

# RV®



精密减速机 RV™  
紧凑型执行器

# AF

AF 系列

ALL in ONE



Nabtesco



# 通过“启动、停止。”为社会做出贡献

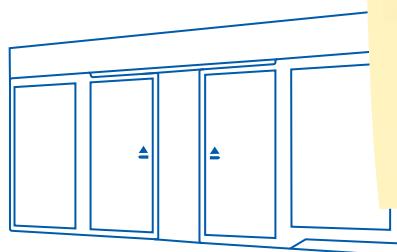
纳博特斯克在各领域提供方便生活的产品。

正如所见，对于活动物体而言，它都是必不可少的高精度重要部分。在生活中的各方面所需一切启动、停止领域贡献纳博特斯克技术。



这个机器人也是

精密减速机控制工业用机器人的启动、停止。



这个门也是

对建筑物用自动门和站台门进行开、关控制。



这个风车也是

通过风力发电机用驱动装置对风车方向和叶片角度进行调整控制。

这个建筑机械也是

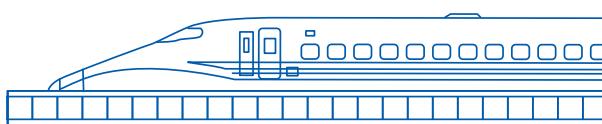
通过驱动电机和控制阀对液压机铲进行启动、停止。



## 纳博特斯克 无处不在！

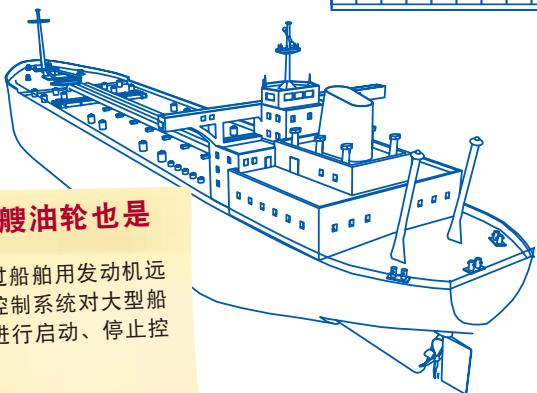
新干线也是

通过制动系统对活跃在世界各地的新干线进行停车控制。



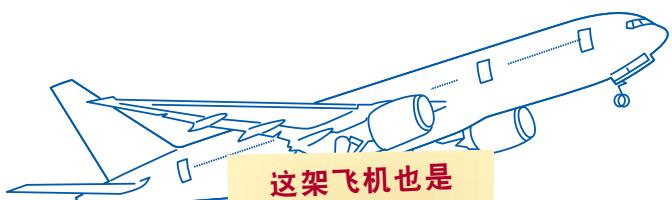
这艘油轮也是

通过船舶用发动机远程控制系统对大型船舶进行启动、停止控制。



这架飞机也是

通过飞行控制系统对飞机的飞行状态进行校正、调整控制。



# 目录

## 何谓纳博特斯克？

纳博特斯克的目标是以“动作控制”为关键，灵活运用本公司的强项“元件技术”和“系统技术”，大力推进极具独创性的产品开发。进而最大限度地发挥纳博特斯克集团的规模优势，进一步增强实力。

在海、陆、空各领域确立世界市场第一、国内市场第一的领先地位，以能力超群的多面手以及面向未来的姿态迎接挑战，推进纳博特斯克的发展。



## Nabtesco

2002年4月：开始从事与液压机相关的业务合作

2003年10月：统一经营

帝人制机和NABCO以液压机业务合作为契机，对两家公司的产品结构、核心技术、企业战略，乃至企业文化进行整合，对通过有效的手段进行统一经营、从而进一步增加企业价值，使企业得以长期稳定的发展达成了共识。

基于上述判断，在2003年通过股票转移成立了使上述两家公司成为全资子公司的股权公司纳博特斯克，又经过为期1年的筹备，通过简单的合并方式将两家公司合二为一，使纳博特斯克转变为营业股权公司。

何谓 AF 系列	02 – 03
主要用途	04 – 05
优越性	06
系统配置示例	07
各部分的名称	08 – 09
工作原理	10
规格	11 – 14
外形尺寸图	15 – 21

### 技术资料

探讨使用本产品时的注意事项	22
术语说明	23
选定产品	
流程图	24
型号代码的选定例	25 – 31
技术数据	
计算倾角和扭转角	32
设计要点	
执行器安装部件的设计	33 – 34
润滑剂	35
附录	
惯性力矩计算公式	36

# Actuator for Factory Automation



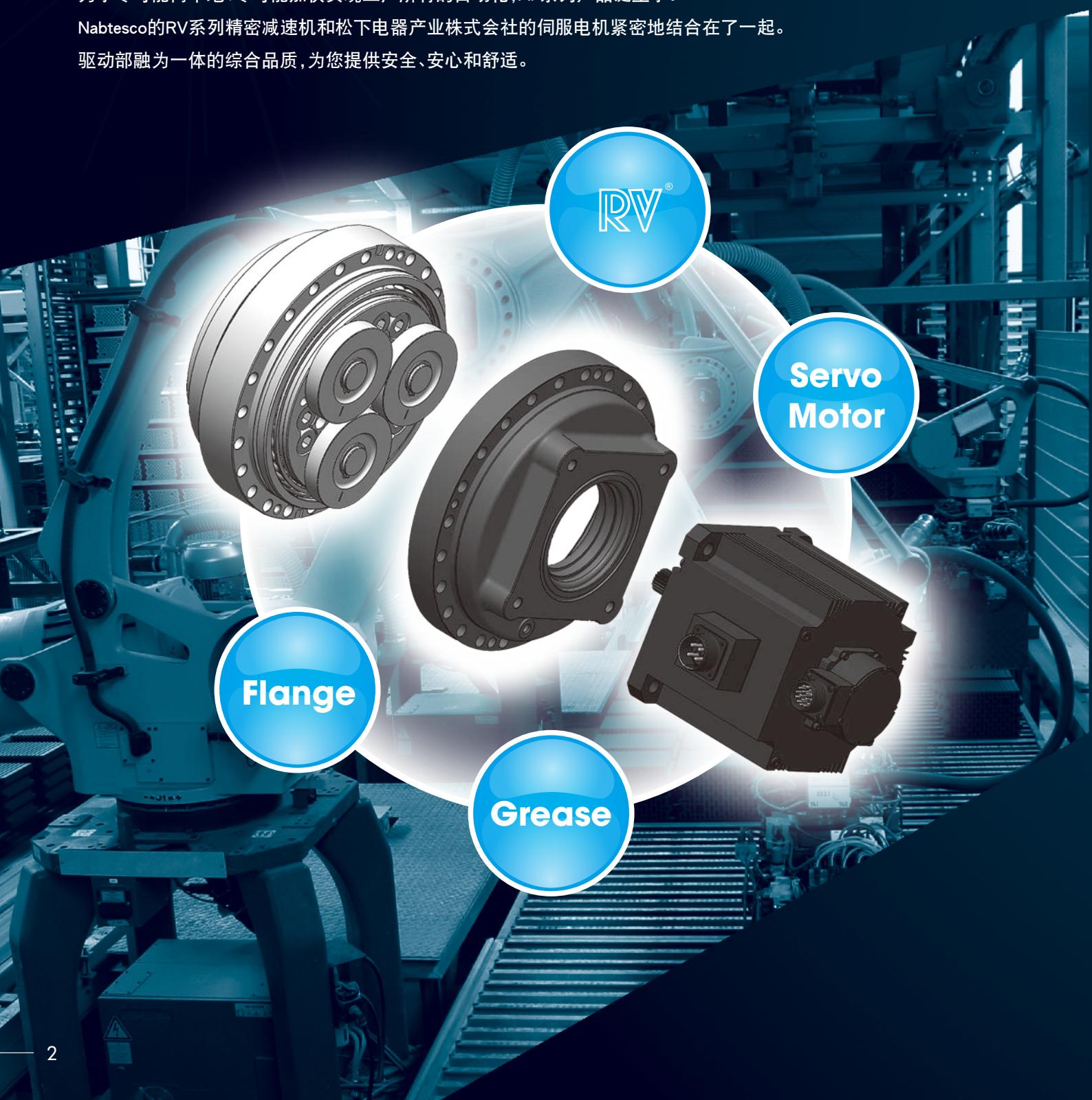
实现了全内置式一体型设计

虽然很想实现自动化,但依靠现成产品去实现,在部件选定、设计、制作上是否很费时间呢?

为了尽可能简单地、尽可能加快实现工厂所有的自动化,AF系列产品诞生了。

Nabtesco的RV系列精密减速机和松下电器产业株式会社的伺服电机紧密地结合在了一起。

驱动部融为一体综合品质,为您提供安全、安心和舒适。



## RV® 占世界市场份额60%

精密减速机RV系列产品是采用了planocentric方式减速机构的高精密控制用减速机。由于该减速机同时咬合齿数较多,所以具备小型、轻量特点的同时,也具有高刚性、耐过载的特点。另外,由于齿隙、旋转振动、惯性力矩小,所以具有良好的加速性能,可实现平稳运转并获取高精度定位。在工业用机器人、机床、装配装置、搬运装置等领域被广泛运用。

- ▶ 高刚性、抗冲击性强
- ▶ 输出转矩大、耐久性好
- ▶ 低振动
- ▶ 减速比范围广
- ▶ 扁平、紧凑
- ▶ 高精度定位(精确旋转)



工业用机器人关节用途  
精密减速机



# 主要用途

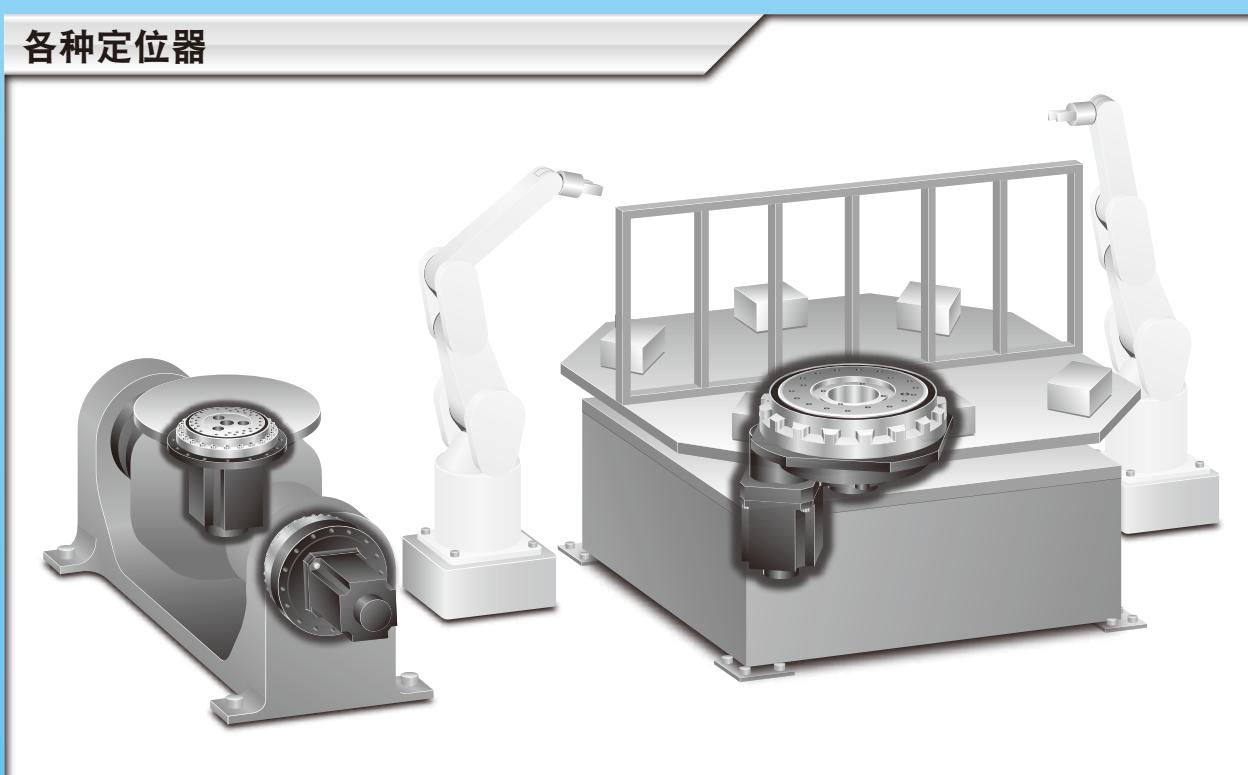
以下介绍通过AF系列产品实现自动化的应用示例。

除此以外,还可以应用于其他各种用途。

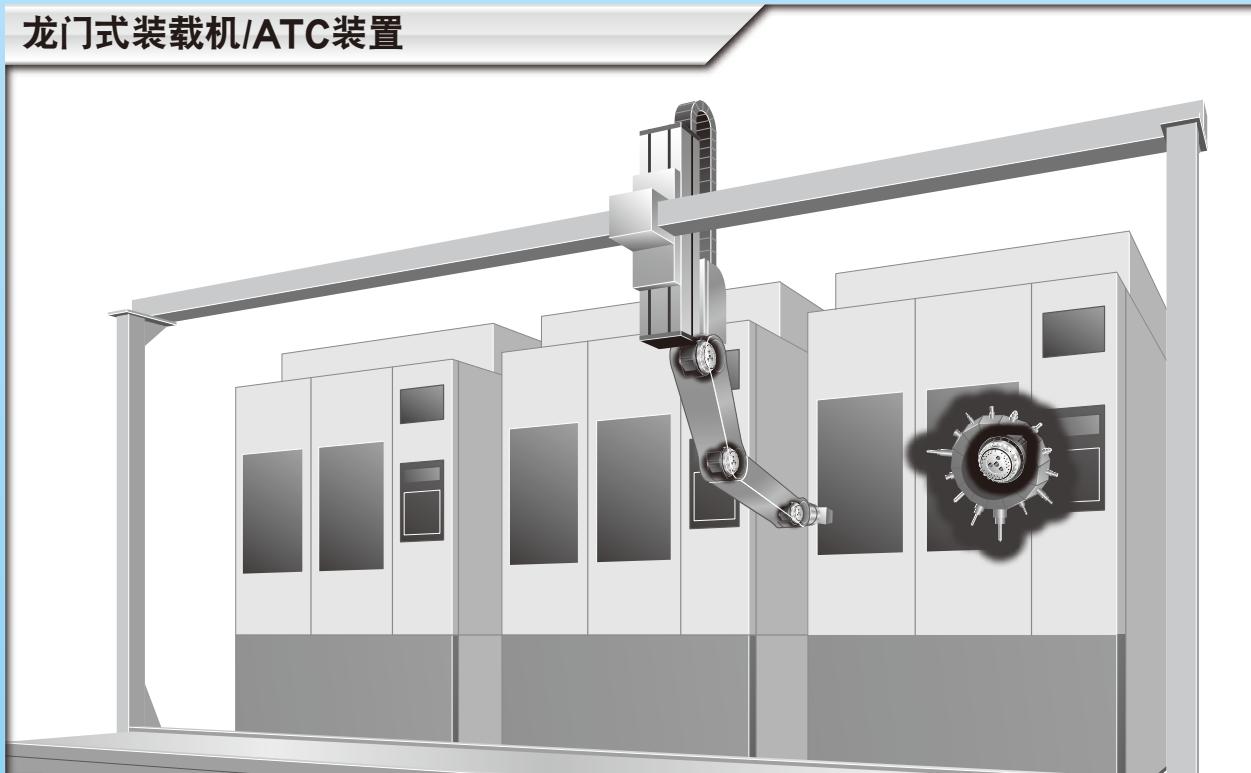
码垛机器人/旋转工作台



各种定位器



龙门式装载机/ATC装置



水平多关节机器人/圆柱坐标机器人

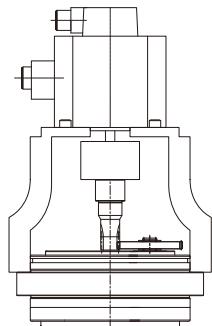


# 优越性

AF系列产品助您排愁解难！

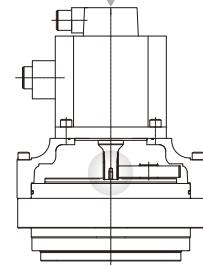
## 优点 1 紧凑化

未使用时



因使用输入齿轮和联轴器，  
整体长度变长了

使用后

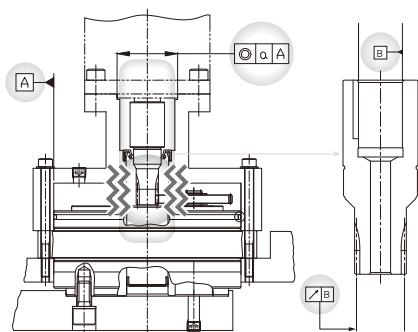


电机轴上进行了齿轮加工,非常紧凑  
比往常最多缩短23%

AF系列产品可实现

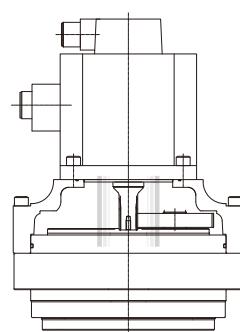
## 优点 2 可靠性提高

未使用时



加工费力。  
如果轴的径向跳动、同心度加工精度差  
则会引起异响。

使用后

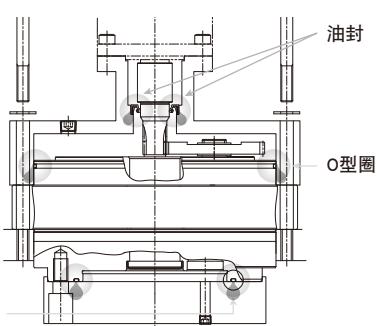


加工装配后出货。  
不必担心发生异响。

AF系列产品可实现

## 优点 3 提高质量

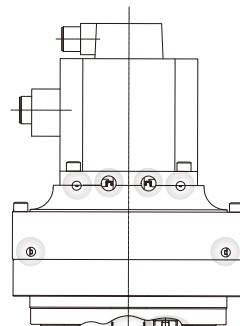
未使用时



O型圈或  
液体密封剂

润滑脂封入麻烦。  
忘记密封会造成润滑脂泄漏。

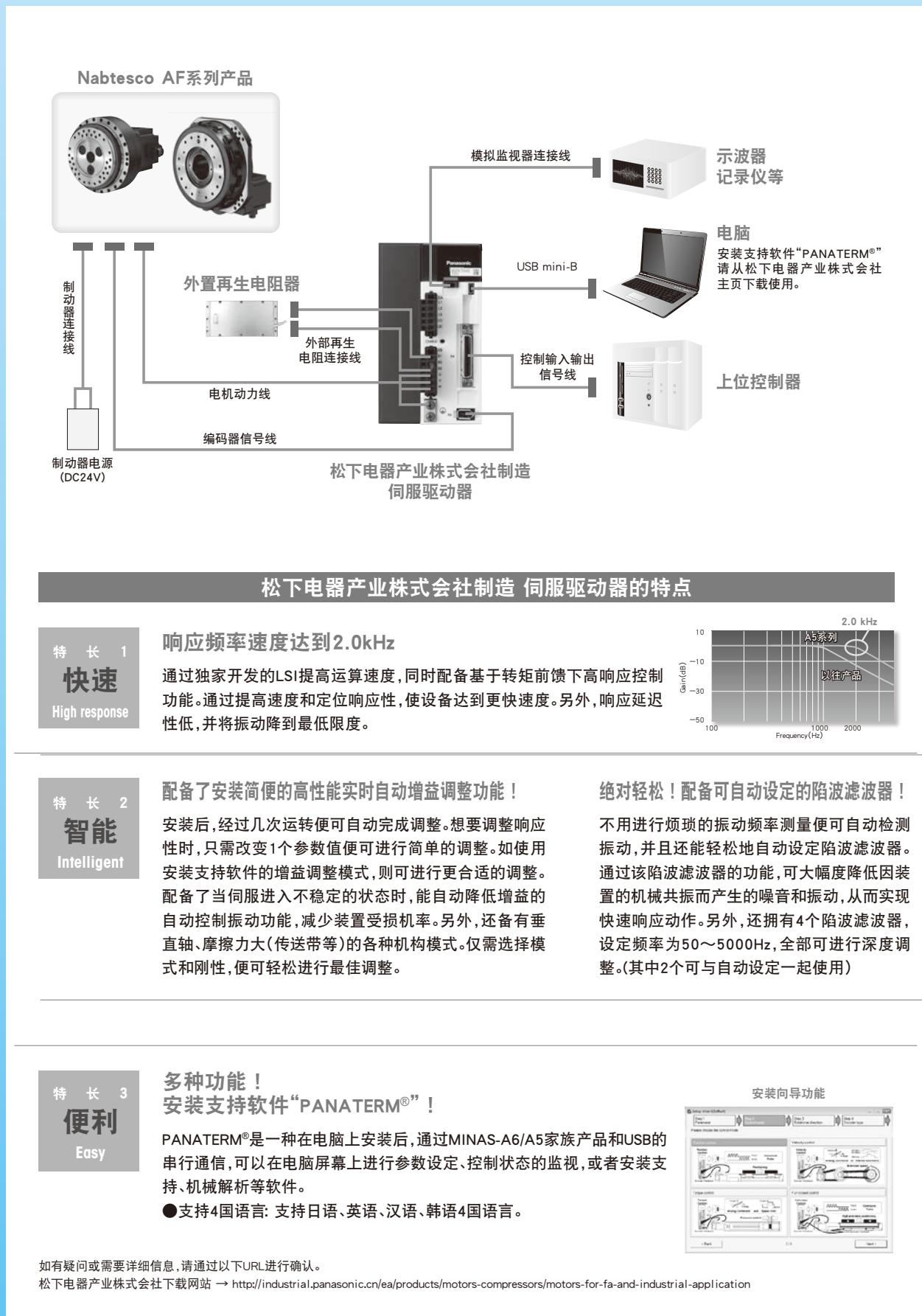
使用后



润滑脂已封入。  
不必担心润滑脂泄漏。

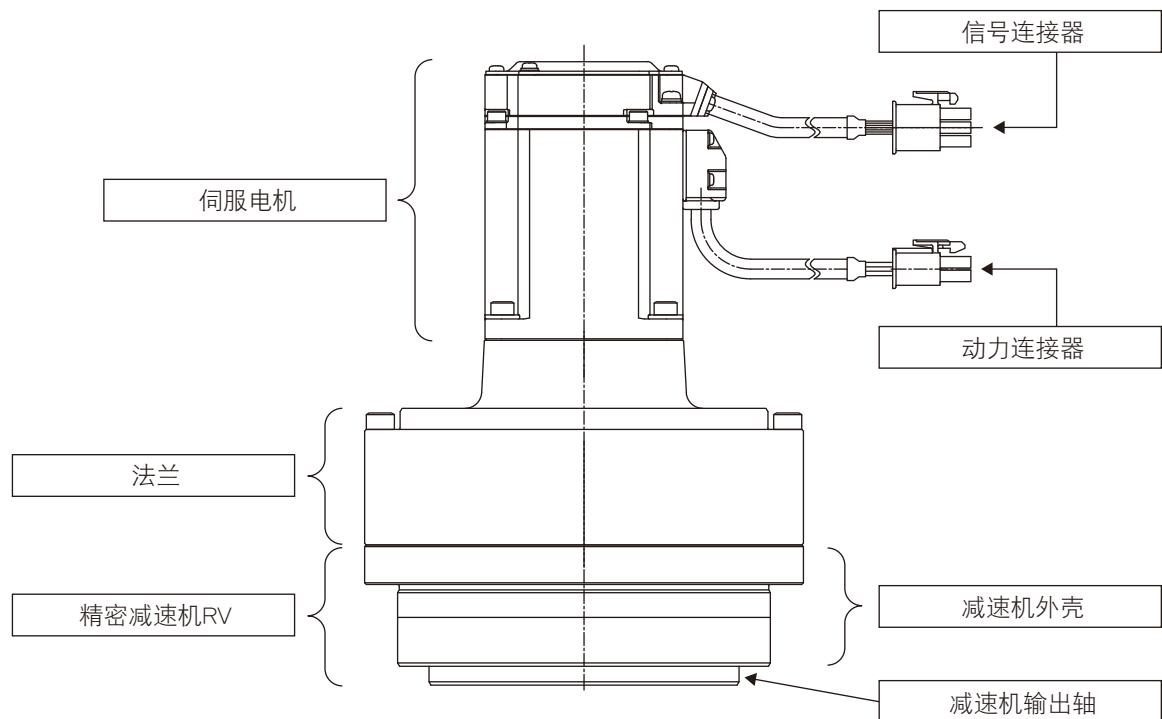
AF系列产品可实现

# 系统配置示例

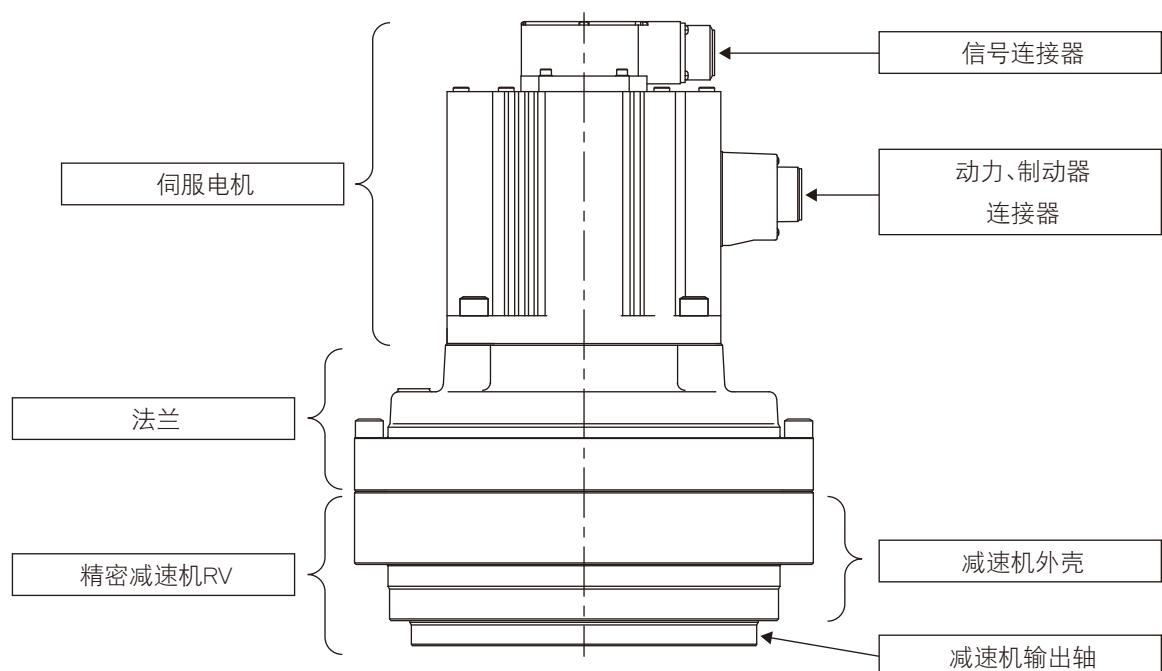


# 各部分的名称

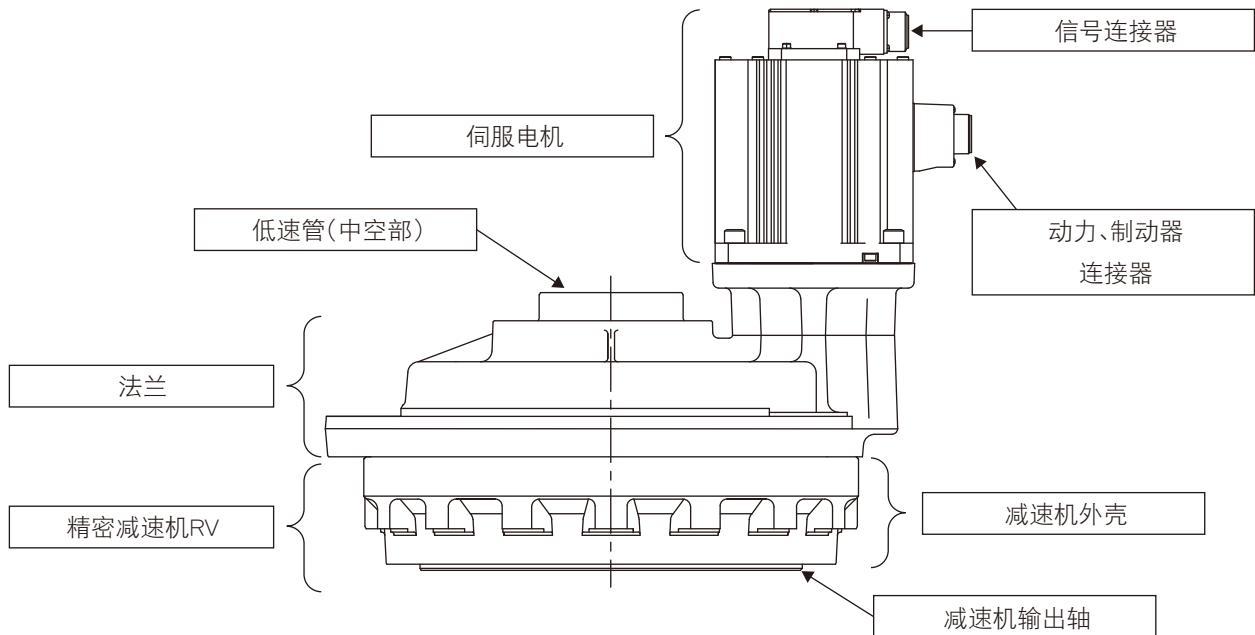
## ●中大型 (AF017N)



## ●中大型 (AF042N、AF125N、AF380N、AF500N)



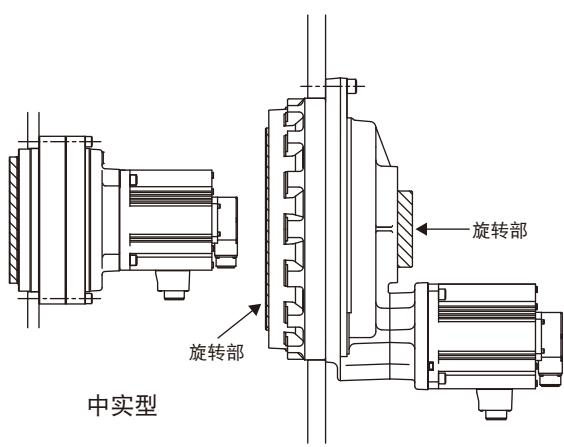
## ●中空型 (AF200C、AF320C)



## 旋转部位的选择

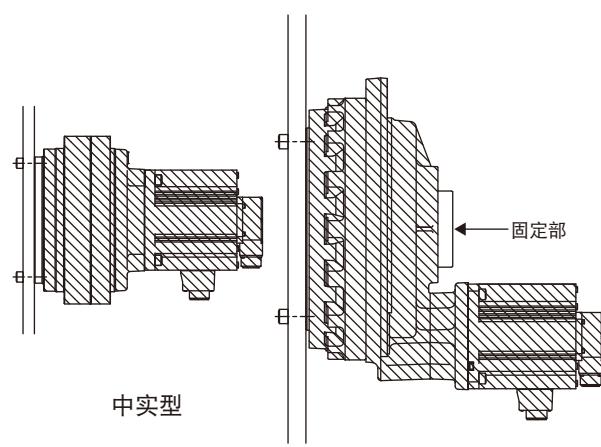
本产品可选择固定部位和旋转部位。请根据客户的机械装置要求选择固定部位和旋转部位。

### ●外壳固定输出轴旋转的旋转部



 : 旋转部

### ●输出轴固定外壳旋转的旋转部



※注) 以外壳旋转使用本产品时, 电机及连接电机的电缆也一起旋转, 因此请注意电缆的卷绕情况。

# 工作原理

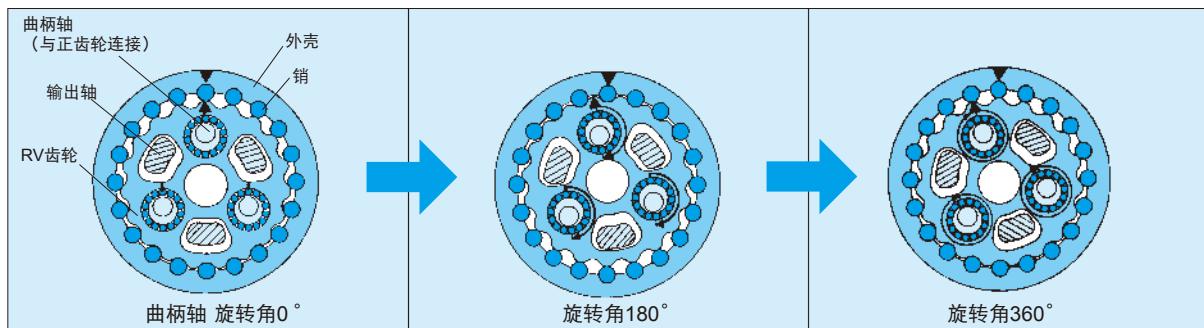
精密减速机RV是2级减速型。

## 第1减速部 …正齿轮减速机构

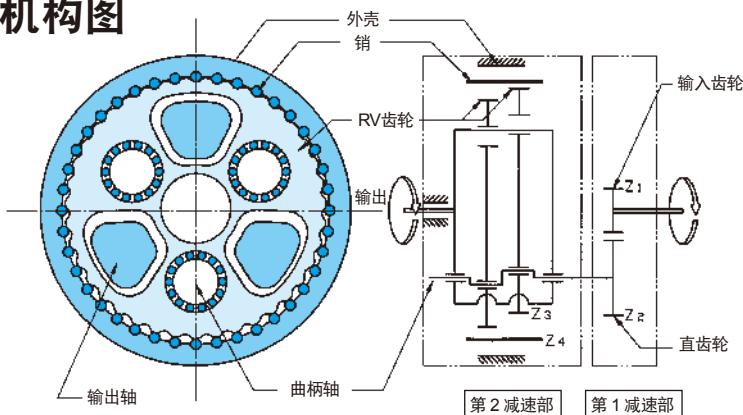
- 输入轴的旋转从输入齿轮传递到正齿轮，按齿数比进行减速。这是第1减速部。

## 第2减速部 …差动齿轮减速机构

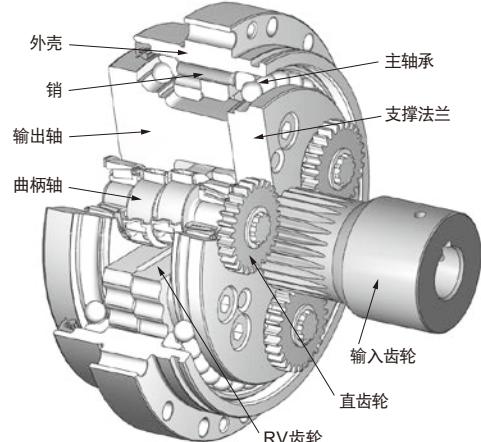
- 正齿轮与曲柄轴相连接，变为第2减速部的输入。在曲柄轴的偏心部分，通过滚动轴承安装RV齿轮。另外，在外壳内侧仅比RV齿轮的齿数多1个的针齿，以同等齿距排列。如果固定外壳转动正齿轮，则RV齿轮由于曲柄轴的偏心运动也进行偏心运动。此时如果曲柄轴转动1周，则RV齿轮就会沿与曲柄轴相反的方向转动1个齿。这个转动被输出到第2减速部的轴。
- 将轴固定时，外壳侧成为输出侧。



## 机构图



## 结构



## 速比值

转速比可根据右侧公式计算得到。

$$R = 1 + \frac{Z_2}{Z_1} \cdot Z_4$$

$$i = \frac{1}{R}$$

R : 速比值

Z1 : 输入齿轮的齿数

Z2 : 正齿轮的齿数

Z3 : RV齿轮的齿数

Z4 : 针齿根数

i : 减速比

# 规格

## 型号代码说明

AF 042 N 093 - P1 0 - B A - S 0										
系列名称	型号	形状标示	减速比	固定符号	电机类型 <sup>1</sup>	制动器 <sup>2</sup>	固定符号	油封类型	选配件符号	
AF	017	N : 中实型	081	P0	0 : A5 系列	B : 有制动器	B	S : 单油封	0 : 标准品	
	042		093	P1						
	125		102	P2						
	380		217	P3	1 : A6 系列	0 : 无制动器	A	D : 双油封	选配件符号, 现在只有标准品。	
	500		252	P3						
	200	C : 中空型	155	P2						
	320		157	P5						

注意 1：除 AF017N 对应 A6 系列伺服电机以外，其他型号均对应 A5 系列伺服电机。

2：除 AF017N 对应无刹车的伺服电机以外，其他型号均对应附带刹车的伺服电机。

## 旋转方向

电机的旋转方向与输出部旋转方向的关系如下表所示。

也有电机的旋转方向与输出部旋转方向相反的情况，请确认下表内容。

		电机旋转方向	
		CW	CCW
外壳固定时的 输出轴旋转方向	中实型	CW	CCW
	中空型	CCW	CW
输出轴固定时的 外壳旋转方向	中实型	CCW	CW
	中空型	CW	CCW

此外，如下图所示，上表内容表示从本产品输出侧观察的旋转方向。



注) 从输出侧观察，顺时针旋转为 CW，逆时针旋转为 CCW。

## 国际规格

本产品依据 UL 规格、cUL 规格及欧洲安全规格。

# 规格

## 额定值表

产品系列		中实型					中空型		
项目	单位	AF017N	AF042N	AF125N	AF380N	AF500N	AF200C	AF320C	
额定转矩 <sup>1</sup>	Nm	82	355	1,169	3,329	3,856	1784	3002	
瞬时最大转矩 <sup>2</sup>	Nm	289	1,029	3,062	9,310	11,567	4900	7840	
制动器保持力矩 MIN. <sup>7</sup>	Nm	-	456	2,503	5,338	6,182	2527	3847	
额定输出转速 <sup>1</sup>	min <sup>-1</sup>	37.0	21.5	19.6	9.2	7.9	12.8	12.7	
瞬时最高输出转速	min <sup>-1</sup>	80.2	32.3	29.4	13.8	11.9	19.2	19.1	
单方向定位精度 MAX.	arc.sec.	70	60	50	50	50	50	50	
容许载荷惯性力矩	kgr <sup>2</sup>	11	51	372	2,036	2,732	345	1,314	
容许力矩 <sup>8</sup>	Nm	784	1,660	3,430	7,050	11,000	8,820	20,580	
瞬时最大容许力矩	Nm	1568	3,320	6,860	14,100	22,000	17,640	39,200	
容许径向载荷 <sup>9</sup>	N	6975	12,662	19,804	28,325	40,486	31,455	57,087	
重量	kg	9	17	40	77	93	100	163	
速比值		81	93	102.18 (1737/17)	217.86 (1525/7)	252.33 (757/3)	155.96	157	
齿隙	arc.min.	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
空程	arc.min.	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
执行器	制造商	松下电器产业株式会社							
	系列	A6	A5	A5	A5	A5	A5	A5	
	代表型号	MHMF042L2	MDME102SC	MHME302SC	MDME402SC	MDME402SC	MDME302SC	MDME502SC	
	额定容量	kW	0.4	1.0	3.0	4.0	4.0	3.0	
	额定电流	Arms	2.1	5.7	16.0	21.0	21.0	17.4	
	电机	A (0-p)	10	24	68	89	89	74	
	制动器励磁电压	V	-			DC 24V ±2.4			
	制动器励磁电流	A	-	0.59	1.3	1.3	0.9	1.3	
	制动器吸咐时间 MAX.	msec	-	80	80	80	110	80	
	制动器松开时间 MAX. <sup>6</sup>	msec	-	70	25	25	50	25	
	制动器用途		-			保持			
	位置检测器		※10		1 次旋转 : 17bit 绝对型、多次旋转 : 16bit( 电池备份 )				
	制造商	松下电器产业株式会社							
	A5 II 模拟 / 脉冲	-	MDDKT3530***	MFDKTA390***	MFDKTB3A2***	MFDKTB3A2***	MFDKTA390***	MFDKTB3A2***	
对应伺服驱动器 <sub>5</sub>	A5 II IN RTEX 网络	-	MDDHT3530ND1	MFDHTA390ND1	MFDHTB3A2ND1	MFDHTB3A2ND1	MFDHTA390ND1	MFDHTB3A2ND1	
	A5A RS485 AE LINK 网络	-	MDDHT3530A**	MFDHTA390A**	MFDHTB3A2A**	MFDHTB3A2A**	MFDHTA390A**	MFDHTB3A2A**	
	A5B EtherCAT 网络	-	MDDHT3530BD1	MFDHTA390BD1	MFDHTB3A2BD1	MFDHTB3A2BD1	MFDHTA390BD1	MFDHTB3A2BD1	
	A6 模拟 / 脉冲	MBDLN25S****	-	-	-	-	-	-	
	电源电压				AC200~230V +10%, -15%	50/60Hz			
	电机转矩极限 <sup>3</sup>	%	300	289	261	279	300	274	
								261	

※1 根据电机的额定转矩、额定转速, 考虑减速比和减速机效率后计算出的计算值。此外, 设计本产品时假定其使用于定位用途。使用于连续旋转或频度高的定位动作时, 请与本公司联系。

※2、3 设定伺服驱动器的转矩极限时, 请勿超越瞬时最大转矩。

※4、5 关于伺服电机及伺服驱动器的详细内容, 请参照松下电器产业株式会社发行的使用说明书。

※6 松开时间为使用电涌吸收器的状态下切断直流时的数值。关于电涌吸收器的详细内容, 请参照松下电器产业株式会社发行的商品目录。

※7 根据电机的制动器保持转矩, 考虑减速比和减速机效率后计算出的计算值。

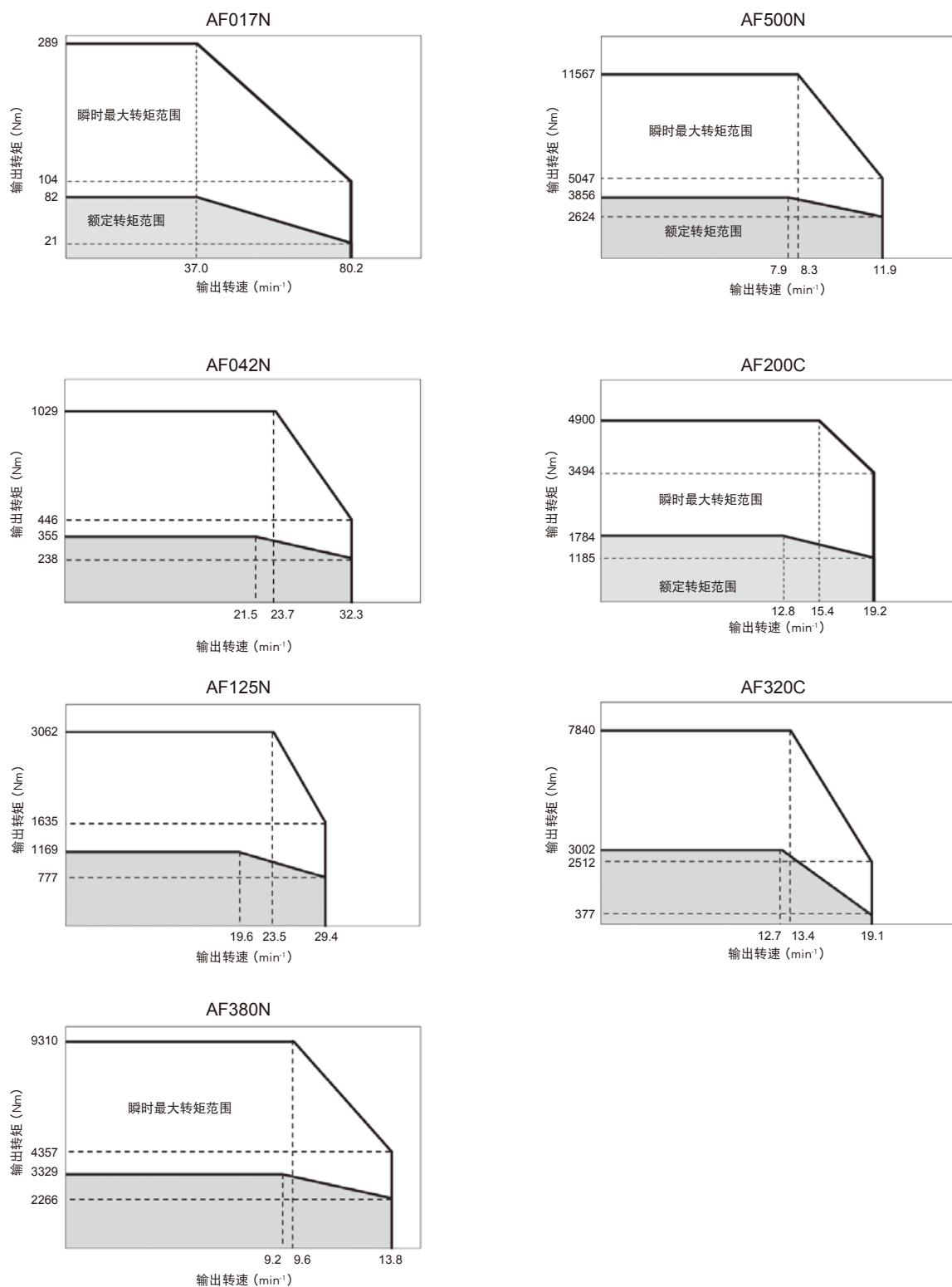
※8 容许力矩因推力负荷而变动。请确认容许力矩线图 (P.14)。

※9 径向载荷作用于 P.32 所示的 b 尺寸内时, 请在容许径向载荷范围内使用。

※10 1 次旋转 : 23bit 绝对型、多次旋转 : 16bit( 电池备份 )

## 转矩范围

本产品的瞬时最大转矩范围和额定转矩范围如下所示。



### 重要

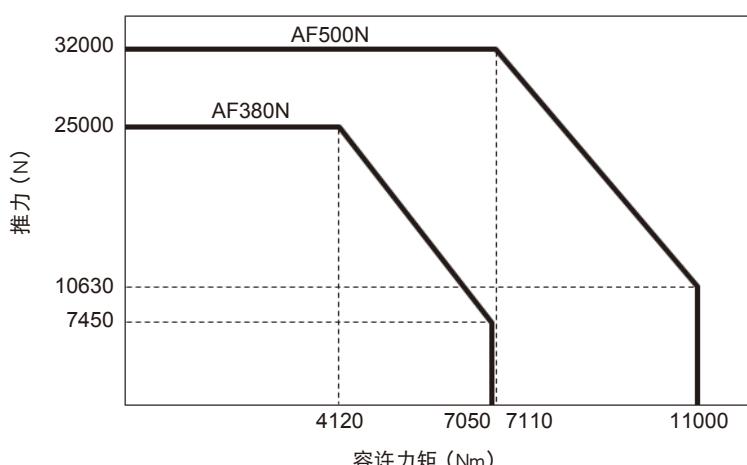
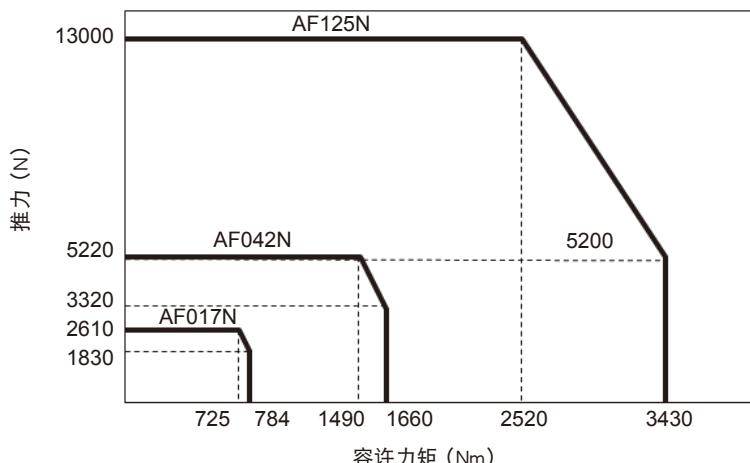
根据电机单体的瞬时最大转矩范围及额定转矩范围，考虑减速比与减速机效率等之后计算出的计算值，以该值表示本产品的瞬时最大转矩范围及额定转矩范围。

# 规格

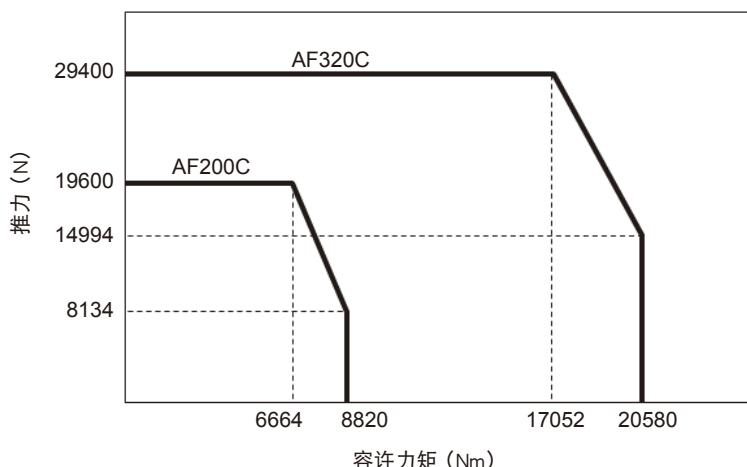
## 容许力矩线图

本产品的容许力矩线图如下所示。

中实型 容许力矩线图

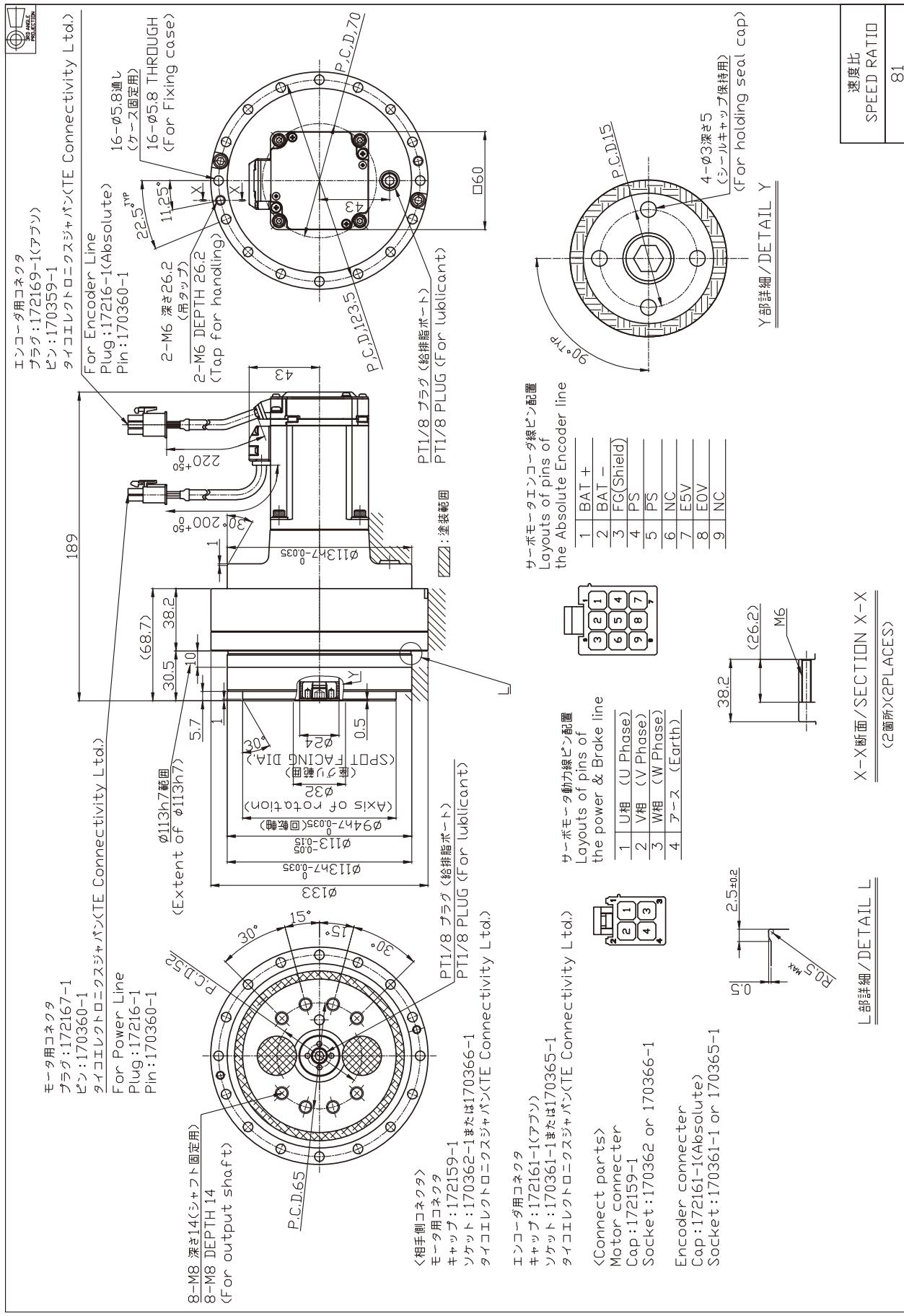


中空型 容许力矩线图



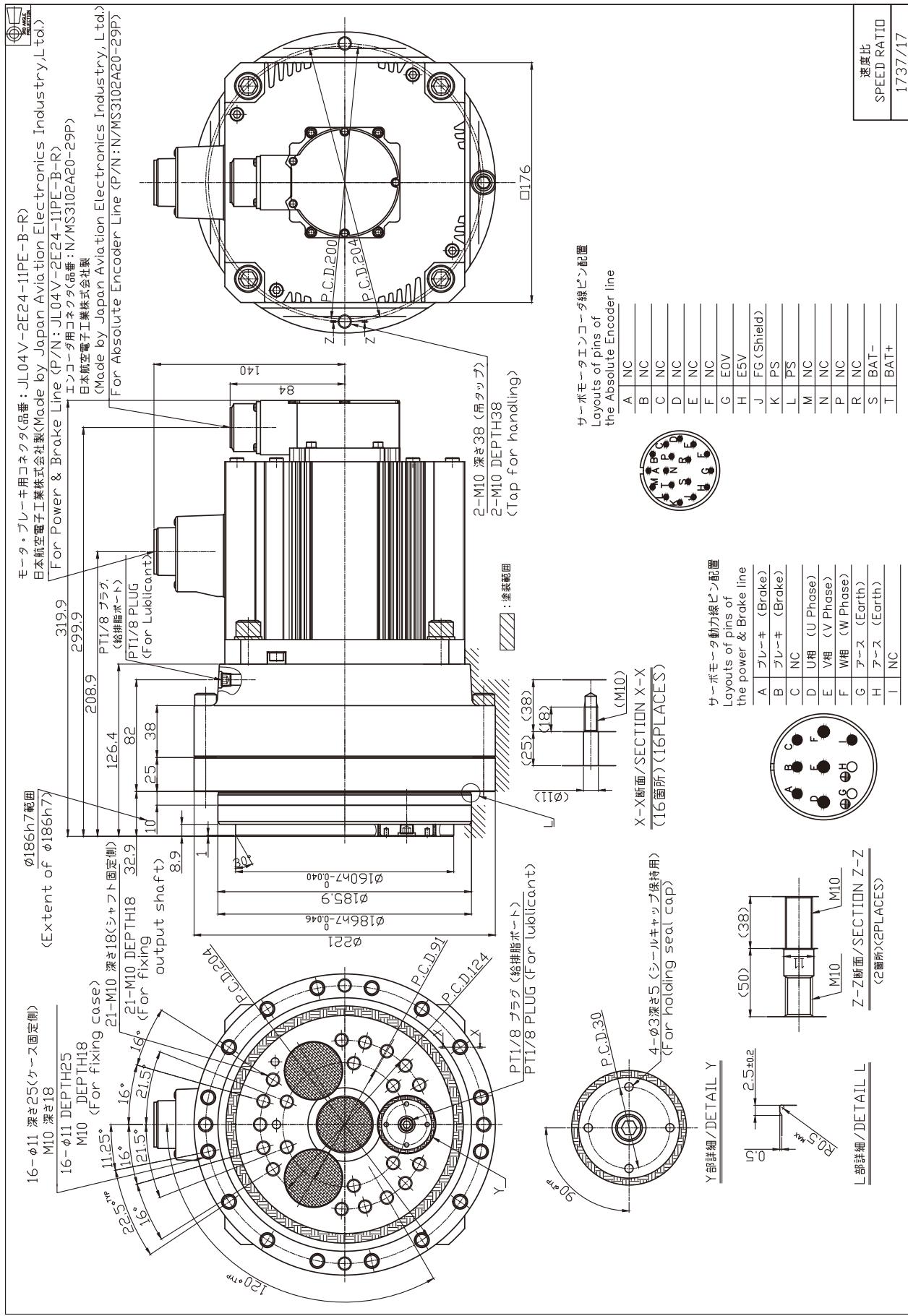
# 外形尺寸图

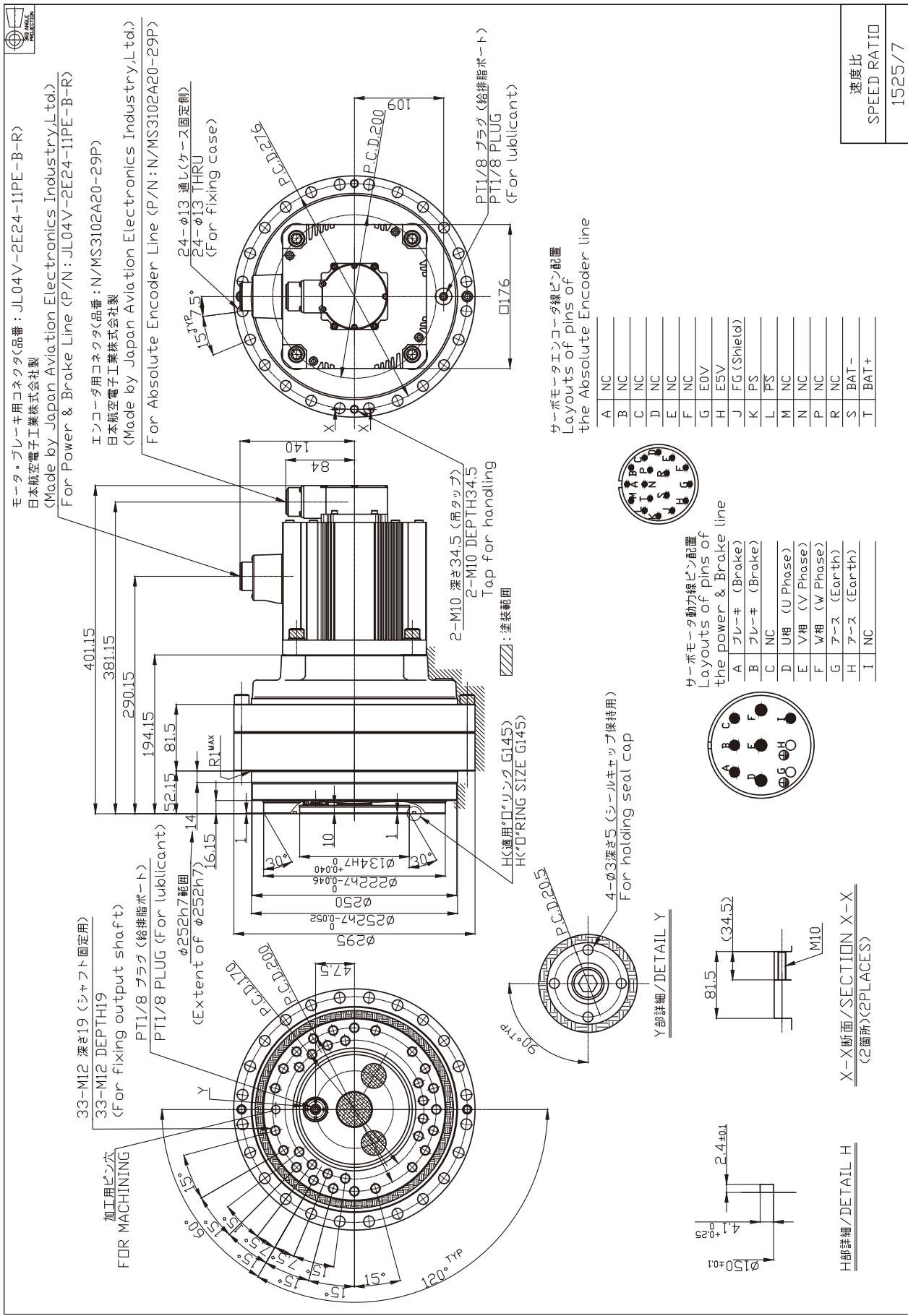
型号：AF017N081-P01-0B-S0



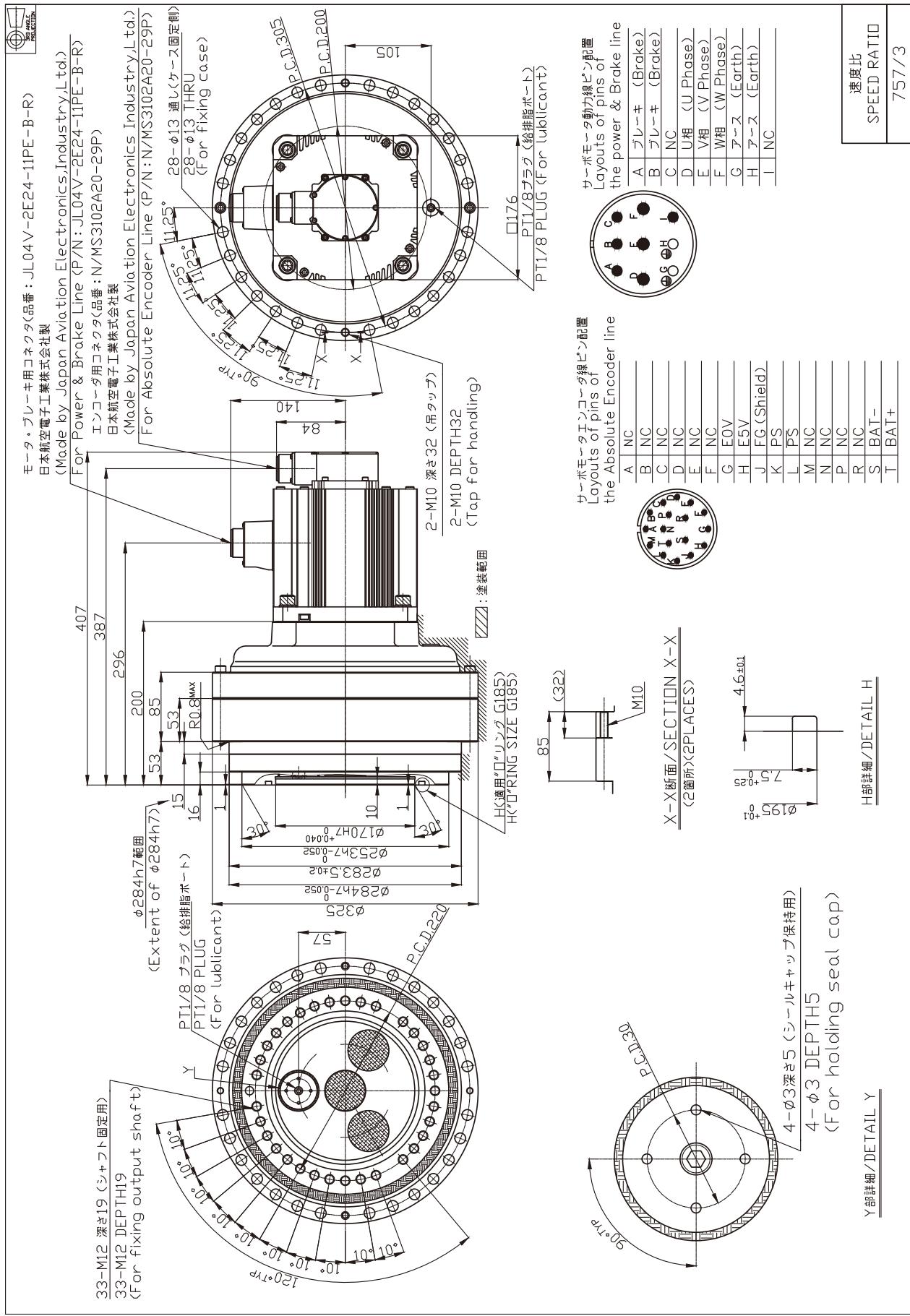


型号 : AF125N102-P20-BA-S0

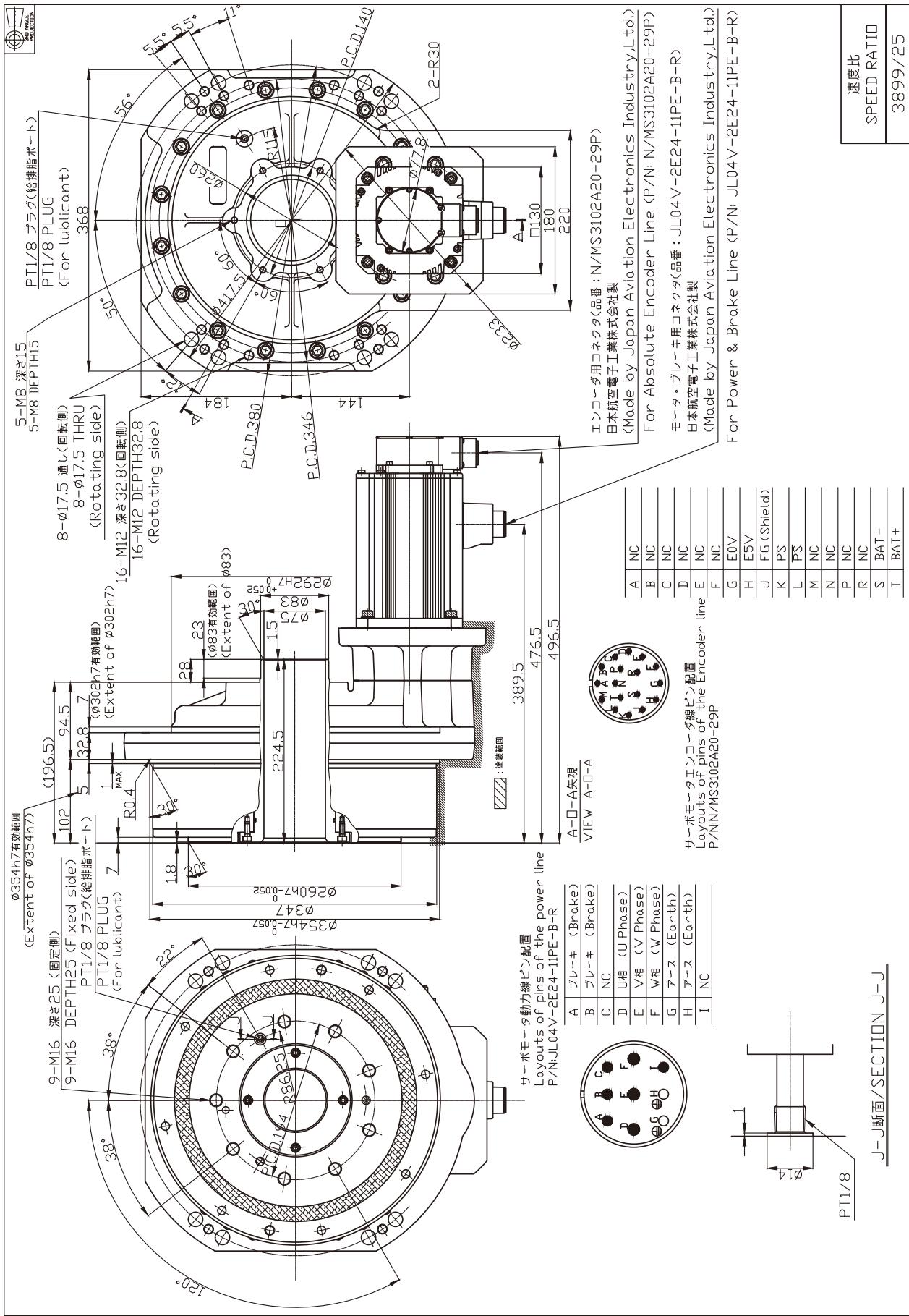




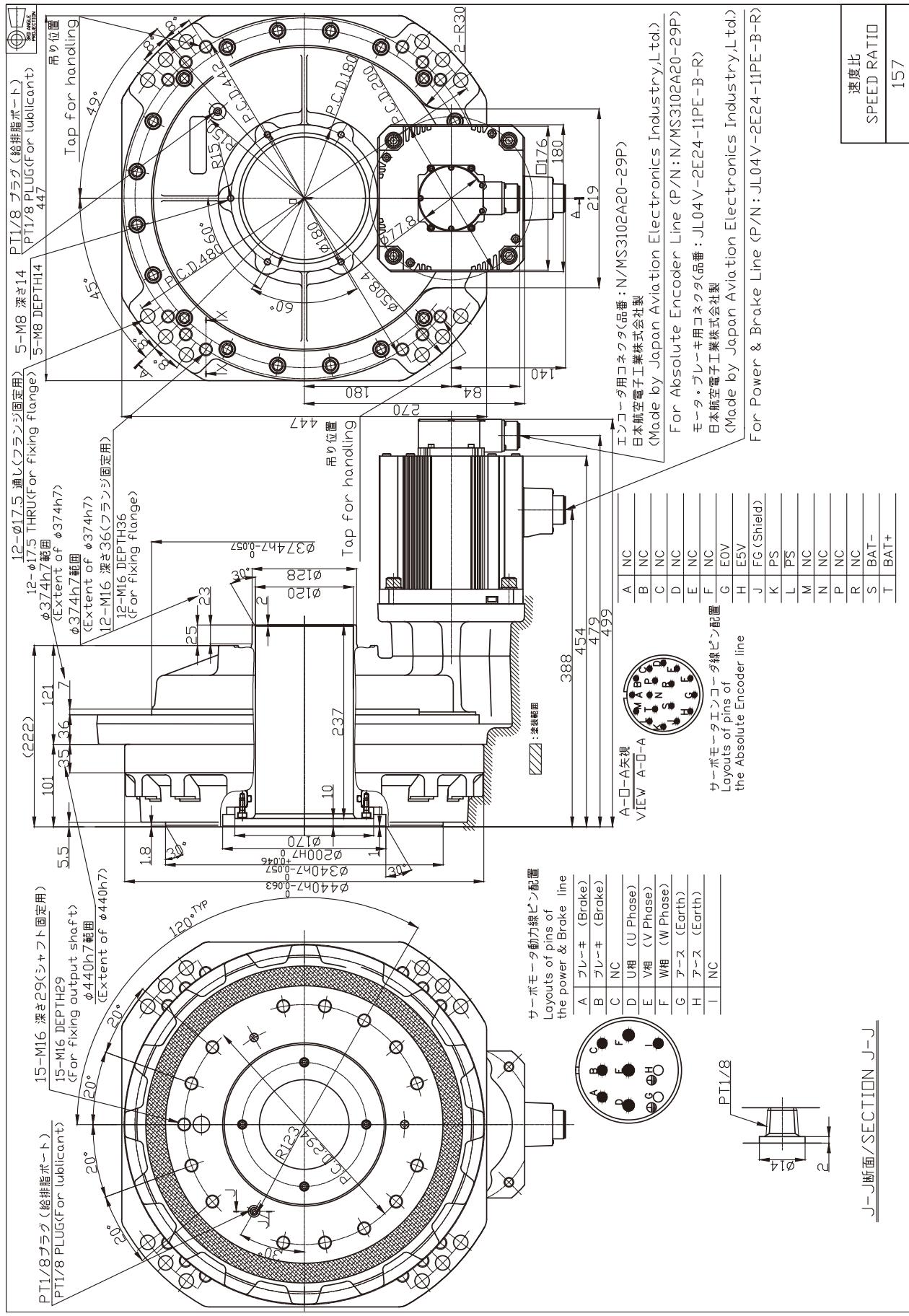
型号：AF500ON252-P30-BA-S0



型号：AF2000C155-P20-BA-S0



型号：AF320C157-P50-BA-S0



# 探讨使用本产品时的注意事项

本产品具有高精度、高刚性的特点，为了充分发挥这些特点，需要遵守各种限制规定，并适当地进行筛选。请各位仔细阅读本技术资料，根据实际的使用环境、使用方法和使用情况等信息选择并采用合适的型号。

## 关于出口

- 在出口本产品时，若最终使用者为军事机构，或产品将被用于兵器等的制造，则需遵守《外汇及外国贸易法》中规定的出口限制要求，因此请事先做好充分的审查并办理必要的出口手续。

## 关于使用用途

- 本产品的故障或误动作直接危及人的生命，本产品被用于可能影响人身安全的装置（原子能设备、宇航设备、交通工具、医疗器械、各种安全装置等），由以上这些情况时，均必须进行认真的探讨，请与本公司代理店或最近的营业部联系。

## 关于安全对策

- 本产品是在严格的品质管理下制造而成的，但是误操作或误使用仍可能导致设备故障或损坏、人身事故。因此请实施充分的安全措施，如设置独立的安全装置等。

## 关于本册子中介绍的产品规格

- 本册子中介绍的规格根据本公司的评价方法所得，请用户在确认产品符合搭载实机的使用条件后再使用。

## 使用环境

请在以下环境中使用执行器。

- 环境温度在0~40°C范围内的场所
- 湿度在20~85%以下且无结露的场所
- 海拔1000m以下的场所
- 通风良好的场所

另外，请勿设置在以下场所。

- 灰尘多的场所
- 会直接受到风雨影响的户外
- 有易燃、易爆、腐蚀性气体的环境中以及可燃物附近
- 磁场和会产生振动、可能影响电机性能的场所
- 振动及冲击力大的场所

注记：1. 无法满足使用环境要求时，请事先向本公司咨询。

2. 在特殊环境（清洁室、食品用设备、强碱、高压蒸汽等）中使用时，请事先向本公司服务窗口咨询。

## 维修保养

- 润滑剂的标准更换时间为 20,000 小时。但是当使用时减速机表面温度达到 40°C 以上时，请确认润滑剂的老化、受污染情况，并缩短润滑剂的更换周期。

## 减速机的温度

- 在高负荷、高稼动率的状态下使用，可能导致减速机过热而超过容许温度。请注意确保减速机处于冷却状态，防止减速机表面温度超过 60°C。若表面温度超过 60°C，有可能导致产品损坏。

## 关于执行器输出旋转角度

- 当旋转角度为小范围（10° 以下）时，由于润滑不良及内部部件负荷集中，有可能导致减速机的额定寿命缩短。

注记：当使用时输出旋转角度在 10° 以下时，请咨询本公司。

## 其它资料

- 与安全相关的信息以及详细的产品使用方法等，都记载在使用说明书中。  
可以从以下网站下载使用说明书。

<http://precision.nabtesco.com/>

# 术语说明

## 额定转矩

是指考虑电机的额定转矩和减速比、减速机效率后计算出的计算值。

## 瞬时最大转矩

是指考虑在电机转矩极限时的电机转矩和减速比、减速机效率后计算出的计算值。

## 额定输出转速

是指考虑电机的额定转速和减速比后计算出的计算值。

## 瞬时最高输出转速

是指考虑电机的最高输出转速和减速比后计算出的计算值。

注记：请注意冷却状态，以防减速机温度超过60°C。

## 制动器保持力矩

是指考虑电机的制动器力矩和减速比、减速机效率后计算出的计算值。

注记：电机内置的制动器是“保持用”，目的在于维持停止状态。请勿作为“制动用”，去停止运动荷载。

## 占空比

在执行器运转1个周期的时间内，加速、恒定和减速的合计时间所占的比率。

## 扭转刚度、空程、齿隙

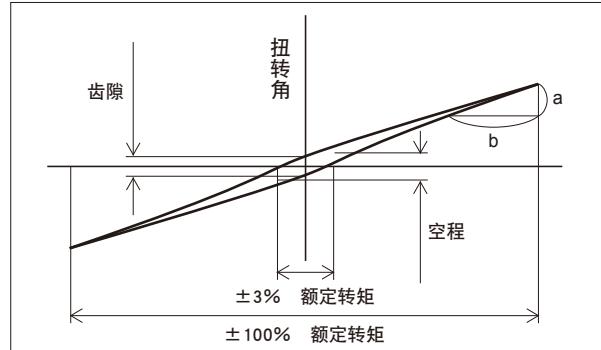
如果固定输入轴，并在输出轴上施加转矩，则会产生与转矩相应的扭矩，描绘其迟滞曲线。

b/a 称为“扭转刚度”。

在额定转矩的±3%的迟滞曲线宽度中间点的扭转角称为“空程”。

迟滞曲线的转矩为“0”处的扭转角称为“齿隙”。

<迟滞曲线>

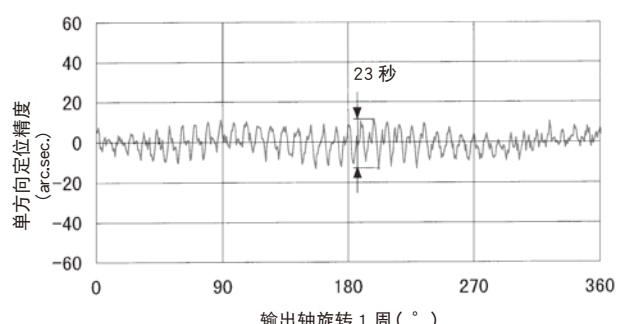


## 容许力矩、容许推力

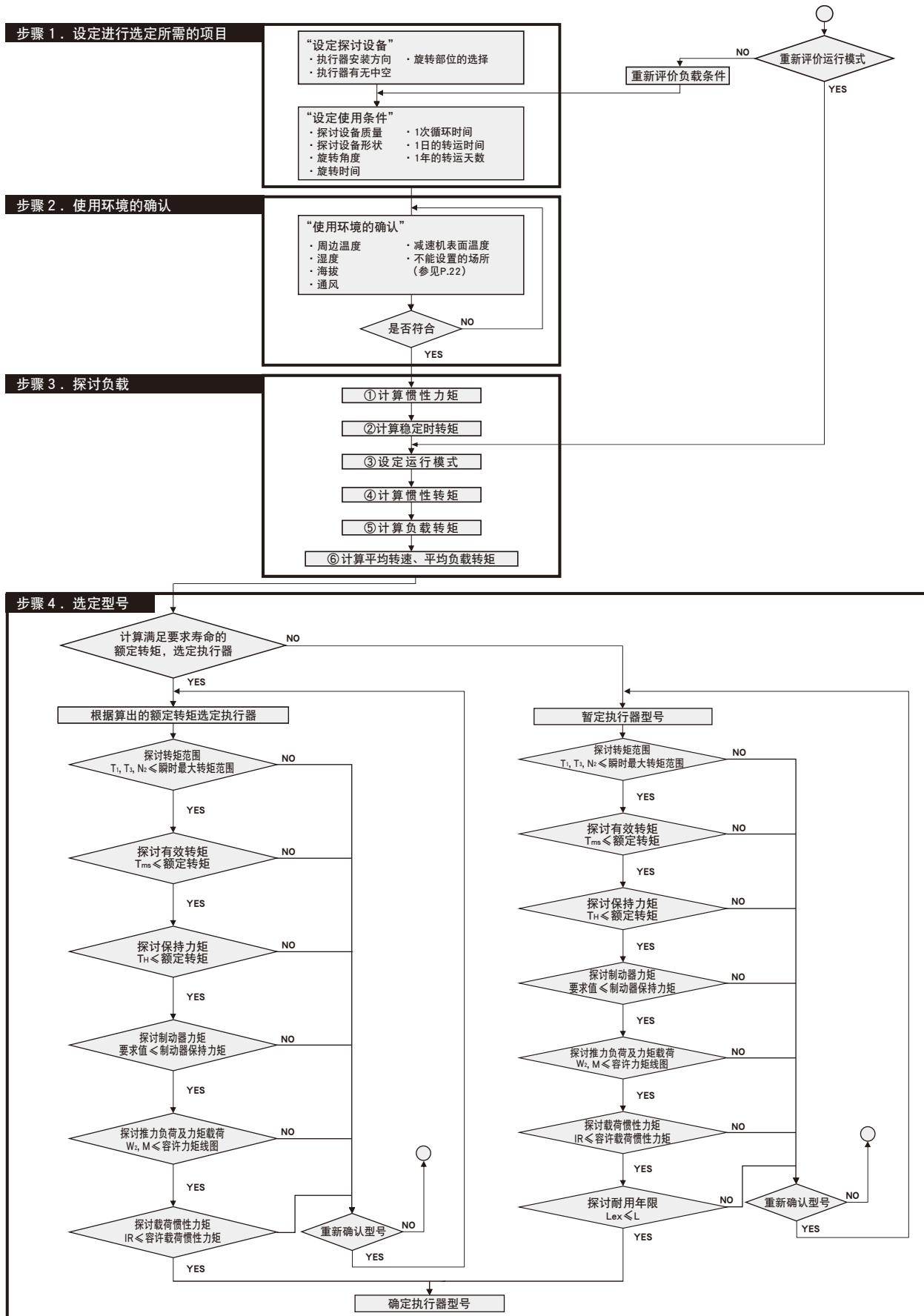
有时会因外部荷载导致减速机上始终施加力矩或推力。此时的容许值称为“容许力矩”和“容许推力”。

## 单方向定位精度

单方向定位精度是指在输入指示任意的旋转角时，理论输出旋转角度和实际输出旋转角度的差。



# 选定产品 流程图



请确认, 从运行模式算出的再生能量须在使用的伺服驱动器再生电阻处理能力范围内。(参照 P.31)

# 选定产品

## 型号代码的选定例

### 以水平方向旋转移动的方式使用时

#### 步骤 1. 设定进行选定所需的项目

设定项目	设定值
减速机安装方向	安装垂直轴
执行器有无中空	无中空(中实型)
旋转部位的选择	外壳固定输出轴旋转
所探讨设备的质量	
W <sub>A</sub> 圆盘重量 (kg)	180
W <sub>B</sub> 工件重量 (kg)	15 × 4 个
所探讨设备的形状	
D <sub>1</sub> 圆盘 : D 尺寸 (mm)	1,200
a 工件 : a 尺寸 (mm)	100
b 工件 : b 尺寸 (mm)	300
D <sub>2</sub> 工件 : P.C.D. (mm)	1,000
运行条件	
θ 旋转角度 (°)※1	180
[t <sub>1</sub> +t <sub>2</sub> +t <sub>3</sub> ] 旋转时间 (s)	2.0
[t <sub>4</sub> ] 停止时间 (s)	5
Q <sub>1</sub> 1 日的设备运转时间 (h / 日)	24
Q <sub>2</sub> 1 年的设备运转天数 (日 / 年)	365

※1. 当旋转角度为小范围 (10° 以下) 时, 由于润滑不良及内部部件负荷集中, 有可能导致减速机的额定寿命缩短。

#### 步骤 2. 使用环境的确认

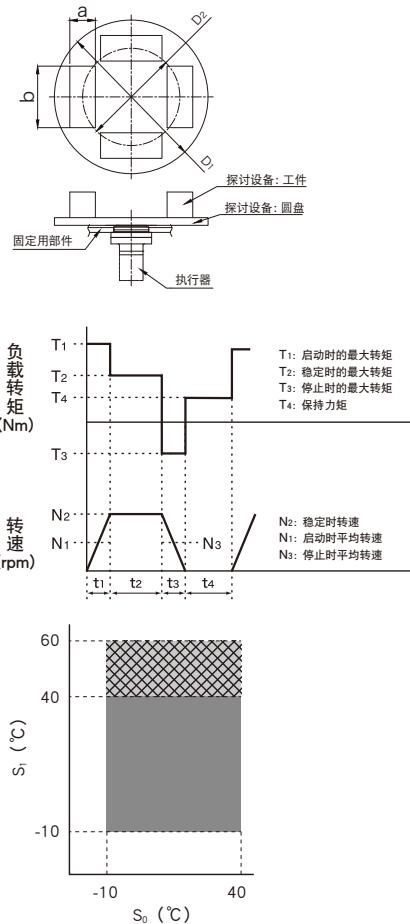
确认项目	标准值
S <sub>0</sub> 环境温度 (°C)	0 ~ 40
S <sub>1</sub> 减速机表面温度 (°C)	60 以下

注记: 除上述内容以外, 还请确认 P.22 “使用环境”的内容。

#### 步骤 3-1. 探讨负载

设定项目	计算公式	选定例																
① 按照 P. 40 所示计算方法计算惯性力矩。																		
I <sub>R</sub> 载荷惯性力矩 (kgm <sup>2</sup> )	$I_{R1} = \frac{W_A \times \left(\frac{D_1}{2 \times 1,000}\right)^2}{2}$ $I_{R2} = \left[ \frac{W_B}{12} \left( \left(\frac{a}{1,000}\right)^2 + \left(\frac{b}{1,000}\right)^2 \right) + W_B \times \left(\frac{D_2}{2 \times 1,000}\right)^2 \right] \times n$ <p> <math>I_{R1}</math> = 圆盘的惯性力矩  <math>I_{R2}</math> = 工件的惯性力矩  <math>I_R = I_{R1} + I_{R2}</math>  <math>n</math> = 工件数量         </p>	$I_{R1} = \frac{180 \times \left(\frac{1,200}{2 \times 1,000}\right)^2}{2}$ $= 32.4 (\text{kg m}^2)$ $I_{R2} = \left[ \frac{15}{12} \left( \left(\frac{100}{1,000}\right)^2 + \left(\frac{300}{1,000}\right)^2 \right) + 15 \times \left(\frac{1,000}{2 \times 1,000}\right)^2 \right] \times 4$ $= 15.5 (\text{kg m}^2)$ $I_R = 32.4 + 15.5$ $= 47.9 (\text{kg m}^2)$																
② 进行稳定时转矩的探讨。	$T_R = (W_A + W_B) \times 9.8 \times \frac{D_{in}}{2 \times 1,000} \times \mu$ <p> <math>\mu</math> = 摩擦系数          注: 由于本例中精密减速机RV的轴承有负载, 因此, 适用于 0.015。  <math>D_{in}</math> = 转动直径: 参照下表          注: 未确定型号时, <math>D_{in}</math> 应选定最大的数值。          中实: 232(mm)、中空: 351.5(mm)       </p> <table border="1"> <tr> <td>型号</td> <td>AF017N</td> <td>AF042N</td> <td>AF125N</td> <td>AF380N</td> <td>AF500N</td> <td>AF200C</td> <td>AF320C</td> </tr> <tr> <td>D<sub>in</sub></td> <td>91</td> <td>111</td> <td>154</td> <td>210</td> <td>232</td> <td>260</td> <td>351.5</td> </tr> </table>	型号	AF017N	AF042N	AF125N	AF380N	AF500N	AF200C	AF320C	D <sub>in</sub>	91	111	154	210	232	260	351.5	$T_R = (180 + 15 \times 4) \times 9.8 \times \frac{232}{2 \times 1,000} \times 0.015$ $= 4.1 (\text{Nm})$
型号	AF017N	AF042N	AF125N	AF380N	AF500N	AF200C	AF320C											
D <sub>in</sub>	91	111	154	210	232	260	351.5											
③ 探讨负载 (水平方向)																		
T <sub>H</sub> 保持力矩 (Nm)	向水平方向旋转时为 0。	T <sub>H</sub> = 0																

#### 步骤 3-2. 请参见 (P.27)



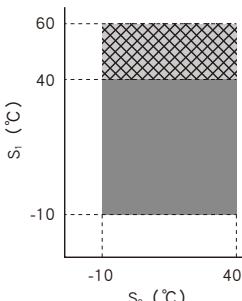
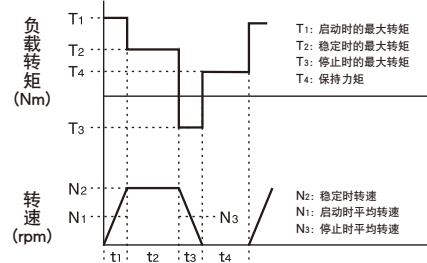
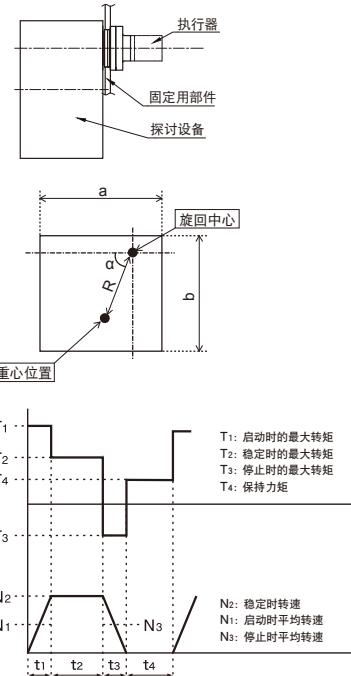
# 选定产品 型号代码的选定例

## 以垂直方向旋转移动的方式使用时

### 步骤 1. 设定进行选定所需的项目

设定项目	设定值
减速机安装方向	安装垂直轴
执行器有无中空	无中空(中型)
旋转部位的选择	外壳固定输出轴旋转
所探讨设备的质量	
$W_C$ 搭载工件重量 (kg)	490
所探讨设备的形状	
a a 尺寸 (mm)	500
b b 尺寸 (mm)	500
R R 尺寸 (mm)	320
$\alpha$ 角度 $\alpha$ (°)	80
运行条件	
$\theta$ 旋转角度 (°)※1	90
$[t_1+t_2+t_3]$ 旋转时间 (s)	1.5
$[t_4]$ 停止时间 (s)	18.5
$Q_1$ 1 日的设备运转时间 (h / 日)	24
$Q_2$ 1 年的设备运转天数 (日 / 年)	365

※1. 当旋转角度为小范围(10%以下)时, 由于润滑不良及内部部件负荷集中, 有可能导致减速机的额定寿命缩短。



### 步骤 2. 使用环境的确认

确认项目	标准值
$S_0$ 环境温度 (°C)	0 ~ 40
$S_1$ 减速机表面温度 (°C)	60 以下

注记: 除上述内容以外, 还请确认 P.22 “使用环境”的内容。

### 步骤 3-1. 探讨负载

设定项目	计算公式	选定例
① 计算惯性力矩。		
$I_R$ 载荷惯性力矩 (kgm <sup>2</sup> )	$I_R = \frac{W_C}{12} \times \left[ \left( \frac{a}{1,000} \right)^2 + \left( \frac{b}{1,000} \right)^2 \right] + W_C \times \left( \frac{R}{1,000} \right)^2$	$I_R = \frac{490}{12} \times \left[ \left( \frac{500}{1,000} \right)^2 + \left( \frac{500}{1,000} \right)^2 \right] + 490 \times \left( \frac{320}{1,000} \right)^2$ $= 70.6 \text{ (kg m}^2\text{)}$
② 进行稳定时转矩的探讨。		
$T_R$ 稳定时转矩 (Nm)	$T_R = W_C \times 9.8 \times \frac{R}{1,000}$	$T_R = 490 \times 9.8 \times \frac{320}{1,000}$ $= 1,537 \text{ (Nm)}$
③ 探讨负载 (垂直方向)		
$T_H$ 保持力矩 (Nm)	$T_H = W_C \times 9.8 \times \frac{R}{1,000} \times \cos\alpha$ ※1. 仅限于通过伺服锁定保持时。	$T_H = 490 \times 9.8 \times \frac{320}{1,000} \times \cos 80$ $= 267 \text{ (Nm)}$

步骤 3- 2. 请参见 (P.27) (有关选定例请参考 “水平方向旋转移动时”。)

## 步骤 3-2. 设定进行选定所需的项目

设定项目	计算公式	选定例 (水平方向旋转移动时)
<b>③ 设定加减速时间、定速时间、各输出转速。</b>		
$t_1$ ————— 加速时间 (s)	· 确定了运行模式后不需要进行探讨。 · 未确定运行模式时, 通过以下公式探讨研究运行模式参考。	假设, $t_1=t_3=0.5(s)$ 、 $t_2=1.0(s)$ 。 $N_2 = \frac{180}{3 \times (0.5 + 2 \times 1.0 + 0.5)} = 20 (\text{min}^{-1})$
$t_2$ ————— 稳定运转时间 (s)	$N_2 = \frac{180}{3 \times (t_1 + 2 \times t_2 + t_3)}$	
$t_3$ ————— 减速时间 (s)	※请选择满足 $t_1=t_2 \leq (t_1+t_2+t_3)/2$ 的任意数值。 ※将 $t_1$ 和 $t_3$ 作为相同的时间进行计算。	
$N_2$ ————— 稳定时转速 ( $\text{min}^{-1}$ )		
$N_1$ ————— 启动时平均转速 ( $\text{min}^{-1}$ )	$N_1 = \frac{N_2}{2}$	$N_1 = \frac{20}{2} = 10 (\text{min}^{-1})$
$N_3$ ————— 停止时平均转速 ( $\text{min}^{-1}$ )	$N_3 = \frac{N_2}{2}$	$N_3 = \frac{20}{2} = 10 (\text{min}^{-1})$
<b>④ 计算加减速时的惯性转矩。</b>		
$T_A$ ————— 加速时的惯性转矩 (Nm)	$T_A = \left\{ \frac{I_R \times (N_2 - 0)}{t_1} \right\} \times \frac{2\pi}{60}$	$T_A = \left\{ \frac{47.9 \times (20 - 0)}{0.5} \right\} \times \frac{2\pi}{60} = 200.6 (\text{Nm})$
$T_D$ ————— 减速时的惯性转矩 (Nm)	$T_D = \left\{ \frac{I_R \times (0 - N_2)}{t_3} \right\} \times \frac{2\pi}{60}$	$T_D = \left\{ \frac{47.9 \times (0 - 20)}{0.5} \right\} \times \frac{2\pi}{60} = -200.6 (\text{Nm})$
<b>⑤ 计算加减速时的负载转矩。</b>		
$T_1$ ————— 启动时的最大转矩 (Nm)	$T_1 =  T_A + T_R $ $T_R$ : 稳定时转矩 水平方向旋转移动时 参考P.25 垂直方向旋转移动时 参考P.26	$T_1 =  200.6 + 4.1  = 204.7 (\text{Nm})$
$T_2$ ————— 稳定时的最大转矩 (Nm)	$T_2 =  T_R $	$T_2 = 4.1 (\text{Nm})$
$T_3$ ————— 停止时的最大转矩 (Nm)	$T_3 =  T_D + T_R $ $T_R$ : 稳定时转矩 水平方向旋转移动时 参考P.25 垂直方向旋转移动时 参考P.26	$T_3 =  -200.6 + 4.1  = 196.5 (\text{Nm})$
$T_4$ ————— 保持力矩 (Nm)	$T_4 =  T_H $ ※仅限于通过伺服锁定保持时。	$T_4 = 0$
<b>⑥-1 计算平均转速。</b>		
$N_m$ ————— 平均转速 (rpm)	$N_m = \frac{t_1 \times N_1 + t_2 \times N_2 + t_3 \times N_3}{t_1 + t_2 + t_3}$	$N_m = \frac{0.5 \times 10 + 1.0 \times 20 + 0.5 \times 10}{0.5 + 1.0 + 0.5} = 15 (\text{min}^{-1})$
<b>⑥-2 计算平均负载转矩。</b>		
$T_m$ ————— 平均负载转矩 (Nm)	$T_m = \sqrt{\frac{\frac{10}{3} [t_1 \times N_1 \times t_1^{\frac{10}{3}} + t_2 \times N_2 \times t_2^{\frac{10}{3}} + t_3 \times N_3 \times t_3^{\frac{10}{3}}]}{t_1 + t_2 + t_3}}$	$T_m = \sqrt{\frac{0.5 \times 10 \times 204.7^{\frac{10}{3}} + 1.0 \times 20 \times 4.1^{\frac{10}{3}} + 0.5 \times 10 \times 196.5^{\frac{10}{3}}}{0.5 \times 10 + 1.0 \times 20 + 0.5 \times 10}} = 144.3 (\text{Nm})$

根据要求寿命探讨型号时请参见 P.28

根据型号计算耐用年限时参见 P.30

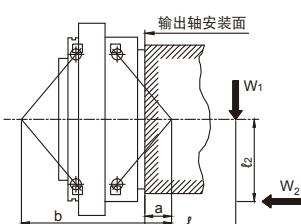
# 选定产品 型号代码的选定例

## 步骤 4. 选定执行器

执行器的选定方法① “通过根据负载条件、要求寿命计算出的所需转矩选定执行器。”

设定项目 / 探讨事项	计算公式	选定例 (水平方向旋转移动时)																
<b>① 满足要求寿命, 计算减速机额定转矩。</b>																		
$L_{ex}$ ————— 要求寿命 (年)	根据使用条件	10 年																
$Q_{1cy}$ ————— 1 日的循环转数 (次)	$Q_{1cy} = \frac{Q_1 \times 60 \times 60}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$	$Q_{1cy} = \frac{24 \times 60 \times 60}{0.5 + 1 + 0.5 + 5} = 12,343 \text{ (次)}$																
$Q_3$ ————— 1 日的执行器运转时间 (h)	$Q_3 = \frac{Q_{1cy} \times (t_1 + t_2 + t_3)}{60 \times 60}$	$Q_3 = \frac{12,343 \times (0.5 + 1.0 + 0.5)}{60 \times 60} = 6.9 \text{ (h)}$																
$Q_4$ ————— 1 年的执行器运转时间 (h)	$Q_4 = Q_3 \times Q_2$	$Q_4 = 6.9 \times 365 = 2,519 \text{ (h)}$																
$L_{hour}$ ————— 执行器耐用时间 (h)	$L_{hour} = Q_4 \times L_{ex}$	$L_{hour} = 2,519 \times 10 = 25,190 \text{ (h)}$																
$T_0'$ ————— 满足要求寿命的 减速机额定转矩 (Nm)	$T_0' = T_m \times \left(\frac{10}{3}\right) \sqrt{\frac{L_{hour}}{\text{减速机额定寿命}} \times \frac{N_m}{\text{减速机额定输出转速}}}$ ※减速机额定寿命=6,000 (h) ※减速机额定输出转速=15 ( $\text{min}^{-1}$ )	$T_0' = 144.3 \times \left(\frac{10}{3}\right) \sqrt{\frac{25,190}{6,000} \times \frac{15}{15}} = 221.9 \text{ (Nm)}$																
<b>② 根据算出的额定转矩暂定执行器型号</b>																		
请选择满足要求寿命的额定转矩 $[T_0']$ <减速机额定转矩的执行器。 ※减速机的额定转矩如下表所示 (与 P.12 的额定转矩不同)。																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>型号</th> <th>AF 017N</th> <th>AF 042N</th> <th>AF 125N</th> <th>AF 380N</th> <th>AF 500N</th> <th>AF 200C</th> <th>AF 320C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>减速机 额定转矩 (Nm)</td> <td>166</td> <td>412</td> <td>1,225</td> <td>3,724</td> <td>4,900</td> <td>1,960</td> <td>3,136</td> </tr> </tbody> </table>			型号	AF 017N	AF 042N	AF 125N	AF 380N	AF 500N	AF 200C	AF 320C	减速机 额定转矩 (Nm)	166	412	1,225	3,724	4,900	1,960	3,136
型号	AF 017N	AF 042N	AF 125N	AF 380N	AF 500N	AF 200C	AF 320C											
减速机 额定转矩 (Nm)	166	412	1,225	3,724	4,900	1,960	3,136											
暂定 $[T_0']$ 221.9(Nm) < 减速机额定转矩 412(Nm) 的 AF042N。																		
<b>③ 探讨转矩范围。</b>																		
探讨转矩范围	请确认负载转矩、运行模式在瞬时最大转矩范围内。 ※瞬时最大转矩范围: 参照 P.13	由于在瞬时最大转矩范围内, 没有问题																
<b>④ 探讨有效转矩</b>																		
探讨有效转矩	请确认有效转矩 $[T_{rms}]$ < 额定转矩。 $T_{rms} = \sqrt{\frac{t_1 \times T_1^2 + t_2 \times T_2^2 + t_3 \times T_3^2 + t_4 \times T_4^2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$	$T_{rms} = \sqrt{\frac{0.5 \times 204.7^2 + 1.0 \times 4.1^2 + 0.5 \times 196.5^2 + 5 \times 0^2}{0.5 + 1.0 + 0.5 + 5}} = 75.9 \text{ (Nm)}$ 由于 $[T_{rms}]$ 75.9 < 额定转矩 355 (Nm), 没有问题																
<b>⑤ 探讨保持力矩</b>																		
探讨保持力矩	请确认保持力矩 $[T_h]$ < 额定转矩。	由于 $[T_h]$ 0 (Nm) < 额定转矩 355 (Nm), 没有问题																
<b>⑥ 探讨制动器保持力矩</b>																		
探讨制动器保持力矩	通过执行器内置的制动器保持时, 请确认制动器力矩要求值 < 制动器保持力矩。																	

## 执行器的选定方法① “通过根据负载条件、要求寿命计算出的所需转矩选定执行器。”

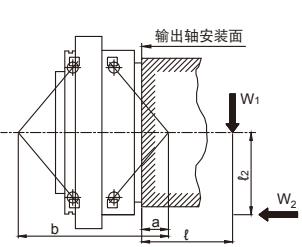
设定项目 / 探討事项	计算公式	选定例 (水平方向旋转移动时)
① 探討推力负荷以及力矩载荷。		
<p>W<sub>1</sub> ——— 径向载荷 (N)</p> <p>ℓ ——— 到径向载荷作用点的距离 (mm)</p> <p>W<sub>2</sub> ——— 推力负荷 (N)</p> <p>ℓ<sub>2</sub> ——— 到推力负荷作用点的距离 (mm)</p> <p>M ——— 力矩载荷 (Nm)</p>	 $M = \frac{W_1 \times (\ell + b - a) + W_2 \times \ell_2}{1,000}$ <p>a,b: 请参考P.32倾角计算的表</p>	<p>0(N)</p> <p>0(mm)</p> <p>在本选定例中：  <math>W_2 = W_A + W_B = (180 + 20 \times 4) \times 9.8 = 2,548 \text{ (N)}</math>  ※W<sub>A</sub>、W<sub>B</sub>：参考 P.25</p> <p>0(mm) (由于工件的重心在旋转轴上)</p> <p>AF042N 由于 a 尺寸 = 29(mm), b 尺寸 = 131.1(mm)</p> $M = \frac{0 \times (0 + 131.1 - 29) + 2,352 \times 0}{1,000} = 0 \text{ (Nm)}$
推力负荷以及力矩载荷的探討	根据 P.14 的容许力矩线图, 确认 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 推力负荷</li> <li>· 力矩载荷</li> </ul> 是否在线图之内。 当 W <sub>1</sub> 载荷作用于寸法 b 内时, 请在容许径向载荷范围内使用。 暂定的减速机规格超标时, 改变减速机型号。	在本次探討设备中, 推力负荷 [W <sub>2</sub> ] = 2,352(N) 力矩载荷 [M] = 0(N) 由于在容许力矩线图内, 没有问题。
② 探討载荷惯性力矩	探讨载荷惯性力矩 <p>请确认载荷惯性力矩 <math>[I_R]</math> &lt; 容许载荷惯性力矩。</p>	由于 $[I_R]$ 47.947.9(kgm <sup>2</sup> ) < 容许载荷惯性力矩 51(kgm <sup>2</sup> ), 没有问题
针对以上探討项目, 选定满足使用条件的执行器型号。	↓	根据至此为止的探討结果, 选定 AF042N。

## 执行器的选定方法② “暂定执行器的型号, 评估耐用年限”

设定项目 / 探討事项	计算公式	选定例 (水平方向旋转移动时)
① 暂定任意的执行器型号		
暂定执行器	任意选定。	例如, 暂定 AF042N。
② 探討转矩范围。		
探讨转矩范围	请确认负载转矩、运行模式在瞬时最大转矩范围内。 ※瞬时最大转矩范围: 参照 P.13	由于在瞬时最大转矩范围内, 没有问题
③ 探討有效转矩		
探讨有效转矩	请确认有效转矩 $[T_{rms}]$ < 额定转矩。 $T_{rms} = \sqrt{\frac{t_1 \times T_1^2 + t_2 \times T_2^2 + t_3 \times T_3^2 + t_4 \times T_4^2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$	$T_{rms} = \sqrt{\frac{0.5 \times 204.7^2 + 1.0 \times 4.1^2 + 0.5 \times 196.5^2 + 5 \times 0^2}{0.5 + 1.0 + 0.5 + 5}} = 75.9 \text{ (Nm)}$ <p>由于 <math>[T_{rms}]</math> 75.9 &lt; 额定转矩 355 (Nm), 没有问题</p>
④ 探討保持力矩		
探讨保持力矩	请确认保持力矩 $[T_h]$ < 额定转矩。	由于 $[T_h]$ 0 (Nm) < 额定转矩 355 (Nm), 没有问题
⑤ 探討制动器保持力矩		
探讨制动器保持力矩	通过执行器内置的制动器保持时, 请确认制动器力矩要求值 < 制动器保持力矩。	

# 选定产品 型号代码的选定例

## 执行器的选定方法② “暂定减速机的型号，计算耐用年限。”

设定项目 / 探讨事项	计算公式	选定例 (水平方向旋转移动时)																
① 探讨推力负荷以及力矩载荷。	<p>W<sub>1</sub> ————— 径向载荷 (N)  <math>\ell</math> ————— 到径向载荷作用点的距离 (mm)  W<sub>2</sub> ————— 推力负荷 (N)  <math>\ell_2</math> ————— 到推力负荷作用点的距离 (mm)  M ————— 力矩载荷 (Nm)</p> <p><math>M = \frac{W_1 \times (\ell + b - a) + W_2 \times \ell_2}{1,000}</math>  a,b: 请参考P.32倾角计算的表</p> 	<p>0(N)  0(mm)  W<sub>2</sub> = W<sub>A</sub> + W<sub>B</sub> = (180 + 15 × 4) × 9.8 = 2,352 (N)  0(mm) (由于工件的重心在旋转轴上)  AF042N 由于 a 尺寸 = 29(mm), b 尺寸 = 131.1(mm)  M = <math>\frac{0 \times (0 + 131.1 - 29) + 2,352 \times 0}{1,000} = 0 \text{ (Nm)}</math></p>																
推力负荷以及力矩载荷的探讨	根据 P.14 的容许力矩线图, 确认 · 推力负荷 · 力矩载荷 是否在线图之内。 当 W <sub>1</sub> 载荷作用于寸法 b 内时, 请在容许径向载荷范围内使用。 暂定的减速机规格超标时, 改变减速机型号。	在本次探讨设备中, 推力负荷 [W <sub>2</sub> ] = 2,352(N) 力矩载荷 [M] = 0(N) 由于在容许力矩线图内, 没有问题。																
② 探讨载荷惯性力矩	探讨载荷惯性力矩	请确认载荷惯性力矩 [I <sub>R</sub> ] < 容许载荷惯性力矩。 由于 [I <sub>R</sub> ] 47.947.9(kg·m <sup>2</sup> ) < 容许载荷惯性力矩 51(kg·m <sup>2</sup> ), 没有问题。																
③ 探讨减速机的耐用年限。	<p>L<sub>h</sub> ————— 寿命时间 (h)</p> $L_h = \text{减速机额定寿命} \times \frac{\text{减速机额定转速}}{N_m} \times \left( \frac{\text{减速机额定转矩}}{T_m} \right)^{\frac{10}{3}}$ <p>※减速机额定寿命=6,000 (h)  ※减速机额定转速=15 (min<sup>-1</sup>)  ※减速机额定转矩=如下表所示  (与P.12的额定转矩不同)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>型号</th> <th>AF 017N</th> <th>AF 042N</th> <th>AF 125N</th> <th>AF 380N</th> <th>AF 500N</th> <th>AF 200C</th> <th>AF 320C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>减速机 额定转矩 (Nm)</td> <td>166</td> <td>412</td> <td>1,225</td> <td>3,724</td> <td>4,900</td> <td>1,960</td> <td>3,136</td> </tr> </tbody> </table>	型号	AF 017N	AF 042N	AF 125N	AF 380N	AF 500N	AF 200C	AF 320C	减速机 额定转矩 (Nm)	166	412	1,225	3,724	4,900	1,960	3,136	$L_h = 6,000 \times \frac{15}{15} \times \left( \frac{412}{144.3} \right)^{\frac{10}{3}} = 198,117 \text{ (h)}$
型号	AF 017N	AF 042N	AF 125N	AF 380N	AF 500N	AF 200C	AF 320C											
减速机 额定转矩 (Nm)	166	412	1,225	3,724	4,900	1,960	3,136											
Q <sub>1cy</sub> ————— 1 日的循环转数 (次)	$Q_{1cy} = \frac{Q_1 \times 60 \times 60}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$	$Q_{1cy} = \frac{24 \times 60 \times 60}{0.5 + 1.0 + 0.5 + 5} = 12,343 \text{ (次)}$																
Q <sub>3</sub> ————— 1 日的运转时间 (h)	$Q_3 = \frac{Q_{1cy} \times (t_1 + t_2 + t_3)}{60 \times 60}$	$Q_3 = \frac{12,343 \times (0.5 + 1.0 + 0.5)}{60 \times 60} = 6.9 \text{ (h)}$																
Q <sub>4</sub> ————— 1 年的运转时间 (h)	$Q_4 = Q_3 \times Q_2$	$Q_4 = 6.9 \times 365 = 2519 \text{ (h)}$																
L <sub>year</sub> ————— 减速机耐用年限 (年)	$L_{year} = \frac{L_h}{Q_4}$	$L_{year} = \frac{198,117}{2,519} = 78.6 \text{ (year)}$																
L <sub>ex</sub> ————— 要求寿命 (年)	根据使用条件。	10 年																
耐用年限的探讨	确认是否 [L <sub>ex</sub> ] < [L <sub>year</sub> ]。 暂定的减速机规格超标时, 改变减速机型号。	由于 [L <sub>ex</sub> ] 10(year) < [L <sub>year</sub> ] 78.6(year), 没有问题。																
针对以上探讨项目, 选定满足使用条件的减速机型号。	↓																	
	根据至此为止的探讨结果, 选定 AF042N。																	

## 探讨再生电阻的处理能力

执行器在减速时产生的再生能量，通过伺服驱动器内部的再生电阻转换为热。  
请确认，从运行模式算出的再生能量须在使用的伺服驱动器再生电阻的处理能力范围内。

设定项目 / 探讨事项	计算公式
探讨再生电阻的处理能力	<p>请确认再生能量 [W] &lt; 伺服驱动器能力值。</p> $\text{再生能量[W]} = \frac{T3 \times N1 \times 0.105 \times t3}{t1 + t2 + t3 + t4}$ <p>※超过能力值时，请使用外置的再生电阻。</p>

# 技术数据

## 计算倾角和扭转角

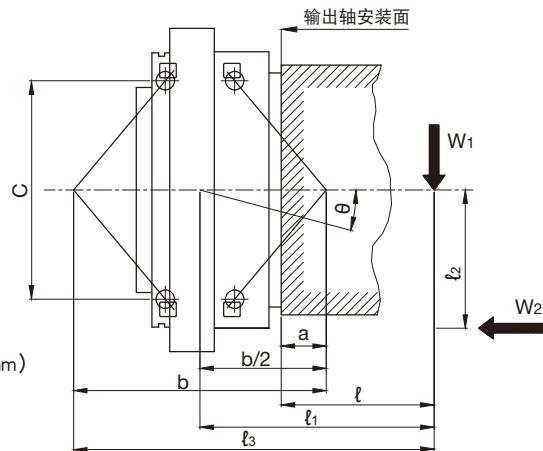
### 计算倾角

如果因承受外部载荷产生载荷矩，则输出轴会和载荷矩成比例地倾斜。 $(l_3 > b, l_2 > c/2$  时)

力矩刚度表示主轴承的刚度，用倾斜单位角度 (1 arc.min.) 所需的载荷矩值表示。

$$\theta = \frac{W_1 l_1 + W_2 l_2}{M_1 \times 10^3}$$

$\theta$  : 输出轴的倾斜角度 (arc.min.)  
 $M_1$  : 力矩刚度 (Nm/arc.min.)  
 $W_1, W_2$  : 载荷 (N)  
 $l_1, l_2$  : 到载荷作用点的距离 (mm)  
 $l_1$  :  $l + \frac{b}{2} - a$   
 $l$  : 从输出轴安装面到载荷点的距离 (mm)



型号	力矩刚度代表值 (Nm/arc.min.)	尺寸 (mm)		
		a	b	c
AF017N	515	22.1	112.4	91
AF042N	840	29	131.1	111
AF125N	1600	41.6	173.2	154
AF380N	5200	48.7	248.9	210
AF500N	6850	56.3	271.7	232

型号	力矩刚度代表值 (Nm/arc.min.)	尺寸 (mm)		
		a	b	c
AF200C	9800	76	280.4	260
AF320C	12740	114.5	360.5	351.5

### 扭转角的计算

以AF125N为例，求出向1个方向施加转矩时的扭转角。

1) 负荷转矩为30Nm时 · · · · · 扭转角  $ST_1$

- 负荷转矩在额定转矩的3%以下时

$$ST_1 = \frac{\text{负载转矩}}{\text{减速机额定转矩的3\%}} \times \frac{\text{空程}}{2} = \frac{30}{36.8} \times \frac{1}{2} = 0.40(\text{arc.min.}) \text{ 以下}$$

2) 负荷转矩为1,300Nm时 · · · · · 扭转角  $ST_2$

- 负荷转矩超过额定转矩的3%，但在额定转矩以下时

$$ST_2 = \frac{\text{空程}}{2} \times \frac{\text{负载转矩} - \text{减速机额定转矩的3\%}}{\text{弹簧常数}} = \frac{1}{2} + \frac{1,000 - 36.8}{334} = 3.38(\text{arc.min.}) \text{ 以下}$$

注记：上述扭转角为减速机单机的值。

型号	扭转刚度 代表值 (Nm/arc.min.)	空程		齿隙 (arc.min.)
		空程 (arc.min.)	测定转矩 (Nm)	
AF017N	36	1.0	±5.0	1.0
AF042N	113		±12.4	
AF125N	334		±36.8	
AF380N	948		±112.0	
AF500N	1,620		±147.0	

型号	扭转刚度 代表值 (Nm/arc.min.)	空程		齿隙 (arc.min.)
		空程 (arc.min.)	测定转矩 (Nm)	
AF200C	980	1.0	±58.8	1.0
AF320C	1,960		±94.1	

# 设计要点

## 执行器安装部件的设计

### 执行器本体及输出轴端的安装

安装本产品时,请使用内六角螺栓,并以下述的紧固扭矩进行紧固。

另外,为了防止内六角螺栓的松动和螺栓断面的损伤,建议使用内六角螺栓用碟形弹簧垫圈。

#### ●内六角螺栓

<螺栓的紧固扭矩与紧固力>

型号	螺栓紧固部	螺栓数量 - 尺寸	紧固扭矩 (Nm)	容许传递转矩 (Nm)	使用螺栓规格
AF017N	输出轴	8-M8	37.2 ± 1.86	934	
	外壳	16-M5	9.01 ± 0.49	1,380	
AF042N	输出轴	9-M10	73.5 ± 3.43	2,185	
	外壳	16-M6	15.6 ± 0.78	2,341	
AF125N	输出轴	21-M10	73.5 ± 3.43	6,872	
	外壳	16-M10	73.5 ± 3.43	9,322	
AF380N	输出轴	33-M12	129 ± 6.37	25,787	
	外壳	24-M12	129 ± 6.37	27,374	
AF500N	输出轴	33-M12	129 ± 6.37	30,002	
	外壳	28-M12	129 ± 6.37	35,292	
AF200C	输出轴	9-M16	319 ± 15.9	13,542	
	外壳	16-M12	129 ± 6.37	23,440	
AF320C	输出轴	15-M16	319 ± 15.9	34,203	
	外壳	12-M16	319 ± 15.9	41,137	

注记: 1. 上述紧固扭矩是拧紧以钢、铸铁为材质的螺栓时的紧固扭矩。

2. 使用铝制材或不锈钢制螺栓时,应限制螺栓的紧固扭矩。

同时,还请在充分考虑传递转矩和负荷弯矩的基础上进行设计。

<基于紧固扭矩的容许传递转矩计算公式>

$T = F \times \mu \times \frac{D}{2 \times 1,000} \times n$	T	基于紧固扭矩的容许传递转矩 (Nm)
	F	螺栓拧紧力 (N)
	D	螺栓安装P.C.D. (mm)
	$\mu$	摩擦系数 $\mu = 0.15$ …接合面上涂有润滑剂时 $\mu = 0.20$ …接合面处于脱脂状态时
	n	螺栓只数 (只)

#### ●内六角螺栓用碟形弹簧垫圈

名称: 碟形弹簧垫圈 (平和发条(株)制造)

通称: CDW-H

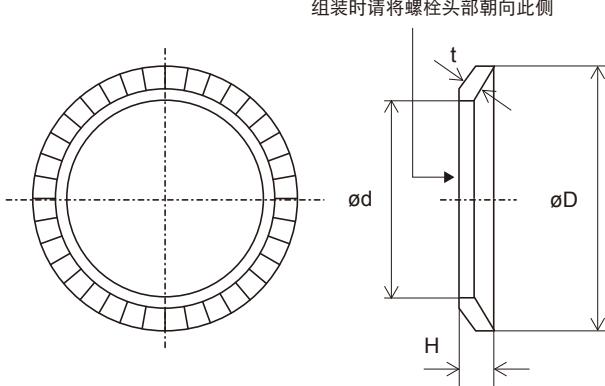
CDW-L(仅M5用)

材质: S50C~S70C

硬度: HRC40~48 (单位 mm)

公称尺寸	碟形弹簧内外径		t	H
	$\phi d$	$\phi D$		
5	5.25	8.5	0.6	0.85
6	6.4	10	1.0	1.25
8	8.4	13	1.2	1.55
10	10.6	16	1.5	1.9
12	12.6	18	1.8	2.2
16	16.9	24	2.3	2.8

注记: 在使用对应品的情况下,进行选择时应注意其外径尺寸D。



# 设计要点 执行器安装部件的设计

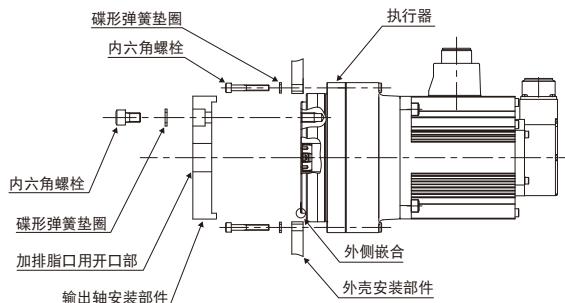
请将外壳的螺栓孔（内螺纹）和安装部件上的内螺纹（螺栓孔）对齐，将输出轴内螺纹与安装部件螺栓孔对齐，之后用指定数量的螺栓安装固定。

请以规定的紧固扭矩，将套有蝶形弹簧垫圈的内六角螺栓均一地拧紧。减速机输出轴的定位部，请选用外侧和内侧中的一个。

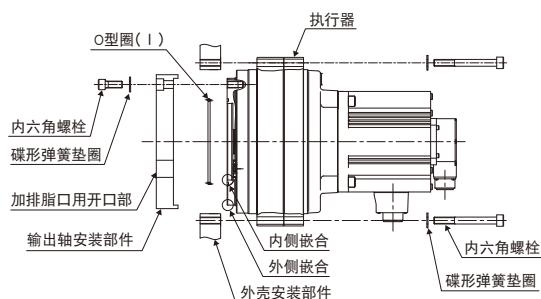
设置执行器后，为方便更换润滑剂，建议设置加排脂口。设置示例如下图所示。

注记：装配时，请务必确认各螺栓达到规定的紧固扭矩。

## · AF017N/042N/125N的示例



## · AF380N/500N的示例



与下图O型圈(I)对应的O型圈如下表所示。请在参考该内容后进行安装部件的密封设计。

### ●O型圈(I) JIS B 2401: 2012

(单位 mm)

型号	公称编号	O型圈尺寸	
		内径	粗度
AF380N	G145	Φ 144.4	Φ 3.1
AF500N	G185	Φ 184.3	Φ 5.7

备注：难以购入上表所示的O型圈时，请参考记载的尺寸，根据各O型圈制造商的设计标准选择O型圈。

AF017N/042N/125N的型号以及由于结构上的原因无法使用O型圈时，请参考以下信息进行密封处理。

## ●标准推荐液体密封剂

在涂布密封剂时请注意参考右图，防止密封剂进入减速机内部或从轴安装用螺栓孔中渗漏。

名称（制造商）	性质和用途
Threebond1211 (Threebond)	● 硅酮类无溶剂型 ● 半干性垫圈
HermeSealSS-60F (日本Hermetics)	● 单组份无溶剂弹性密封剂 ● 密封金属接触面（法兰面） ● 类似于Threebond 1211的产品
Locktite515 (Henkel)	● 厌氧性法兰密封剂 ● 密封金属接触面（法兰面）



注记：1. 当对象部件为铜和铜合金时，请勿使用。

2. 在特殊条件下（喷洒强碱、高压蒸汽等）使用时，请咨询本公司。

# 设计要点

## 润滑剂

### 润滑剂

AF系列的标准润滑为润滑脂润滑。在出货时已填充了本公司的润滑脂（RV GREASE LB00）。在填充正确使用量的润滑脂后运行执行器时，因润滑脂会发生劣化，标准更换时间为20,000小时。润滑脂被污染、或在环境温度条件恶劣的场所（40℃以上）使用时，请检查润滑脂的劣化或污损程度，规定更换时间。

<润滑脂指定品牌>

品牌	RV GREASE LB00
制造商	纳博特斯克株式会社
环境温度	-10 ~ 40℃

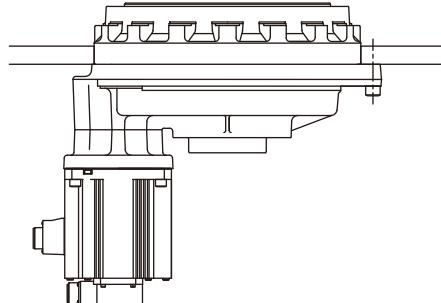
<填充量>

型号	填充量 [g]
AF017N	200
AF042N	335
AF125N	768
AF380N	1659
AF500N	1879
AF200C	2680
AF320C	4750

### 安装方向

安装垂直轴（参照下图），将输出轴朝上使用中空型产品时，请另行联系本公司的服务窗口。

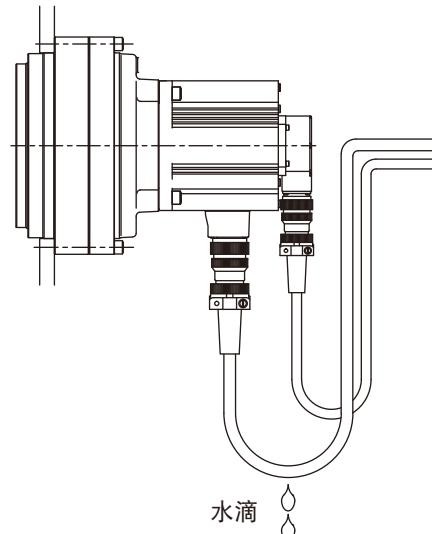
※中型产品即使在下图所示的安装方向使用也没有问题。



安装垂直轴（轴向上）

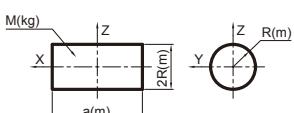
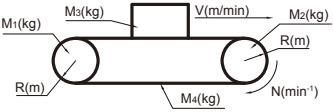
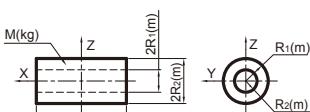
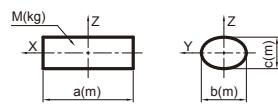
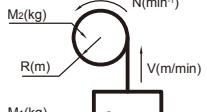
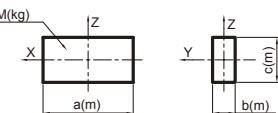
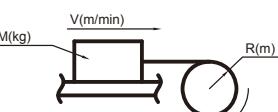
### 注意

- 请防止水滴或油滴大量滴落在本产品上。此外，请防止水或油沿着配线进入连接器部分。若水或油进入其中，可能会导致本产品破损或触电。
- 在配线时，请防止水或油沿着配线进入连接器部分。若如右图所示进行配线，水滴或油会从配线的弯曲部掉落，因此可防止进入连接器部分。



# 附录

## 惯性力矩计算公式

物体形状	$I$ ( $\text{kgm}^2$ )	物体形状	$I$ ( $\text{kgm}^2$ )
1.圆柱	 $I_x = \frac{1}{2} M R^2$ $I_y = \frac{1}{4} M \left( R^2 + \frac{a^2}{3} \right)$ $I_z = I_y$	6.通过传送带进行水平运动	 $I = \left( \frac{M_1 + M_2}{2} + M_3 + M_4 \right) \times R^2$
2.圆筒	 $I_x = \frac{1}{2} M (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} M \left( (R_1^2 + R_2^2) + \frac{a^2}{3} \right)$ $I_z = I_y$	7.通过丝杠进行水平运动	 $I = \frac{M}{4} \left( \frac{V}{\pi \times N} \right)^2 = \frac{M}{4} \left( \frac{P}{\pi} \right)^2$
3.断面为椭圆形时	 $I_x = \frac{1}{16} M (b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{4} M \left( \frac{c^2}{4} + \frac{a^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} M \left( \frac{b^2}{4} + \frac{a^2}{3} \right)$	8.通过卷扬机进行上下运动	 $I = M_1 R^2 + \frac{1}{2} M_2 R^2$
4.长方体	 $I_x = \frac{1}{12} M (b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{12} M (a^2 + c^2)$ $I_z = \frac{1}{12} M (a^2 + b^2)$	9.平行轴定理	$I = I_0 + M \eta^2$ <p><math>I_0</math>: 与物体重心轴相关的惯性力矩</p> <p><math>I</math>: 与和物体重心轴平行的旋转轴相关的惯性力矩</p> <p><math>\eta</math>: 旋转轴重心轴之间的距离</p> 
5.一般用途	 $I = \frac{M}{4} \left( \frac{V}{\pi \times N} \right)^2 = M R^2$		

## 质量保证

1. 在本产品的保修期（以用户购买本产品后1年或本产品开始运行后2,000小时中先到期者的为准）内，确认由于本产品的设计或制造方面的原因导致本产品发生故障时，根据本公司的判断，将负责对产品进行维修或予以更换。
2. 本产品的保修范围仅限前项所述故障的修理或产品更换，不对其它费用进行补偿。但用户就本产品的保修范围与本公司另有书面协议时不受上述条款限制。
3. 属于以下任何情况导致本产品出现问题时不在上述保修范围之内，本公司将进行有偿服务。
  - (1) 在超出本公司指定的使用条件或规格书中指定的范围的情况下使用本产品时
  - (2) 因污垢、异物导致故障时
  - (3) 在本产品上使用本公司指定产品之外的润滑剂、耗材等时
  - (4) 在特殊环境中（高温、多湿、有大量尘埃、腐蚀性、挥发性、易燃性气体的环境中、进行了加减压的大气、液体中等。但本公司规格书等明确认可的范围除外。）使用本产品时
  - (5) 本产品经非本公司人员进行了拆卸、重新组装、修理、改造时
  - (6) 本产品之外的机器导致设备故障时
  - (7) 因火灾、地震、雷击、水灾及其他不可抗力导致设备故障时
  - (8) 其它非本产品设计或制造原因导致设备故障时
4. 第1项的故障修理或更换了产品时，经修理、更换的部件以及更换的产品的保修期为发生该故障的本产品的剩余保修期。

# Nabtesco

ナブテスコ 株式会社

**東京本社**

〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-9 JA 共済ビル TEL: 03-5213-1151 FAX: 03-5213-1172

**名古屋営業所**

〒450-0002 名古屋市中村区名駅 4-2-28 名古屋第二埼玉ビル TEL: 052-582-2981 FAX: 052-582-2987

**大阪営業所**

〒530-0003 大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アバンザ 21F TEL: 06-6341-7180 FAX: 06-6341-7182

**津工場**

〒514-8533 三重県津市片町壱町田 594 TEL: 059-237-4600 (代) FAX: 059-237-4610

<http://precision.nabtesco.com/>

E-MAIL: P\_Information@nabtesco.com

# Nabtesco

Nabtesco Corporation

**Europe and Africa**

**Nabtesco Precision Europe GmbH**

Tiefenbroicher Weg 15, 40472 Düsseldorf, Germany

TEL: +49-211-173790 FAX: +49-211-364677

E-MAIL: info@nabtesco.de www.nabtesco.de

**North and South America**

**Nabtesco Motion Control Inc.**

23976 Freeway Park Drive, Farmington Hills, MI 48335, USA

TEL: +1-248-553-3020 FAX: +1-248-553-3070

E-MAIL: engineer@nabtescomotioncontrol.com www.nabtescomotioncontrol.com

**China**

**Shanghai Nabtesco Motion-equipment Co., Ltd.**

Room 1706, Hong Jia Tower, No. 388 Fu Shan Road, Pudong New Area, Shanghai 200122, China

TEL: +86-21-3363-2200 FAX: +86-21-3363-2655

E-MAIL: info@nabtesco-motion.cn www.nabtesco-motion.cn

**Asia and others**

**Nabtesco Corporation**

**Osaka Sales Office**

21st Fl, Dojima Avanza, 1-6-20 Dojima, Kita-ku, Osaka 530-0003, Japan

TEL: +81-6-6341-7180 FAX: +81-6-6341-7182

**Tsu Plant**

594 Ichoda, Katada-cho, Tsu, Mie 514-8533, Japan

TEL: +81-59-237-4600 FAX: +81-59-237-4610

E-MAIL: P\_Information@nabtesco.com http://precision.nabtesco.com/

● Nabtesco、RV 是纳博特斯克的注册商标或商标。

● Panasonic、PANATERM 是松下电器产业株式会社的注册商标或商标。

● 本公司可能会在不经预告的情况下变更本说明书的内容。

● 本说明书的 PDF 版可以从以下网站下载。

<http://precision.nabtesco.com/>

另外, 刊载的信息有追加及修改时, PDF 版有时会先行更新。

因此, 更新后印刷的使用说明书可能会无法及时分发, 敬请谅解。

● 当本产品或与本产品一同包装的文件等资料中说明的注意事项与本说明书的内容存在差异时, 请优先参考本产品或与本产品一同包装的文件中说明的注意事项。

● 严禁擅自转载、复制、复印、翻译本说明书的部分或全部内容。

● Copyright © 2015 Nabtesco Corporation. All rights reserved.