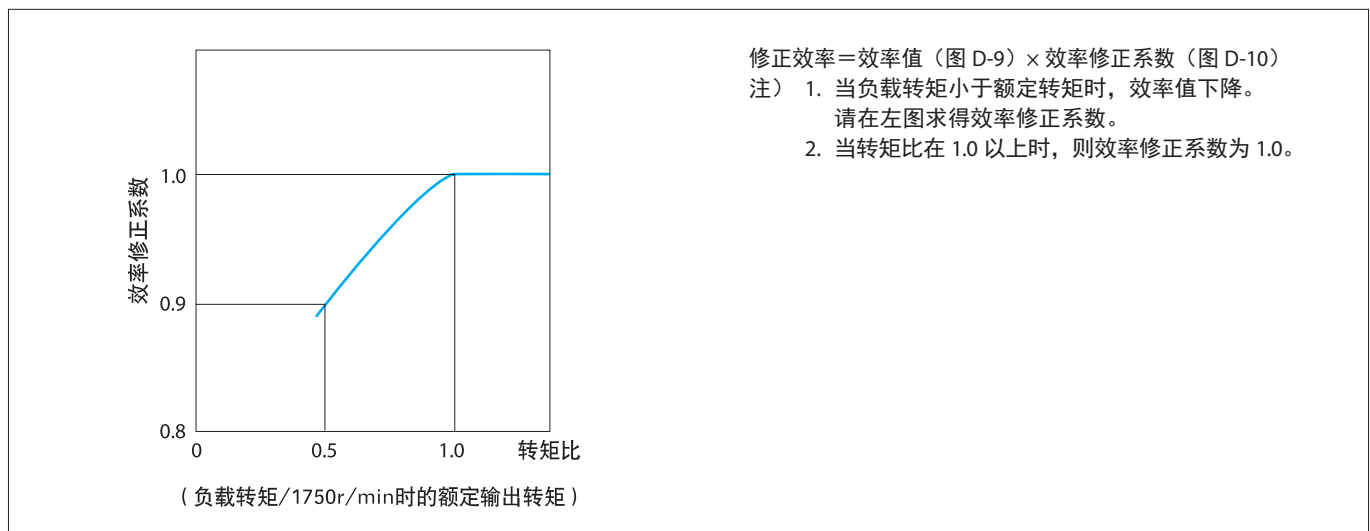


图 D-10 效率修正曲线



8-5. 高速轴容许径向负载和轴向负载

在高速轴上装有齿轮或皮带轮时，请在径向负载、轴向负载的容许范围内使用。高速轴径向负载、轴向负载可用以下公式(1)~(3)确认。

(1) 径向负载 P_r

$$P_r = \frac{T\ell}{R} \leq \frac{P_{ro}}{L_f C_f F_{S1}} \quad [\text{N, kgf}] \quad (\text{式 D-1})$$

(2) 轴向负载 P_a

$$P_a \leq \frac{P_{ao}}{C_f F_{S1}} \quad [\text{N, kgf}] \quad (\text{式 D-2})$$

(3) 径向和轴向负载共存时

$$\left(\frac{P_r L_f}{P_{ro}} + \frac{P_a}{P_{ao}} \right) \cdot C_f F_{S1} \leq 1 \quad (\text{式 D-3})$$

P_r : 实际径向负载 [N, kgf]

$T\ell$: 减速机高速轴实际传递力矩 [N·m, kgf·m]

R : 链轮、齿轮或皮带轮的节圆半径 [m]

P_{ro} : 容许径向负载 [N, kgf] (表 D-6)

P_a : 实际轴向负载 [N, kgf]

P_{ao} : 容许轴向负载 [N, kgf] (表 D-7)

L_f : 负载位置系数 (表 D-8)

C_f : 连接系数 (表 D-9)

F_{S1} : 冲击系数 (表 D-10)

表 D-6 实际径向负载 P_{ro} (上 : N/ 下 : kgf)

机座号	输入转速 r/min								
	4000	3000	2500	2000	1750	1500	1000	750	600
D15	226	245	265	284	294	314	353	392	422
	23	25	27	29	30	32	36	40	43
D25	334	373	392	422	441	461	530	589	628
	34	38	40	43	45	47	54	60	64
D30		432	461	500	520	549	628	687	746
		44	47	51	53	56	64	70	76
D35		491	520	559	589	618	706	785	844
		50	53	57	60	63	72	80	86
D45			608	657	687	726	824	912	981
			62	67	70	74	84	93	100

若速度未显示在上表中，则使用下述公式计算实际径向负载。

$$P_{rN} = P_{r1750} \left(\frac{1750}{N} \right)^{1/3}$$

P_{rN} : 输入转速为 N 时的实际径向负载

P_{r1750} : 输入转速为 1750r/min 时的实际径向负载

表 D-8 负载位置系数 L_f

L (mm)	机座号				
	D15	D25	D30	D35	D45
10	0.91	0.87			
15	0.99	0.94	0.92	0.91	
20	1.25	1.00	0.98	0.97	0.90
25	1.56	1.25	1.14	1.09	0.94
30	1.88	1.50	1.36	1.30	0.99
35	2.19	1.75	1.59	1.52	1.13
40		2.00	1.82	1.74	1.29
45			2.05	1.96	1.45
50				2.17	1.61
60					1.94
$L_f=L(\text{mm})$ 为 1 时	16	20	22	23	31
a	0.072	0.063	0.061	0.055	0.046

$L \geq L1$ $L_f=L/L1$ $L1$: $L_f=L$ 为 1 时

$L < L1$ $L_f=1.0-a/5 \times (L1-L)$

表 D-9 连接系数 C_f

连接方式	C_f
链条	1
齿轮	1.25
同步皮带	1.25
三角皮带	1.5

表 D-7 实际轴向负载 P_{ao} (上 : N/ 下 : kgf)

机座号	输入转速 r/min								
	4000	3000	2500	2000	1750	1500	1000	750	600
D15	245	284	314	343	363	392	471	549	608
	25	29	32	35	37	40	48	56	62
D25	363	412	451	500	540	579	697	804	883
	37	42	46	51	55	59	71	82	90
D30		520	569	638	677	726	883	1001	1118
		53	58	65	69	74	90	102	114
D35		540	589	657	706	755	922	1059	1167
		55	60	67	72	77	94	108	119
D45			1010	1118	1197	1295	1570	1795	2001
			103	114	122	132	160	183	204

若速度未显示在上表中，则使用下述公式计算实际轴向负载。

$$P_{aN} = P_{a1750} \left(\frac{1750}{N} \right)^{0.47}$$

P_{aN} : 输出速度为 N 时的实际轴向负载

P_{a1750} : 输出速度为 1750r/min 时的实际轴向负载

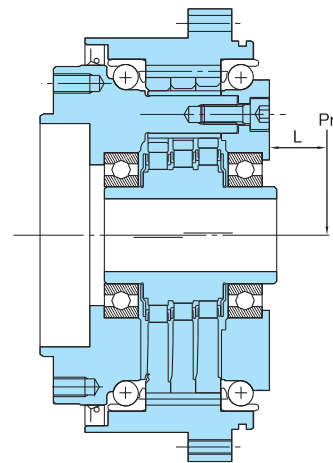


图 D-11 高速轴负载位置

表 D-10 冲击系数 F_{S1}

冲击程度	F_{S1}
几乎无冲击	1
轻微冲击	1-1.2
强烈冲击	1.4-1.6

9. 主轴承

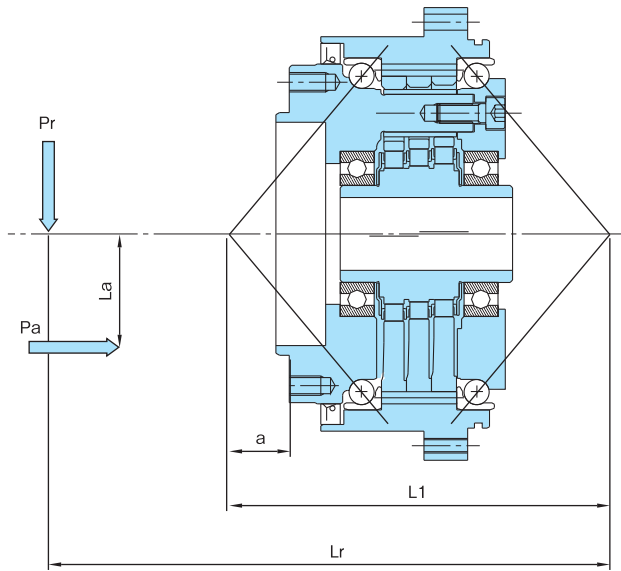


图 D-12 各负载点间距

注) $L_r > 4 \times L_1$ 时, 请咨询

1. 力矩刚性

因外部力矩产生的输出面侧板的弯曲。

外部力矩 (M)

$$M = Pr \cdot L_r + Pa \cdot L_a \quad \text{..... (式 D-4)}$$

2. 容许力矩和容许轴向负载

利用式 D-5、式 D-6 和图 D-13 确认外部力矩和外部轴向负载。

等效力矩 (Me)

$$Me = C_f \cdot F_{S1} \cdot Pr \cdot L_r + C_f \cdot F_{S1} \cdot Pa \cdot L_a \quad \text{..... (式 D-5)}$$

等效轴向负载 (Pae)

$$Pae = C_f \cdot F_{S1} \cdot Pa \quad \text{..... (式 D-6)}$$

C_f : 连接系数 [表 D-14]

F_{S1} : 冲击系数 [表 D-15]

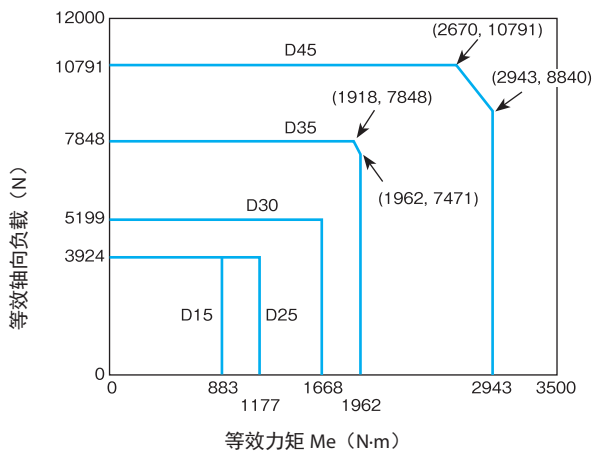


图 D-13 容许力矩和轴向负载图

P_r : 实际径向负载 (N, kgf)

P_a : 实际轴向负载 (N, kgf)

表 D-11 各负载点间距 (mm)

机座号	加载点间距	
	L1(mm)	a(mm)
D15	119	23.6
D25	139	23.4
D30	157	24.5
D35	170	40.5
D45	206	52.4

表 D-12 力矩刚性

机座号	力矩刚性	
	(N·m/arcmin)	(kgf·m/arcmin)
D15	510	52
D25	833	85
D30	1127	115
D35	1470	150
D45	2450	250

表 D-13 容许力矩和容许轴向负载

机座号	容许力矩		容许轴向负载	
	(N·m)	(kgf·m)	(N)	(kgf)
D15	883	90	3924	400
D25	1177	120	3924	400
D30	1668	170	5199	530
D35	1962	200	7848	800
D45	2943	300	10791	1100

表 D-14 连接系数 C_f

负载连结系数	C_f
链条	1
齿轮	1.25
同步皮带	1.25
三角皮带	1.5

表 D-15 冲击系数 F_{S1}

负载类别	F_{S1}
几乎无冲击	1
轻微冲击	11.2
强烈冲击	1.41.6

10. 选型

10-1. 选型流程及计算式

图 D-14 负载工况

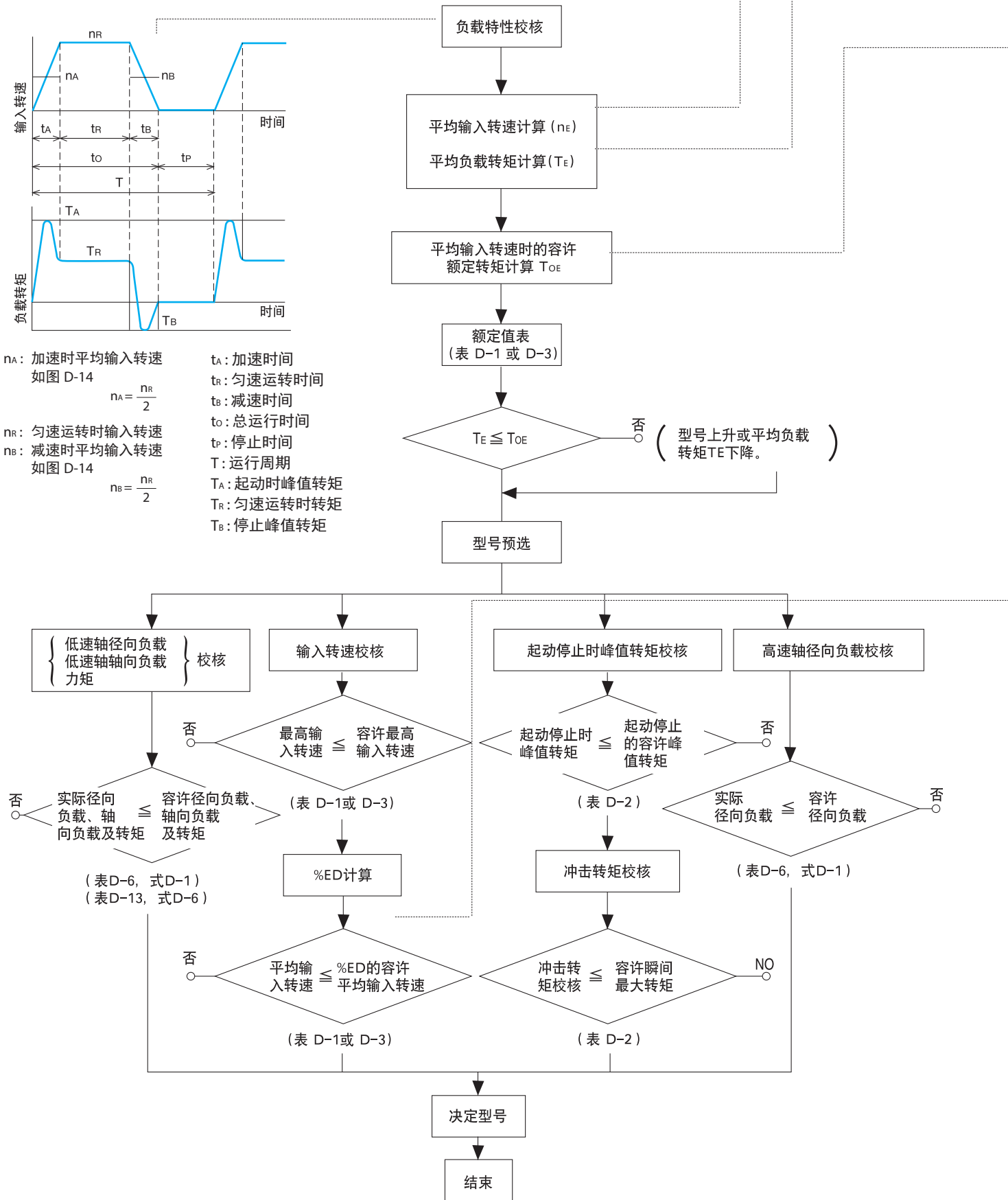


图 D-14 负载工况下的计算

○ 平均输入转速 $n_E = \left(\frac{t_A \cdot n_A + t_R \cdot n_R + t_B \cdot n_B}{t_o} \right)$ (式 D-8)

○ 平均负载转矩 $T_E = \left(\frac{t_A \cdot n_A T_A^{10/3} + t_R \cdot n_R T_R^{10/3} + t_B \cdot n_B T_B}{t_o} \right)^{0.3} \times F_{S2}$ (式 D-9)

○ 平均输入转速时的容许额定输出转矩 $T_{OE} = \left(\frac{600}{n_E} \right)^{0.3} \times T_o$ (式 D-10)

To: 600r/min 时的额定值 (表 D-3)
 n_E : <600r/min, TOE 取 600r/min 时的额定值。

○ %ED $\%ED = \frac{t_o}{T} \times 100$ (式 D-11)

计算 %ED 时, 最长运转周期 10 分钟。超出时以 T = 10 (分钟) 来计算。

表 D-16 冲击系数 F_{S2}

负载条件	F_{S2}
几乎无冲击	1
轻微冲击	1-1.2
强烈冲击	1.4-1.6

10-2. 选型示例

对以下应用要求先预选用 F4CF-D25-119, 然后加以确认。

(要求)	T_A : 起动时峰值转矩	600N·m	t_A : 加速时间	0.3sec
	T_R : 匀速运转转矩	250N·m	t_R : 匀速运转时间	3.0sec
	T_B : 停止峰值转矩	400N·m	t_B : 减速时间	0.3sec
	冲击转矩: 1700N·m		t_P : 总运行时间	3.6sec
	(但整个寿命中仅 1000 次)		t_o : 停止时间	3.6sec
	n_A : 加速时平均输入转速	1250r/min	T: 运行周期	7.2sec
	n_R : 匀速运转时输入转速	2500r/min	高速轴径向负载: 同步皮带驱动, 轻微冲击,	
	n_B : 减速时平均输入转速	1250r/min	距轴端 25mm 处 196N	
			低速轴径向负载: 齿轮连接, 轻微冲击,	
			距法兰面 60mm 处 4116N	

假设减速机用于受轻微冲击的机器人腕关节的操作。

(计算) 平均输入转速 $n_E = \frac{0.3 \times 1250 + 3.0 \times 2500 + 0.3 \times 1250}{3.6} = 2292(r/min)$

平均负载转矩 $T_E = \left(\frac{0.3 \times 250 \times 600^{10/3} + 3.0 \times 2500 \times 250^{10/3} + 0.3 \times 1250 \times 400^{10/3}}{3.6 \times 2292} \right) \times 1 = 306(N \cdot m)$

○ 平均输入转速时的容许输出转矩 $T_{OE} = \left(\frac{600}{2292} \right)^{0.3} \times 487 = 326(N \cdot m) \geq 306(N \cdot m) \rightarrow F4CF-D25-119$

○ %ED 计算 $\%ED = \frac{3.6}{7.2} \times 100 = 50\%$

○ 核算最大输入转速 2500(r/min) < 5050(r/min) (表 D-1 或 D-3)

○ 核算平均输入转速 2292(r/min) 50% ED 时 < 4200(r/min) 50% ED 时 (表 D-1 或 D-3)

○ 核算起动、停止时峰值转矩 600(N·m) < 883(N·m) (表 D-2)

○ 核算冲击转矩 1700(N·m) < 1766(N·m) (带定位销) (表 D-2)

○ 核算高速轴容许径向负载 (系数已考虑)

$Pro = 402N = 441 \times (1750/2292)^{1/3}$, $L_f = 1.25$, $C_f = 1.25$, $F_{S1} = 1.2$

$\frac{Pro}{L_f \times C_f \times F_{S1}} = \frac{420}{1.25 \times 1.25 \times 1.2} = 214(N) > 196(N)$ (表 D-6, 式 D-1)

○ 核算容许惯量

$L_r = 55 \times L1 - a = 55 + 139 - 23.4 = 175.6$

惯量计算 (含系数)

○ $C_f = 1.25$, $F_{S1} = 1.2$, $M = C_f \times F_{S1} \times Pr \times L_r = 1.25 \times 1.2 \times 4116 \times 175.6 = 1084(N \cdot m) < 1177(N \cdot m)$

根据上述评估, 选择 F4CF-D25-119。

11. 设计注意事项

11-1 安装尺寸精度

图 D-15 安装方法

- 用于安装输入部件（电机等）的基准台阶为下图中的◎。
- 将ⓑ和ⓒ分别用作输出轴安装和壳体安装用基准台阶

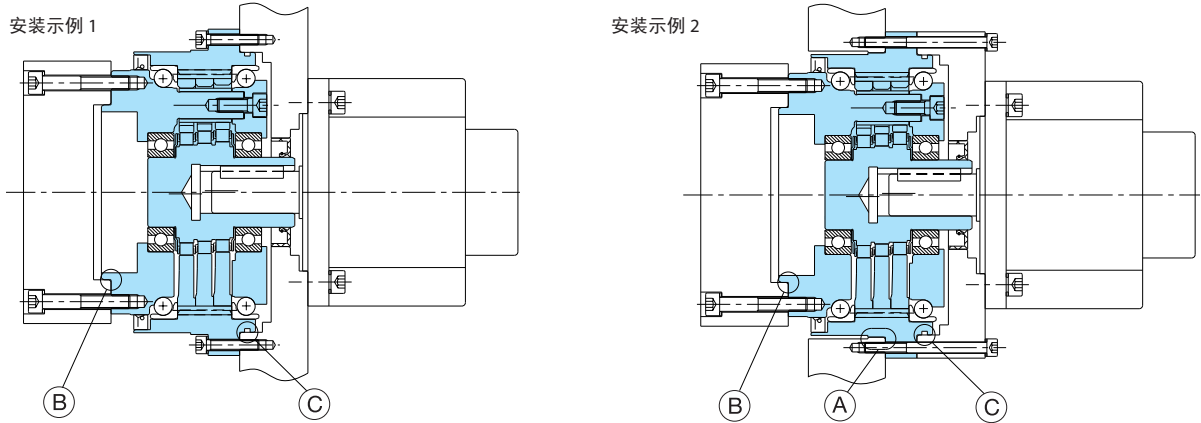


图 D-16 安装尺寸精度

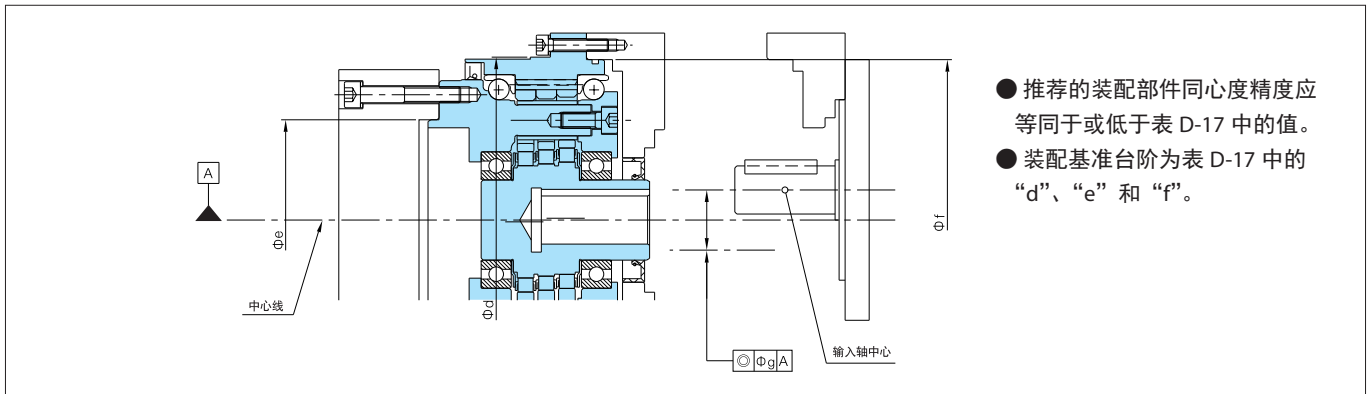


表 D-17

机座号	d	e	f	g
D15	124H7/h7	47H7/h7	123H7/h7	0.03
D25	145H7/h7	80H7/h7	145H7/h7	0.03
D30	163H7/h7	100H7/h7	160H7/h7	0.03
D35	174H7/h7	75H7/h7	174H7/h7	0.03
D45	220H7/h7	100H7/h7	220H7/h7	0.03

11-2. 螺栓的紧固转矩和容许传递转矩

(1) 螺栓的容许传递转矩

输出侧法兰和减速部分用螺栓连接时螺栓的数量、尺寸和紧固转矩见表 D-18。紧急停止时可传递的容许峰值转矩见表 D-19。

表 D-18

机座号	输出侧法兰螺栓			减速部分螺栓		
	螺栓个数 - 尺寸	紧固转矩		螺栓个数 - 尺寸	紧固转矩	
		N·m	kgf·cm		N·m	kgf·cm
D15	12-M8	38.3	390	12-M6	15.7	160
D25	12-M8	38.3	390	16-M6	15.7	160
D30	16-M8	38.3	390	16-M6	15.7	160
D35	12-M10	76.5	780	16-M8	38.3	390
D45	16-M12	133	1360	16-M10	76.5	780

- 螺栓：使用符合 JIS B1176、强度等级为 12.9” 的内六角螺栓。
- 螺栓防松动措施：使用粘合剂（LOCTITE 262 等）或弹簧垫圈（JIS B1252，2 级）。
- 连接减速机时在法兰侧使用锥形弹簧垫圈（JIS B1252，2 级），以防损坏轴承表面。

表 D-19

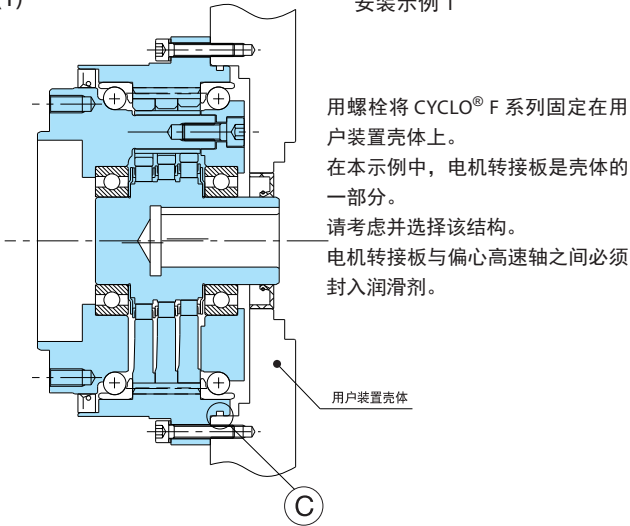
机座号	螺栓的容许传递转矩	
	N·m	kgf·m
D15	1478	151
D25	2065	211
D30	2786	284
D35	3962	404
D45	9347	954

- 摩擦系数：0.15

11-3. 安装步骤

(1)

安装示例 1

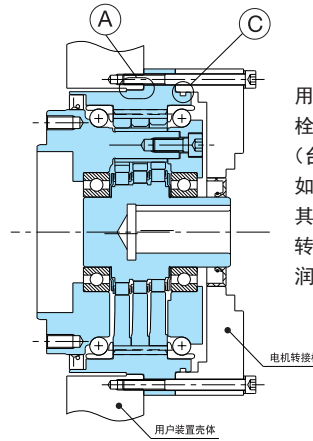


用螺栓将 CYCLO® F 系列固定在用户装置壳体上。
在本示例中, 电机转接板是壳体的一部分。
请考虑并选择该结构。
电机转接板与偏心高速轴之间必须封入润滑剂。

用户装置壳体

(1)

安装示例 2

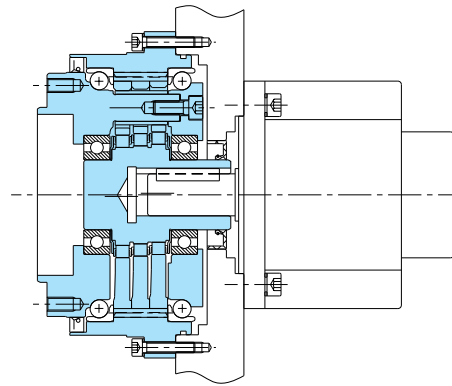


用螺栓将 FINE CYCLO® F 系列用螺栓固定在用户装置壳体上。
(台阶 A)
如果安装电机转接板, 则用螺栓将其与减速机部固定在一起。电机转接板与偏心高速轴之间必须封入润滑剂。

电机转接板

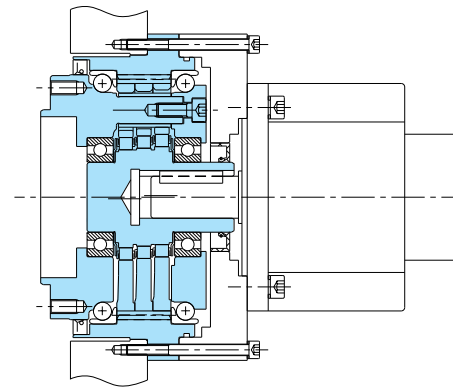
用户装置壳体

(2)



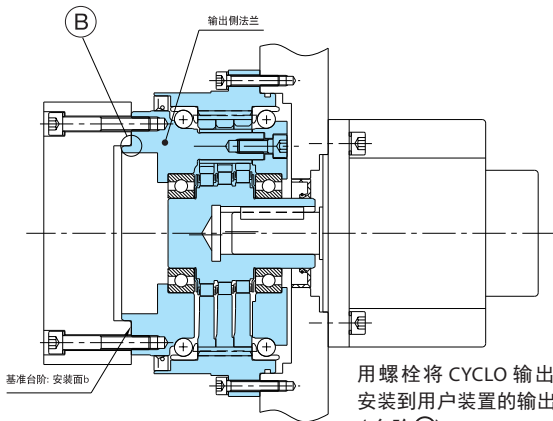
使减速机电机轴和输入轴的相位匹配。用螺栓将电机装配在减速机部。(装配前, 在电机轴上涂防磨损剂。)

(2)



使减速机电机轴和输入轴的相位匹配。用螺栓将电机装配在减速机部。
(装配前, 在电机轴上涂防磨损剂。)

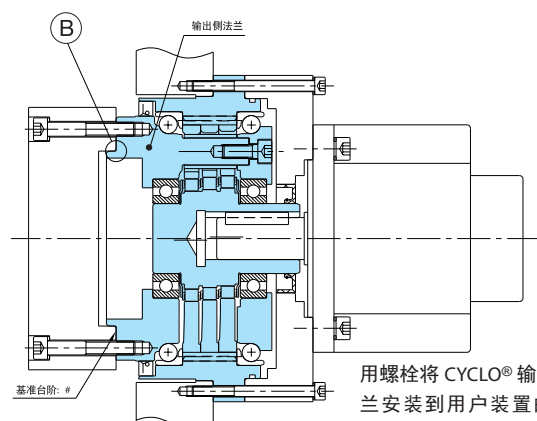
(3)



用螺栓将 CYCLO 输出侧法兰安装到用户装置的输出轴上。
(台阶 B)
此时, 将液态密封垫涂抹到安装侧“b”处。

基准台阶: 安装面 b

(3)



用螺栓将 CYCLO® 输出侧法兰安装到用户装置的输出轴上。
(台阶 B)
此时, 将液态密封垫涂抹到安装侧“b”处。

基准台阶: #

注 1) 安装减速机的螺栓必须旋紧到规定的紧固转矩 (参见表 D-18)。

注 2) 当输出轴安装到 CYCLO DRIVE 的输出侧法兰 (低速轴) 上时, 所选螺栓长度应小于外形图 (P19-P20) 上输出侧法兰中所显示的螺栓孔深度。

推荐液体密封剂: 三键株式会社生产的液体垫圈“三键 1215”。

11-4. 润滑

- F4CF-D 系列出厂前已将润滑脂排空。用户必须准备并加注适量（表 D-21）所推荐的润滑脂（表 D-20）。
- 表 D-21 规定的填充量仅为大致用量，在实际填充时请注意填充程度。
- 输出一侧的给、排脂孔位置应与偏心行星轴轴承位置一致（参见图 D-17，表 D-20 所示尺寸）。
- 初始填充润滑脂时，请从下面的排脂孔加注，以确保润滑脂循环。
- 每运行 20,000 小时或每 3 ~ 5 年更换一次润滑脂。

表 D-20 F4CF-D 系列推荐润滑脂

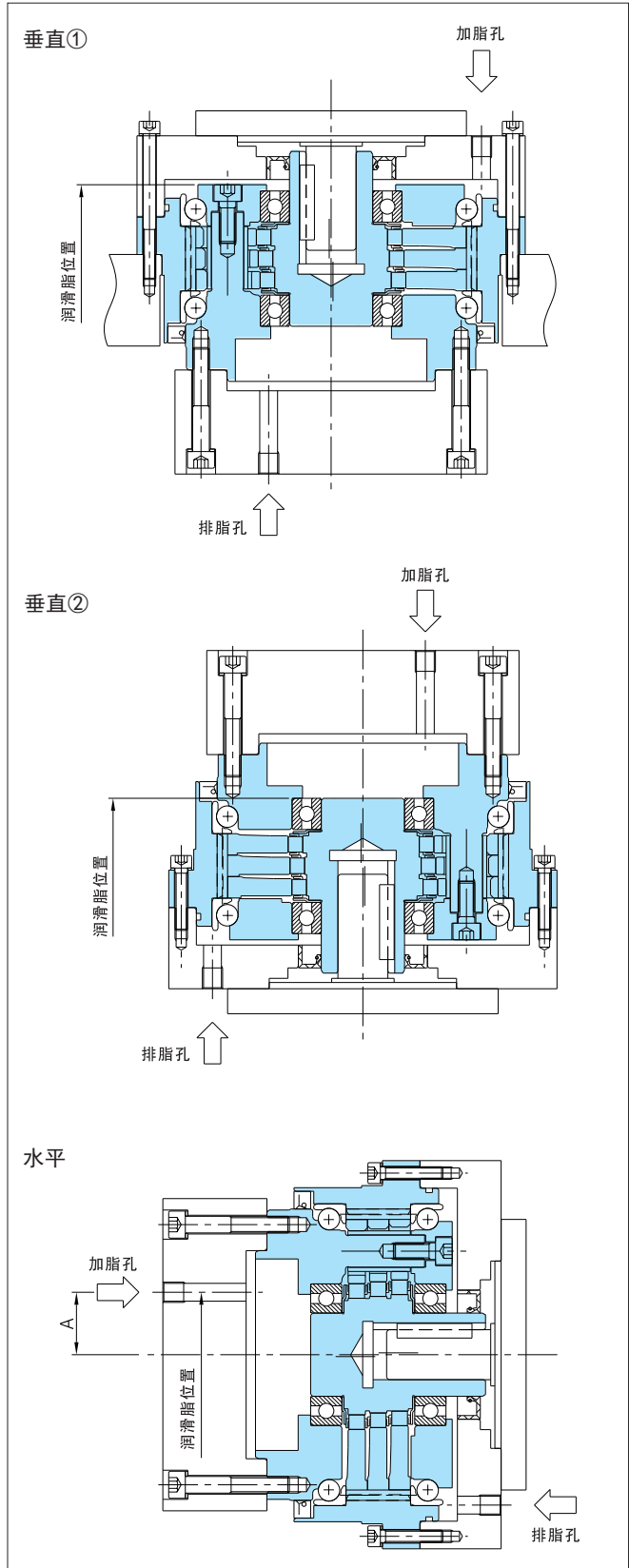
推荐润滑脂名称	供应商
Multemp FZ No.00	协同油脂

环境温度：-10℃~40℃

表 D-21

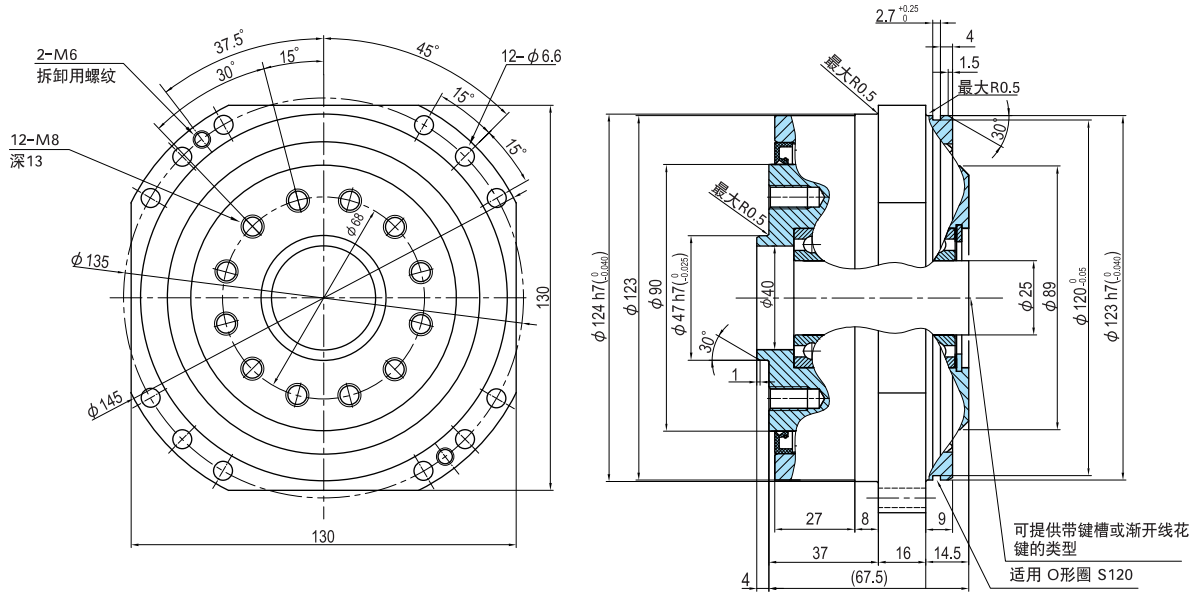
机座号	润滑脂 (g)			润滑脂加注口位置 A(mm)
	垂直①	垂直②	水平	
D15	55	40	50	20
D25	100	45	95	26
D30	220	85	200	29
D35	190	150	160	34
D45	320	260	270	39

图 D-17



12. 外形图

F4CF-D15

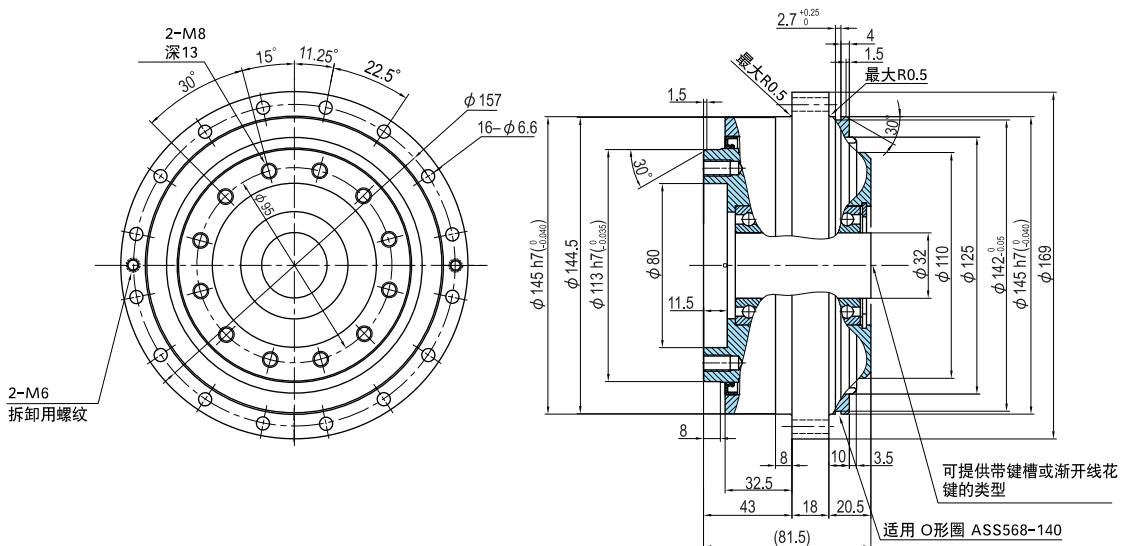


高速轴最大孔径	
键方式	Φ14 (键 5X5) 质量5.2kg
花键方式	Φ47 (渐开线花键 25 X 23 X 1)

注: 高速轴规格请咨询本公司。

Mass 5.2kg

F4CF-D25

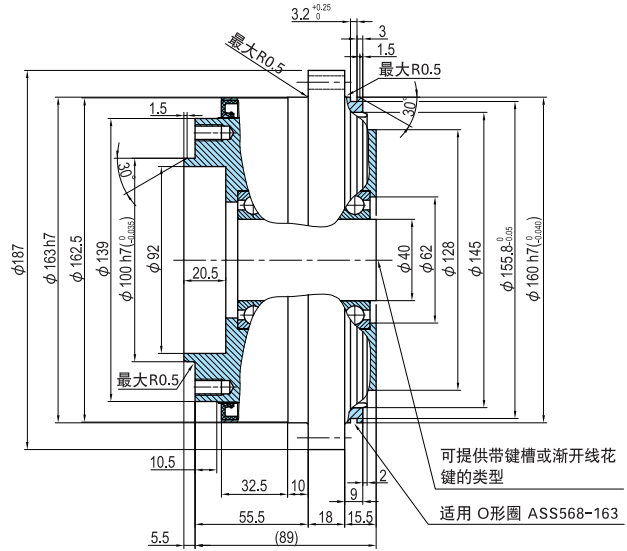
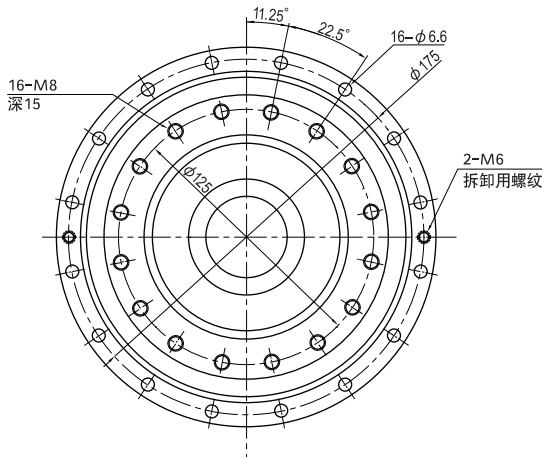


高速轴最大孔径	
键方式	Φ20 (键 6X6) 质量8.1kg
花键方式	Φ42 (渐开线花键 32 X 30 X 1)

注: 高速轴规格请咨询本公司。

Mass 8.1kg

F4CF-D30

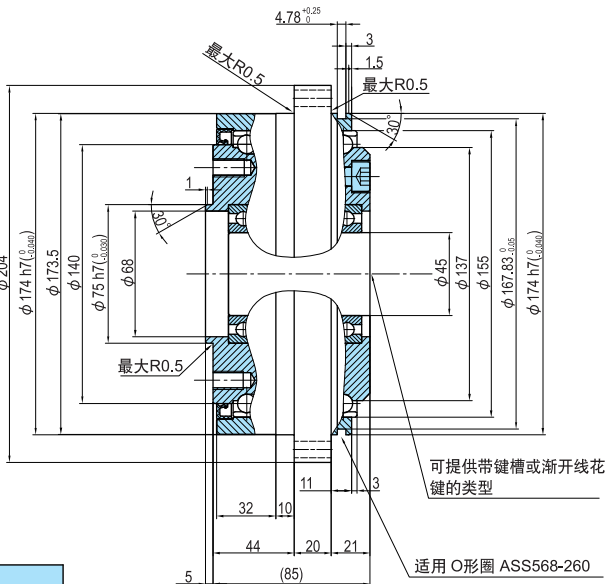
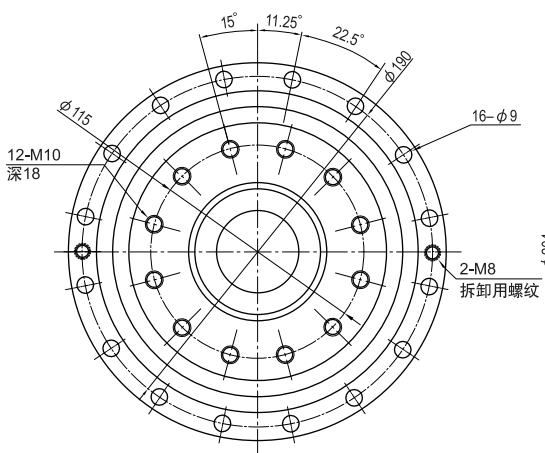


高速轴最大孔径	
键方式	ϕ 27 (键 8X7) 质量11kg
花键方式	ϕ 30 (渐开线花键 40 X 30 X 1.25)

注: 高速轴规格请咨询本公司

Mass 11kg

F4CF-D35

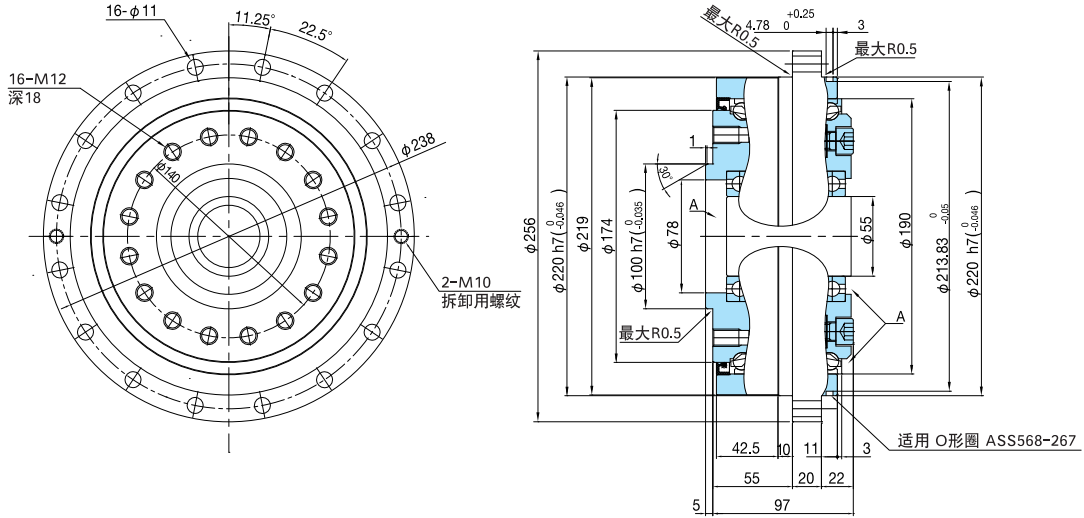


高速轴最大孔径	
键方式	ϕ 32 (键 10X8) 质量11kg
花键方式	ϕ 35 (渐开线花键 45 X 25 X 1.667)

注: 高速轴规格请咨询本公司

Mass 15kg

F4CF-D45



	高速轴最大孔径
键方式	Φ41 (键 12X8) 质量 24kg
花键方式	Φ045 (渐开线花键55X31X1.667)

注 高速轴规格请咨询本公司。

Mass 24kg

13. 工作原理

FINE CYCLO® 的减速部分在原理和机构方面与齿轮电机的渐开线齿轮传动机构有着本质区别。

FINE CYCLO® 减速机从原理上说是将以下两个机构组合而成的：

☆具有次摆线曲线齿形的，一个或两个齿数差的内啮式行星齿轮结构。

☆具有圆弧齿形的等速内齿轮结构。

图 D-3 内啮式行星齿轮结构

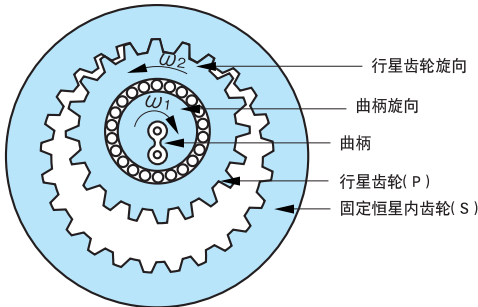


图 D-4 齿数差为 1 的行星齿轮结构

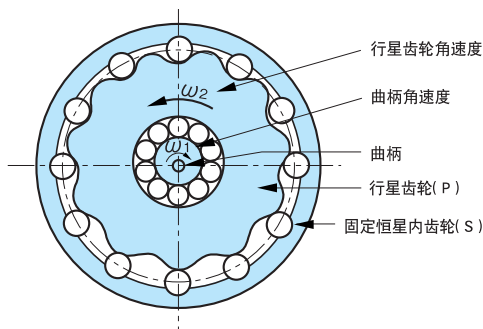


图 D-5 等速内齿轮结构

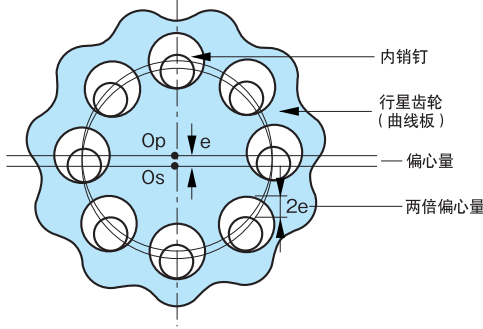
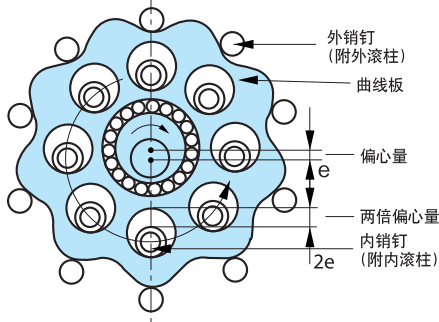


图 D-6 CYCLO® 减速机结构模型



参见图 D-3

在下述公式 1 中，P 表示行星齿轮的齿数，S 表示太阳齿轮的齿数，ω₂ 表示行星齿轮自转的角速度。ω₂ 与 ω₁ 的速度比如下所示：

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1 - \frac{S}{P} = -\frac{S-P}{P} \dots \text{式 1}$$

在上式中，当 S 比 P 大 1~2 时，可获得最高的速度比。

也就是说，如果将 S-P=1 应用于式 1，速度比可从下式算出。

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{P} \dots \text{式 2}$$

如果将 S-P=2 应用于式 1，则速度比可从下式算出。

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{2}{P} \dots \text{式 3}$$

当曲柄以角速度 ω₁ 绕恒星齿轮的轴线旋转时，行星齿轮将以下述角速度旋转：

$$-\frac{1\omega_1}{P} \text{ 或 } -\frac{2\omega_1}{P}$$

这时 P 表示行星齿轮的齿数，负号表示行星齿轮的旋转方向与曲轴相反。

在图 D-4 所示的 FINE CYCLO® 中，太阳齿轮采用圆弧齿轮，行星齿轮采用行星次摆线平行曲线，从而消除了齿顶干涉现象。

如图 D-5 所示，行星齿轮通过内部等速齿轮传动机构绕自身轴线旋转。

在图 D-6 所示的该机构中，内销钉均匀分布在太阳齿轮轴线的同心圆周上。内销钉通过在每个行星齿轮或摆线盘的孔的圆周上滚动，来传递行星齿轮的旋转。

孔的直径减去内销钉的直径等于曲轴（偏心）偏心量的两倍。

该机构仅将行星齿轮绕自身轴线的旋转平稳传递给低速轴。

备忘录

保修

本公司提供产品的保修范围仅限于本公司生产的产品。

保修（期限与内容）

保修期限	仅限于新品,在出厂后 18 个月或运转后 12 个月内,以其中时间较短的一方为保修期限。
保修范围	在保修期内,按照使用说明书的要求正确安装,连接并进行维修管理;按照产品目录上记载的规格或在另行协商的条件下进行正常运转的,除了下列情况外,经本公司判断,无偿进行修理或更换。 但是,将本产品与用户的其他装置等连接时,从该装置卸下以及安装所附带的施工费用、运输费用以及对用户发生的机会损失,作业损失、其他间接损失均不提供补偿。
非保修项目	凡涉及以下情况者,均不在保修范围以内。 1. 本产品的安装,与其他装置的连接不当所引起的故障。 2. 对本产品的保管未实施本公司规定的保管要领书中的要领,对维修管理不严格,未正确操作而引起的故障。 3. 规格以外的运转,或者其他在本公司不知的运转条件、使用状态下引起的故障,或者使用并非本公司推荐的润滑油引起的故障。 4. 用户连接的装置缺陷或者特殊规格引起的故障。 5. 改造本产品或者变更结构而引起的故障。 6. 用户提供的零件或指定的零件的缺陷而引起的故障。 7. 地震、火灾、水灾、盐害、煤气灾害、雷击、其他不可抗力所引起的故障。 8. 即使采用正常的使用方法,轴承、油封等消耗品的自然消耗,磨损、老化等有关该消耗品的保修。 9. 其他不属于本公司责任范围的事项引起的故障。

住友中国网络

上海总公司
上海市长宁区虹桥路1386号
文广大厦1101室
邮编: 200336
电话: +86(21)34627877
传真: +86(21)34627922

杭州分公司
杭州市凤起路78号杭州国际
假日酒店商务楼408室
邮编: 310003
电话: +86(571)28909729
传真: +86(571)28909730

福州分公司
福州市五一中路88号
平安大厦7F C2单元
邮编: 350001
电话: +86(591)87608527
传真: +86(591)87608617

厦门联络处
厦门市莲前西路811号1401室
邮编: 361009
电话: +86(592)5196266
传真: +86(592)5196266

江西联络处
江西省南昌市建设西路99号星加坡花园
1栋F单元701室
邮编: 330052
电话: +86(791)86521169
传真: +86(791)86521169

沈阳分公司
沈阳市和平区和平北大街69号
总统大厦C座1903室
邮编: 110003
电话: +86(24)22812030
传真: +86(24)22812032

大连办事处
大连市黄河路677号天兴-罗斯福国际
中心写字楼1712室
邮编: 116021
电话: +86(411)84521309
传真: +86(411)84521306

哈尔滨联络处
哈尔滨市香坊区香康街7号
邮编: 150036
电话: 18646118585

长春办事处
吉林省长春市净月区南四环路与临河街
交汇保利香槟C3-2-2205
邮编: 130021
电话: 13504317265

乌鲁木齐联络处
新疆乌鲁木齐沙区红庙子街道
西五巷256号沁园9-3-501
邮编: 830002
电话: +86(991)2658211
传真: +86(991)2657211

南京分公司
江苏省南京市中山南路49号
南京商茂世纪广场16楼A4座
邮编: 210005
电话: +86(25)86890102
传真: +86(25)86890121

无锡分公司
无锡市滨湖区万达广场
A区写字楼2011室
邮编: 214000
电话: +86(510)82735106
传真: +86(510)82722686

合肥联络处
合肥市政务区东流路999号
新城国际A座1707室
邮编: 230022
电话: +86(551)63525360
传真: +86(551)62852401

苏州分公司
苏州新区狮山路88号
金河国际中心2111室
邮编: 215011
电话: +86(512)68050638
传真: +86(512)68050568

济南分公司
济南市历下区华能路38号
汇能大厦2305室
邮编: 250100
电话: +86(531)88119586
传真: +86(531)88119585

青岛分公司
青岛市山东路40号
青岛广发金融大厦1304-C
邮编: 266071
电话: +86(532)86660107
传真: +86(532)86660105

成都分公司
成都市人民南路一段86号
城市之心19楼E座
邮编: 610016
电话: +86(28)86203056
传真: +86(28)86203058

重庆办事处
重庆市九龙坡区火炬大道99号
千叶大厦3栋14-4
邮编: 400010
电话: +86(23)63801662
传真: +86(23)63801660

昆明联络处
昆明市五华区红锦路46号
荷塘月色8幢3单元502室
邮编: 650228
电话: +86(871)63510627
传真: +86(871)63510602

郑州分公司
郑州市金水路24号
润华商务花园A座426室
邮编: 450012
电话: +86(371)63857861
传真: +86(371)63857222

西安分公司
西安市雁塔区高新四路一号
高科广场A座702室
邮编: 710075
电话: +86(29)88365200
传真: +86(29)88365202

烟台联络处
山东烟台开发区
金桥澎湖湾20-1-1002
邮编: 265500
电话: 18660559973

北京分公司
北京市朝阳区东三环中路16号
京粮大厦1408室
邮编: 100020
电话: +86(10)84854688
传真: +86(10)84854698

石家庄联络处
河北省石家庄新华区誉宏路1号
明珠花园12-3-502室
邮编: 050000
电话: +86(311)68008684
传真: +86(311)68008684

唐山联络处
唐山市开平区现代装备制造工业区
园区道35号住友重机械(唐山)有限公司
SCT营业部
邮编: 063021
电话: +86(315)3390889
传真: +86(315)3390858

天津分公司
天津市东丽经济开发区
三经路7号
邮编: 300300
电话: +86(22)24980378
传真: +86(22)24985406

太原分公司
山西省太原市万柏林区和平北路漪汾
街交叉口大唐惠泽苑17号楼415室
邮编: 030024
电话: +86(351)5260423
传真: +86(351)5260423

武汉分公司
武汉市硚口区硠口路中山大道1号
越秀财务中心1104A
邮编: 430022
电话: +86(27)85710230
传真: +86(27)85728831

长沙分公司
长沙市雨花区万家丽路
欧亚达国际广场3栋2475室
邮编: 410016
电话: +86(731)84132878
传真: +86(731)84148938

广州分公司
广州市林和西路161号
中泰国际A座1208室
邮编: 511356
电话: +86(20)38288422
传真: +86(20)38288580

温州联络处
温州市瓯海区
高翔路57号
邮编: 325006
电话: 18857791797

宁波联络处
浙江省宁波市海曙区
紫微新村4栋11号405室
邮编: 315016
电话: 13306687987
传真: +86(574)89021801

香港分公司
香港九龙长沙湾永康街77号
环荟中心1301室
电话: 00852-24601874
传真: 00852-24601882

天津制造中心
天津市东丽经济开发区
三经路7号
邮编: 300300
电话: +86(22)24993501
传真: +86(22)24993507

松江SCL工厂
上海市松江区书楼路301号2幢
邮编: 201600
电话: +86(21)57748866
传真: +86(21)57748511

广州组装中心
广州市永和经济技术开发区
桑田三路32号兴宇物流第1号厂房
邮编: 511356
电话: +86(20)82981073
传真: +86(20)32221017

唐山制造中心
唐山市开平区现代装备制造工业区
园区道35号
邮编: 063021
电话: +86(315)3390880
传真: +86(315)3390939

住友全球其他网络

Asia/Oceania

Korea
Sumitomo(SH)Cyclo Drive Korea, Ltd. (SCK)
Tel: (82)2-730-0151

Taiwan
Tatung SM-Cyclo Co., Ltd. (TSC)
Tel: (886)2-2595-7275

Singapore
Sumitomo(SH)Cyclo Drive Asia Pacific Pte. Ltd. (SCA)
Tel: (65)6591-7800

Philippines
SCA Branch Office in Philippines
Tel: (63)2-6800-6500

Vietnam
SCA Representative Office in Hanoi
Tel: (84)4-3767-2716

Malaysia
SM-Cyclo (Malaysia) Sdn. Bhd. (SMMA)
Tel: (60)3-8061-2909

Thailand
SM-Cyclo (Thailand) Co., Ltd. (SMTH)
Tel: (66)2-670-0998

Australia
SM-Cyclo (Australia) Pty., Ltd. (SMAU)
Tel: (61)2-6811-6555

India
Sumi-Cyclo Drive India Private Limited
Tel: (91)20-6674-2900

Americas
U.S.A.
Sumitomo Machinery Corporation of America (SMA)
Tel: (1)757-485-8218

Argentina
SM-Cyclo de Argentina S.A. (SMAR)
Tel: (54)11-4765-5332

Brazil
SM-Cyclo Redutores do Brasil, Ltda. (SMBR)
Tel: (55)11-5585-3600

Chile
SM-Cyclo de Chile, Ltda. (SMCH)
Tel: (56)2-892-7000

Mexico
SM-Cyclo de Mexico, S.A. de C.V. (SMME)
Tel: (52)81-8144-5130

Canada
SM-Cyclo of Canada, Ltd. (SMC)
Tel: (1)905-469-1050

Europe
Germany
Sumitomo(SH) Cyclo Drive Germany GmbH (SCG)
Tel: (49)8136-66-0

Austria
SCG Branch Austria Office
Tel: (43)732-330958

Benelux
SCG Branch Benelux Office
Tel: (32)16 60 83 11

France
SM-Cyclo France E.U.R.L. (SMFR)
Tel: (33)149-929494

Italy
SM-Cyclo Italy Srl (SMIT)
Tel: (39)02-9356-2121

Spain
SM-Cyclo Iberia, S.L. (SMIB)
Tel: (34)944-805389

Sweden
SM-Cyclo Scandinavia AB (SMSC)
Tel: (46)40220030

UK
SM-Cyclo UK Ltd. (SMUK)
Tel: (44)1482-790340