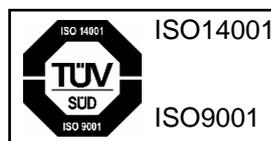


Harmonic Drive[®]

支持安川电机株式会社 Σ -7 MECHATROLINK-III
扁平中空 AC 伺服电动机

Y M A 系列 技术资料



前言

非常感谢您购买 AC 伺服电动机 YMA 系列产品。

本产品操作错误及使用不当可能会导致意外事故，还将缩短产品的使用寿命。为了能够长期安全使用本产品，使用之前请仔细阅读本说明书。

本公司保留在不通知的情况下更改本说明书记载内容的权利。

本说明书中记载的公司名、产品名、系统名等一般都是各公司的注册商标或商标。

请妥善保管本说明书。

请务必将本说明书交付到最终用户手中。

安全使用注意事项

为确保安全、正确使用本产品，使用之前，请务必仔细阅读“安全使用注意事项”及正文，并充分理解其中内容。

表示说明

此处标注的注意事项是表示与安全相关的重要内容。请务必切实遵守。

 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。
 注意	表示为防止产品不能正常工作、误动作或严重影响其性能、功能，应采取或避免的事项。

用途限制

本产品不能用于以下用途。

<ul style="list-style-type: none"> · 航天设备 · 真空设备 · 以运送人为目的的设备 	<ul style="list-style-type: none"> · 航空器设备 · 汽车设备 	<ul style="list-style-type: none"> · 核设备 · 游戏设施 · 特殊环境用设备 	<ul style="list-style-type: none"> · 家庭设备、器具 · 直接作用于人体的设备
--	---	--	---

用于上述用途时，请预先咨询本公司。

 注意	<p>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，请安装安全装置，以避免因破坏导致输出不能控制而发生的事故。</p>
---	---

安全注意事项

电动机使用注意事项

● 设计注意事项



注意

请在规定环境下使用。

电动机是针对室内使用而设计的，请遵守以下条件。

- 环境温度：0~40 °C
- 环境湿度：20~80 %RH（无结露）
- 振动：25 m/s² 以下
- 不溅到水、油等
- 无腐蚀性、爆炸性气体

请使用规定的方法进行安装。

- 请按照技术资料要求准确地进行电动机和被动机械定心。
- 中心偏移可能会导致振动及输出轴损坏。

● 使用注意事项



警告

请不要超出容许转矩。

- 施加转矩请不要超出最大转矩。
- 机械臂等直接附着到输出轴时，碰撞机械臂会导致输出轴不能控制。

请不要直接插到插座上。

- 如果不连接专用伺服组件，电动机不能运转。
- 请坚决避免直接将其连接到商用电源。否则，电动机会损坏，导致火灾。

请不要敲打电动机。

- 电动机直接连接编码器，请不要用木槌等敲打。
- 编码器损坏会导致电动机失控。

请不要用力拉扯导线。

- 用力拉扯导线会导致连接部损坏，电动机失控。

伺服组件使用注意事项

- 请仔细阅读相关技术资料集，并正确安全使用。相关技术资料的详细情况，请浏览 P6 “相关资料”。
- 使用之前，请务必阅读使用说明书“ Σ -7 系列 AC 伺服驱动器 Σ -7S/ Σ -7W/ Σ -7C 伺服组件安全注意事项”。
使用说明书请从安川电机株式会社的主页下载。
资料编号 TOMP C710828 001
- 使用注意事项



通电状态下，请勿更改配线。

配线拆装、连接器插拔等操作，请务必先切断电源再行实施。否则，会有触电及失控的危险。

电源断开后 6 分钟以内，请不要触碰端子部。

- 切断电源后，内部仍带电。为防止触电，请在电源断开 6 分钟后再行实施检查作业。
- 安装时，请采取相应措施确保不会轻易触碰到内部的电气元件。

关于报废



请按工业废弃物标准进行处理。

报废时，请尽量对其进行拆解，对于有材料标识的部件应按标识进行分类，按工业废弃物标准进行处理。

目录

安全使用注意事项.....	1
表示说明.....	1
用途限制.....	1
安全注意事项.....	2
目录.....	4
相关技术资料.....	6
符合海外规格.....	6

第 1 章 概要

1-1 概要.....	1-1
1-2 与伺服组件及中继电缆线的组合.....	1-2
1-3 型号.....	1-3
1-4 规格.....	1-4
1-5 保持制动.....	1-6
1-6 外形尺寸.....	1-7
1-7 机械精度.....	1-11
1-8 检测器规格（绝对位置编码器）.....	1-12
1-9 旋转方向.....	1-13
1-10 抗冲击.....	1-14
1-11 耐振动.....	1-15
1-12 可用区间.....	1-16
1-13 接线规格.....	1-18
电动机导线规格.....	1-18
编码器导线规格.....	1-19

第 2 章 选型

2-1 YMA 系列选型.....	2-1
容许负载转动惯量.....	2-1
2-2 负载载荷的确认和研究.....	2-2
2-3 运转状况研究.....	2-3
使用转速研究.....	2-3
负载转动惯量的计算和研究.....	2-3
负载转矩计算.....	2-4

加速时间·减速时间.....	2-5
有效转矩、平均转速研究.....	2-6

第3章 电动机的设置

3-1 开箱检查.....	3-1
确认步骤.....	3-1
3-2 使用注意事项.....	3-2
安装和传递转矩.....	3-2
组装注意事项.....	3-3
定位销的使用.....	3-4
电动机的材质.....	3-4
3-3 安装场所和安装工程.....	3-5
安装场所的环境条件.....	3-5
安装作业.....	3-6

第4章 选购配件

4-1 选购配件.....	4-1
电缆线侧面引出（选购配件符号：Y）.....	4-1
中继电缆线.....	4-2

附录

附录-1 单位换算.....	5-1
附录-2 转动惯量计算.....	5-3
质量·转动惯量计算式.....	5-3
圆柱的转动惯量.....	5-5

相关技术资料

相关技术资料见下表。请根据需要进行确认。

资料名称	资料编号	内容	获取方法
Σ-7S 伺服组件 MECHATROLINK-Ⅲ 通信指令型产品手册	SIJP S800001 280	介绍 Σ-7 系列 AC 伺服驱动器的 Σ-7S 伺服组件 MECHATROLINK-Ⅲ 通信指令型的运行、维护所需的信息。	可从安川电机株式会社的主页下载。

符合海外规格

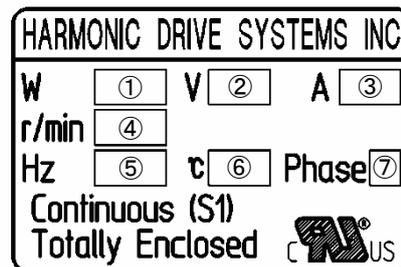
YMA 系列电动机符合下列海外规格。

UL 规格	UL1004-1, UL1004-6 (File No. E243316)
CSA 规格	C22.2 No.100
欧州 EC 指令 低电压指令	EN60034-1, EN60034-5

关于 UL 铭牌显示

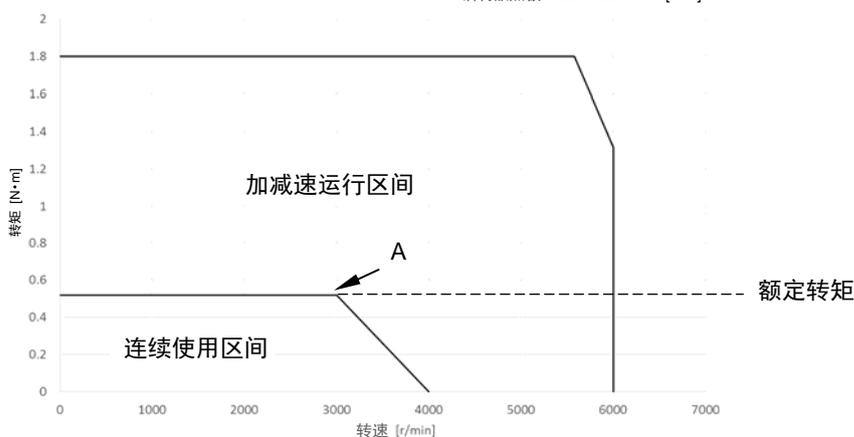
YMA 系列电动机基于 UL1004-1, UL1004-6 (File No. E243316) 标准, 表示以下规格值。

显示栏	说明
①	下图 A 点的输出功率 [W]
②	下图 A 点的电动机线间电压 [V]
③	容许连续电流 [A]
④	下图 A 点的转速 [r/min]
⑤	下图 A 点的电流基频 [Hz]
⑥	容许环境温度 [°C]
⑦	相数



UL 铭牌显示

铝制散热板: 320×320×16 [mm]



各机型上铭牌显示值如下。

项 目 \ 型 号		Y M A B 0 9
①A点的输出功率	W	251
②A点的电压	V	136
③容许连续电流	A	2.5
④A点的速度	r/min	3000
⑤A点的频率	Hz	250
⑥容许环境温度	°C	40
⑦相数	—	3

项 目 \ 型 号		Y M A B 1 2
①A点的输出功率	W	406
②A点的电压	V	129
③容许连续电流	A	4.2
④A点的速度	r/min	2500
⑤A点的频率	Hz	208
⑥容许环境温度	°C	40
⑦相数	—	3

项 目 \ 型 号		Y M A B 1 5
①A点的输出功率	W	754
②A点的电压	V	125
③容许连续电流	A	7.8
④A点的速度	r/min	2000
⑤A点的频率	Hz	167
⑥容许环境温度	°C	40
⑦相数	—	3

项 目 \ 型 号		Y M A A 2 1 A
①A点的输出功率	W	1320
②A点的电压	V	100
③容许连续电流	A	20.0
④A点的速度	r/min	1000
⑤A点的频率	Hz	133
⑥容许环境温度	°C	40
⑦相数	—	3

第1章

概要

本章主要介绍电动机的特征、功能和规格的相关内容。

1-1 概要	1-1
1-2 与伺服组件及中继电缆线的组合	1-2
1-3 型号	1-3
1-4 规格	1-4
1-5 保持制动	1-6
1-6 外形尺寸	1-7
1-7 机械精度	1-11
1-8 检测器规格（绝对位置编码器）	1-12
1-9 旋转方向	1-13
1-10 抗冲击	1-14
1-11 耐振动	1-15
1-12 可用区间	1-16
1-13 接线规格	1-18

1-1 概要

YMA 系列是一种将与安川电机公司制造的伺服组件 Σ -7 系列组合在一起，从而按照可通过 MECHATROLINK-III 进行控制的所有机型带有中空孔的小型 AC 伺服电动机。通过在中空孔中穿过配线、配管、滚珠螺杆、激光等，可以满足用户各种用途的机械设计。

可用于机器人关节驱动、半导体、液晶面板制造设备的定位机构、机床 ATC 驱动、印刷相关机械的辊驱动、以及其它各种 FA 设备。

◆ 标配 17bit 磁式绝对位置编码器

YMA 系列安装有独自研发的高可靠性 17bit 磁式绝对位置（绝对值式）编码器*。使用串行通信可节省配线，除电动机所必须的多次旋转计数功能外，利用内部备份，在编码器电缆线短时间断开时也可以保持绝对位置。

此外，通过始终对比 2 个系统的角度检测，内置向上一级系统输出突发故障的故障安全防护功能，有助于安全系统的构建。

◆ 可与 Σ -7 组合使用

可与安川电机公司制造的 Σ -7 组合使用。可通过 MECHATROLINK-III 进行控制。

◆ 可对应单相 AC200 V 用 Σ -7

YMAB09 及 YMAB12 可对应单相 AC200 V 用 Σ -7。

电动机与三相相同，与伺服组件组合特性相关的规格及运行范围也不会更改。

◆ 对应输出轴 1 次旋转绝对位置功能（选购配件）

由于对应输出轴 1 次旋转绝对位置编码器功能（选购配件），因此即使在多轴旋转的状态下也能够就在近 360° 以内的位置进行定位。

1-2 与伺服组件及中继电器线的组合

YMA 电动机与 Σ -7 伺服组件及中继电器线的组合如下。

①三相 200 V

		YMAB09	YMAB12	YMAB15	YMAA21A
伺服组件 MECHATROLINK-III对应		SGD7S- 3R8A20A □□□F81	SGD7S- 120A20A □□□F81	SGD7S- 180A20A □□□F81	SGD7S- 330A20A □□□F81
中继电器线 (另售品)	电动机线	EWD-MB**-A06-TN-Y		EWD-MB** -A06-TMC-Y	EWD-MB** -D09-TMC ^{注3)}
	编码器线	标准型	JZSP-CSP19-**-E		JZSP-CVP▽▽-**-E
		弯曲型	JZSP-CSP29-**-E		JZSP-CVP△△-**-E

②单相 200 V

		YMAB09	YMAB12
伺服组件 MECHATROLINK-III对应		SDG7S-5R5A20A□□□F81	SGD7S-120A20A008F81
中继电器线 (另售品)	电动机线	EWD-MB**-A06-TN-Y	EWD-MB**-A06-TMC-Y
	编码器线	标准型	JZSP-CSP19-**-E
		弯曲型	JZSP-CSP29-**-E

注 1) 伺服组件型号中的“□□□”表示有无动力制动电阻的选购配件：000=无、020=有

注 2) 中继电器线型号中的“**-”、“▽▽”、“△△”符号参照以下内容。

- “**-”表示电缆线长度：03 = 3 m、05 = 5 m、10 = 10 m、15 = 15 m
- “▽▽”表示插头形状：06 = 带直接插头、07 = 带 L 型插头
- “△△”表示插头形状：26 = 带直接插头、27 = 带 L 型插头

注 3) 电缆线长度为 15 m 时，型号变成“EWD-MB15-D09-TMC-Y”。

关于伺服组件及编码器线，请咨询株式会社安川电机。

1-3 型号

YMA 系列的型号和符号的读法如下。

型号例：

YMA	B	09	A	200	-	17	S17b	A	-	C	Y	-	SP
①	②	③	④	⑤	-	⑥	⑦	⑧	-	⑨	⑩	-	⑪

①机型：AC 伺服电动机 YMA 系列

②电动机版本符号

A	型号 21A
B	型号 09、12、15

③型号：09、12、15、21A

④制动

A	无制动
B	带制动

⑤适用伺服组件输入电压

200	200 V
-----	-------

⑥编码器格式

17	符合安川格式、一对一连接
----	--------------

⑦编码器种类、分辨率

S17b	17bit 多次旋转绝对位置编码器 131072 个脉冲/转
------	--------------------------------

⑧编码器相位角：电动机 U 相感应电压和绝对原点的位相差

A	0 度
---	-----

⑨连接器规格

C	带标准连接器
N	无连接器

⑩选购配件符号

Y	电缆线侧面引出
S	输出轴 1 次旋转绝对位置规格

(型号 21A 不对应。)

⑪特殊规格

空白	标准品
SP	特殊规格品

1-4 规格

1

概要

表示 YMA 系列的规格。

项 目		型 号	YMAB09	YMAB12	YMAB15	YMAA21A
组合伺服组件			三相: SGD7S-3R8A20A □□□F81 单相: SGD7S-5R5A20A □□□F81	三相: SGD7S-120A20A □□□F81 单相: SGD7S-120A20A 008F81	SGD7S-180A20A □□□F81	SGD7S-330A20A □□□F81
输入电源电压	V		200	200	200	200
额定输出	W		251	406	754	1320
瞬时最大转矩 *1	N·m		3.0	6.6	13	45
	kgf·m		0.31	0.67	1.33	4.59
额定转矩 *1*2	N·m		0.80	1.55	3.60	12.6
	kgf·m		0.082	0.158	0.367	1.29
最高转速 *1	r/min		5600	4800	4000	3000
额定转速	r/min		3000	2500	2000	1000
瞬时最大电流 *1	A		8.9	18	29	75
额定电流 *1*2	A		2.5	4.2	7.8	20.0
转矩常数 *1	N·m/A		0.41	0.44	0.54	0.72
	kgf·m/A		0.042	0.045	0.055	0.073
感应电压常数 *3	V/(r/min)		0.043	0.046	0.057	0.075
电阻 (20 °C)	Ω		1.2	0.33	0.19	0.028
相电感	mH		3.0	1.4	1.2	0.29
转动惯量 () 为带制动	GD ² /4	× 10 ⁻⁴ kg·m ²	1.78 (2.16)	6.45 (6.83)	15.8 (19.8)	125 (141)
	J	× 10 ⁻⁴ kgf·cm·s ²	18.2 (22.1)	65.8 (69.7)	161 (202)	1280 (1444)
容许径向负载 (静止时)	N		800	1200	2400	4500
	kgf		81.6	122	245	459
容许轴向负载 (静止时)	N		2400	3600	5000	14000
	kgf		245	367	510	1429
额定径向负载 (额定转速时)	N		185	233	530	1040
	kgf		18.9	23.8	54.1	106.1
额定轴向负载 (额定转速时)	N		105	130	180	880
	kgf		10.7	13.3	18.4	89.8
编码器方式			绝对位置编码器			
编码器分辨率	一次旋转检测器		2 ¹⁷ (131072)			
	多次旋转检测器 *4		2 ¹⁶ (65536)			
质量 () 为带制动	kg		2.0 (2.1)	3.4 (3.8)	5.5 (6.2)	17.5 (19.7)

周围环境条件 ^{*6}	使用温度：0~40℃/保存温度：-20~60℃ 使用湿度/保存湿度：20~80%RH（无结露） 耐振动：25 m/s ² （频率：10~400 Hz） ^{*5} 抗冲击：300 m/s ² ^{*5} 无粉尘、金属粉、腐蚀性气体、易燃性气体、油雾等 室内使用、避免阳光直射 海拔 1000 m 以下
电动机绝缘	绝缘电阻：100 MΩ 以上（DC500 V） 绝缘耐压：AC1500 V/1 min 绝缘等级：A 类
安装方向	可全方向安装
保护等级	全闭自冷型（IP54）

上表中的数值表示代表值。

*1：与 Σ-7 组合（以理想正弦波驱动）时的典型特性。

*2：安装在以下铝散热板的情况下温度上升饱和时的数值。

YMAB09 : 350×350×18 [mm]

YMAB12 : 400×400×20 [mm]

YMAB15 : 500×500×25 [mm]

YMAA21A : 650×650×30 [mm]

*3：相感应电压常数乘以 3 后得到的数值。

*4：多次旋转检测范围为 0~65535。

*5：关于试验条件，请参考“1-10 抗冲击”（P1-14）、“1-11 耐振动”（P1-15）。

此外，本公司不保证施加长时间连续振动、冲击等用途时的产品性能。

*6：详细情况，请参考“3-3 安装场所和安装工程”（P3-5）。

1-5 保持制动

YMA 系列的制动是不通电状态下保持电动机轴的制动。部分机型（YMAB09,12）使用电动机内置电路对作用到制动的电压进行控制，以减少保持时的消耗功率。

制动励磁电压务必提供规格以内的直流电压，请使用吸引时能够输出消耗电流的电源装置。

规格

项 目		型 号			
		YMAB09	YMAB12	YMAB15	YMAA21A
方式		干式无励磁动作型			
节电控制		有		无	
制动励磁电压	V	DC24 V ± 10 % (无极性) ^{*1}			
吸引时消耗电流	A	0.8 ^{*2}	0.8 ^{*2}	0.7	0.9
保持时消耗电流	A	0.3	0.3	0.7	0.9
保持转矩	N·m	1.0	2.0	4.0	15
	kgf·m	0.102	0.204	0.408	1.53
容许通常保持次数 ^{*3}		100000 次			
容许紧急制动次数 ^{*4}		200 次			

*1: 制动用电源由用户自行准备。请使用制动吸引时能够输出消耗电流的电源装置。

*2: 吸引时消耗电流的供给时间，DC24 V ± 10 % 的情况时，小于 0.5 sec。

*3: 制动时转速在 150 r/min 以下。

*4: 制动时转速为 3000 r/min、负载转动惯量在电动机转动惯量的 3 倍以下。



警告

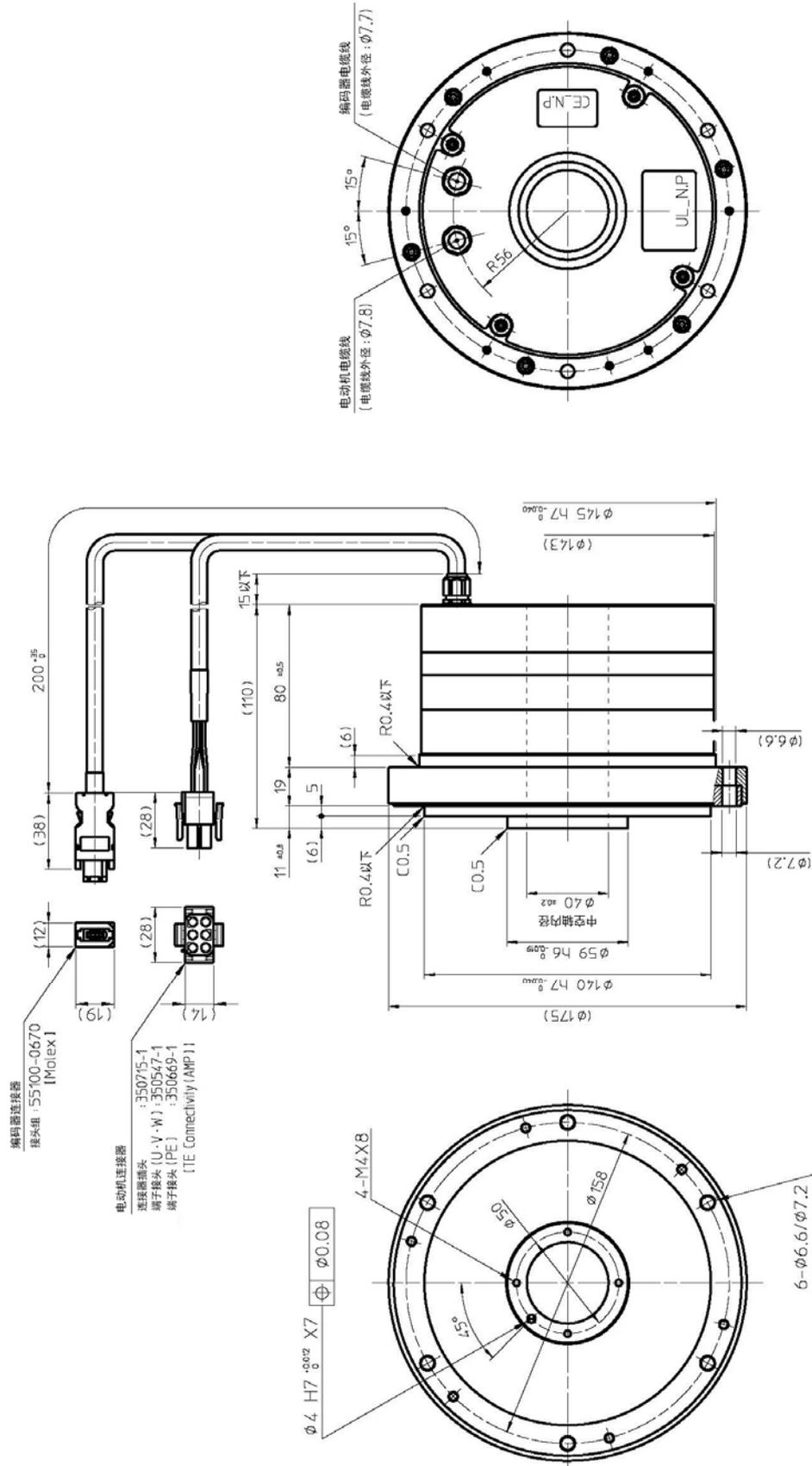
保持制动不能用作制动闸。

请注意不要超过容许通常保持次数（转速低于 150 r/min 时，100000 次）及容许紧急制动次数（转速 3000 r/min、负载转动惯量小于电动机转动惯量的 3 倍时，200 次）。

超过容许通常保持次数、容许紧急制动次数时，保持转矩会下降，不能用作制动。

● YMAB15 (无制动/带制动)

单位 [mm] (第3角法)



注: 外形尺寸的详细情况, 请根据本公司发行的交货规格图进行确认。
不同的零件制造方法 (铸造品、机械加工品), 公差各异。
未标注公差的尺寸公差, 请咨询本公司。

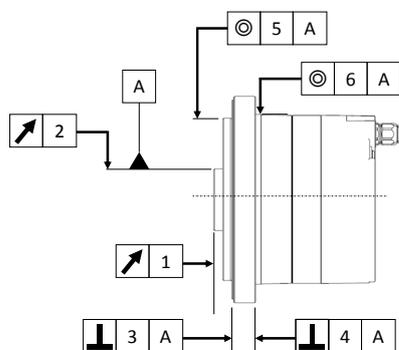
1-7 机械精度

YMA 系列的输出轴及安装法兰的机械精度如下。

单位 [mm]

精度项目	YMAB09	YMAB12	YMAB15	YMAA21A
1.输出轴面偏差	0.020	0.020	0.040	0.040
2.输出轴偏摆	0.020	0.020	0.040	0.040
3.安装面相对于输出轴的垂直度	0.080	0.080	0.090	0.100
4.安装面相对于输出轴的垂直度	0.065	0.065	0.085	0.090
5.安装嵌合部相对于输出轴的同轴度	0.050	0.050	0.050	0.060
6.安装嵌合部相对于输出轴的同轴度	0.045	0.045	0.055	0.065

注) T.I.R(Total Indicator Reading, 指示器总读数)中的数值



下面介绍测定方法。

1 输出轴面偏差

使用安装在固定部的指示器测定旋转一次输出轴时输出轴端面的轴向偏差（最大振幅）。

2 输出轴偏摆

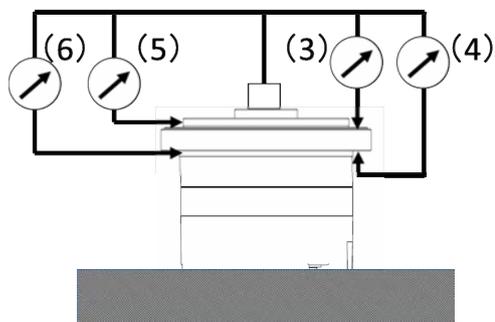
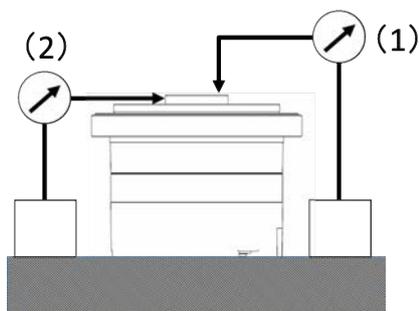
使用安装在固定部的指示器测定旋转一次输出轴时输出轴的径向偏差（最大振幅）。

3,4 安装面相对于输出轴的垂直度

使用安装在输出轴基准的指示器测定旋转一次安装面最外周（输出轴侧及反输出轴侧）时的轴向偏差（最大振幅）。

5,6 安装嵌合部相对于输出轴的同轴度

使用安装在输出轴基准的指示器测定旋转一次安装嵌合部（输出轴侧及反输出轴侧）时的径向偏差（最大振幅）。



1-8 检测器规格（绝对位置编码器）

YMA 系列内置的绝对位置编码器是一种多次旋转式绝对位置编码器。由检测电动机轴位置的一次旋转检测器和检测旋转次数的多次旋转检测器组成。

该编码器与伺服组件及外部控制器的电源 ON/OFF 无关，始终检测机械的绝对位置，利用电池备份进行保存。因此，只要在安装机械时曾进行过原点定位，以后每次通电时无需进行原点复位。电及发生故障后，也能够很容易地进行恢复。

此外，检测一次旋转绝对位置及旋转次数的累计计数器被双重化，这是一种始终进行数据的匹配检测，能够对编码器突发异常进行自检的高可靠性设计。

而且，编码器内部安装有备份用电容器，因初始装置启动等需要断开传动装置和编码器中继电缆线时也能够保持绝对位置。但，备份用电容器随着使用时间的增加，其性能会下降。因此，建议更换编码器的中继电缆线安装电池时，请在只打开控制电路电源的状态下操作。在控制电路电源开启状态下更换电池，绝对位置数据不会丢失。

规格

方式		磁式传感器/电子式电池备份方式
分辨率	一次旋转检测器	2^{17} : 131072 脉冲
	多次旋转检测器	2^{16} : 65536 (0~65535)
容许最大转速		7000 r/min ^{注1}
安全性·冗余性		<ul style="list-style-type: none"> · 基于一次旋转检测器双重化的匹配检测方式 · 基于检测旋转次数的累计计数器双重化的匹配检测方式
外部电池备份时间		1 年 ^{注2} (不通电时)
内部备份时间		30 分 (充电 3 小时后, 环境温度 25 °C、轴停止状态) (用于编码器中继电缆线和传动装置短时间断开时的备份)

注1) 是编码器能够旋转的最大转速，区别于电动机能够驱动的转速。

注2) 轴停止时的数值。不通电状态下轴频繁转动时，外部电池的消耗会变快。

编码器数据传输

在通常的通电状态下，执行双向通信，传输数据。当伺服组件的控制电源变成 OFF，进入电池备份状态后，通信停止。

输出轴 1 次旋转绝对位置规格（选购配件）

标准的电动机在只向一个方向持续旋转输出轴时，随时会超出绝对式编码器能够检测的多旋转检测数，因此，无法正确管理位置信息。

输出轴 1 次旋转绝对位置规格始终将多次旋转累积计数器设定成 0，能够对只朝一个方向持续旋转时的位置信息进行准确管理。

1-9 旋转方向

出厂时的旋转方向默认为 Σ -7 伺服组件发出正转指令时从输出轴侧方向看的逆时针方向（CCW）。该旋转方向可通过 Σ -7 伺服组件的参数“Pn000”设置进行切换。



CCW（逆时针）旋转方向

设置“Pn000：电动机旋转方向的设置”

设定值	FWD 指令脉冲	REV 指令脉冲	设定
n.□□□0	CCW（逆时针）方向	CW（顺时针）方向	出厂时设定
n.□□□1	CW（顺时针）方向	CCW（逆时针）方向	

1-10 抗冲击

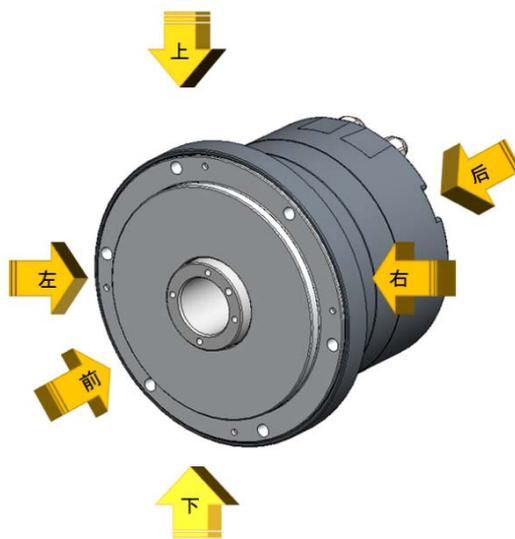
1

概要

电动机上下、左右、前后方向的抗冲击性能如下。

冲击加速度： 300 m/s^2

公司试验条件为在各个方向上分别进行3次。平时本公司不保证施加上述冲击等用途时的产品性能。

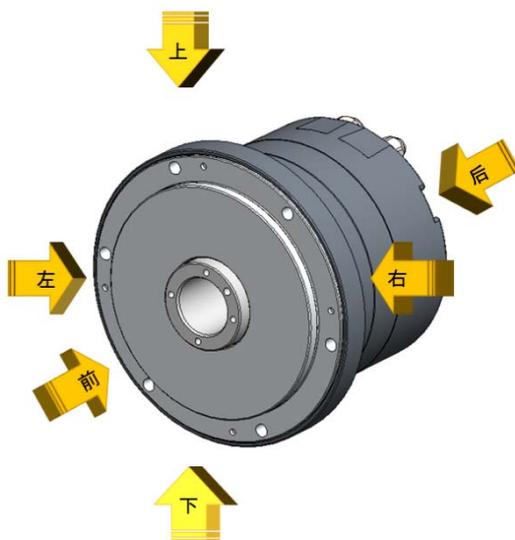


1-11 耐振动

电动机上下、左右、前后方向的耐振动性能如下。

振动加速度：25 m/s² (频率：10~400 Hz)

本公司试验时，振动频率的扫描周期采用 10 分钟，各方向均进行 2 小时。



1-12 可用区间

下面的曲线图是选型 YMA 系列（与 Σ -7 伺服组件的组合）时的可用区间。详细情况，请参照“2-1 YMA 系列选型”（P2-1）。

1. 连续使用区间

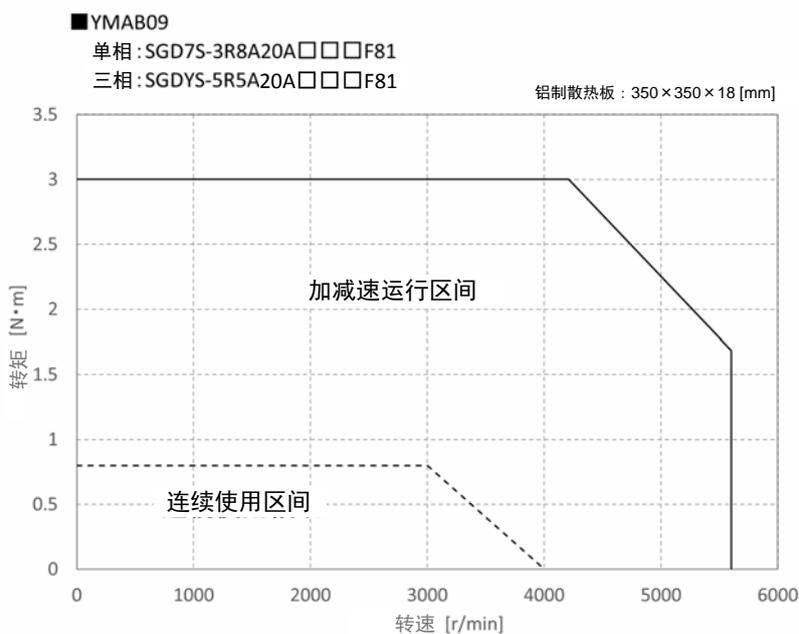
表示可连续运转的转矩-转速区间。而且，是安装了同一曲线图记载的散热板时的数值。

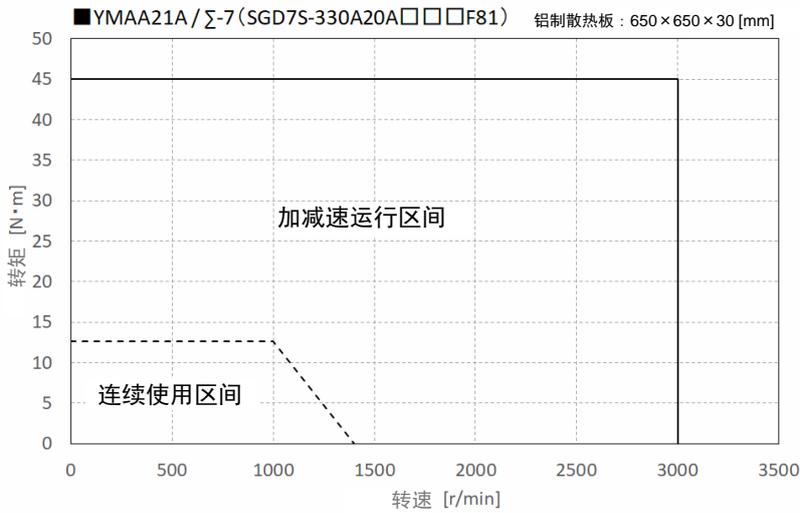
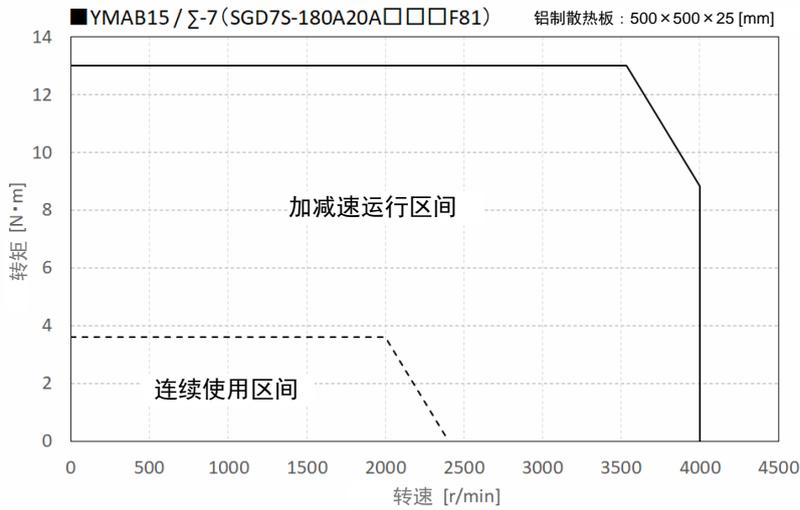
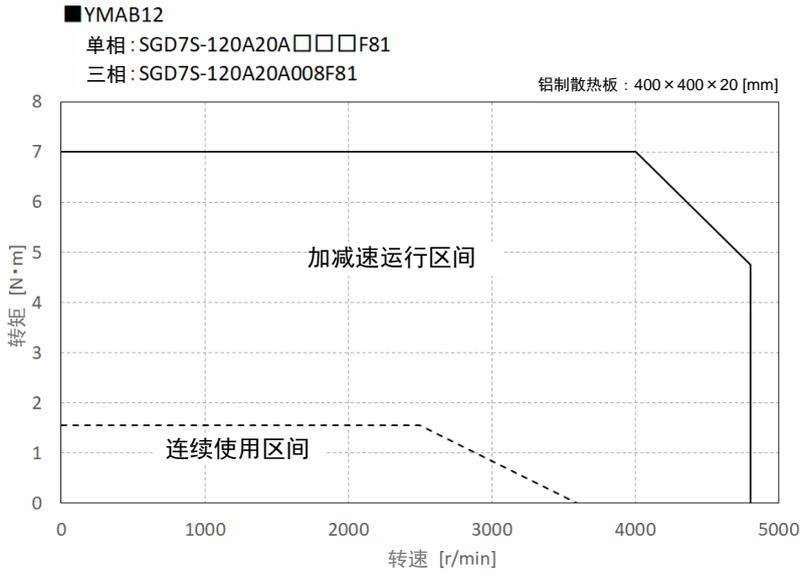
2. 加减速运行区间

表示可瞬时运转的转矩-转速区间。通常情况下，加速、减速时使用该区间。

注意

- 连续使用区间是指在自然空冷的条件下，安装有规定的铝质散热板时的允许范围。安装构件的散热面积较小、材质的热传导性能较差等情况下，作为大致标准，请在电动机外围温度上升值低于 40 K 的运转条件下使用。





1-13 接线规格

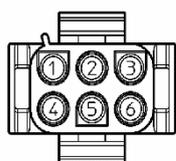
YMA 系列的电动机导线及编码器导线规格如下表。

电动机导线规格

- 型号 09、12、15

PIN 编号	线色	名称	
		无制动	带制动
1	红	电动机 U 相	电动机 U 相
2	白	电动机 V 相	电动机 V 相
3	黑	电动机 W 相	电动机 W 相
4	绿/黄	PE	PE
5	蓝	未连接	制动
6	黄	未连接	制动

- 连接器的 PIN 排列



连接器型号：350715-1

PIN 型号：

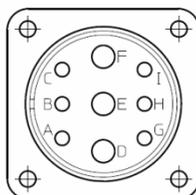
	型号 09	型号 12、15
电动机 UVW	350690-1	350547-1
制动	350690-1	350690-1
电动机 PE	350669-1	350669-1

TE Connectivity (AMP 制造)

- 型号 21A

PIN 编号	线色 (中继电缆线)	名称	
		无制动	带制动
A	蓝	未连接	制动
B	黄	未连接	制动
C	—	未连接	未连接
D	红	电动机 U 相	电动机 U 相
E	白	电动机 V 相	电动机 V 相
F	黑	电动机 W 相	电动机 W 相
G	绿/黄	PE	PE
H	—	PE	PE
I	—	未连接	未连接

- 连接器的 PIN 排列



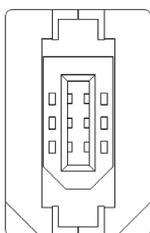
连接器型号：CE05-2A24-11PGHS-D (DDK 制造)

编码器导线规格

- 型号 09、12、15

PIN 编号	信号名称	备注
1	PG5 V	电源输入 +5 V
2	PG0 V	电源输入 0 V (GND)
3	BAT(+)	电池电源
4	BAT(-)	电池电源接地
5	PS	串行信号差动输出(+)
6	/PS	串行信号差动输出(-)
外壳	FG	-

- 连接器的 PIN 排列

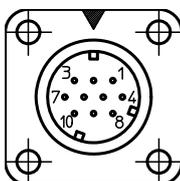


连接器型号: 55100-0670
Molex 制造

- 型号 21A

PIN 编号	信号名称	备注
1	PS	串行信号差动输出(+)
2	/PS	串行信号差动输出(-)
3	-	-
4	PG5 V	电源输入 +5 V
5	BAT(-)	电池电源接地
6	BAT(+)	电池电源
7	-	-
8	-	-
9	PG0 V	电源输入 0 V (GND)
10	FG	-

- 连接器的 PIN 排列



连接器型号: CM10-R10P-D(D7) (DDK 制造)

第2章

选型

本章主要介绍在实际应用中，如何在 YMA 系列中进行选型。

2-1 YMA 系列选型	2-1
2-2 负载载荷的确认和研究	2-2
2-3 运转状况研究	2-3

2-1 YMA 系列选型

容许负载转动惯量

为充分发挥 YMA 系列的性能，请假设选定电动机，使得转速与负载转动惯量比低于下表中的容许值。下表中的容许负载转动惯量比的数值分别为如下基准值。

- ①可控制区间：缓慢加减速等条件下使用时或无需快响应性时
- ②稳定控制区间：使响应性变快，缩短定位时瞬态振动或进行稳定的定速运转时的基准值。

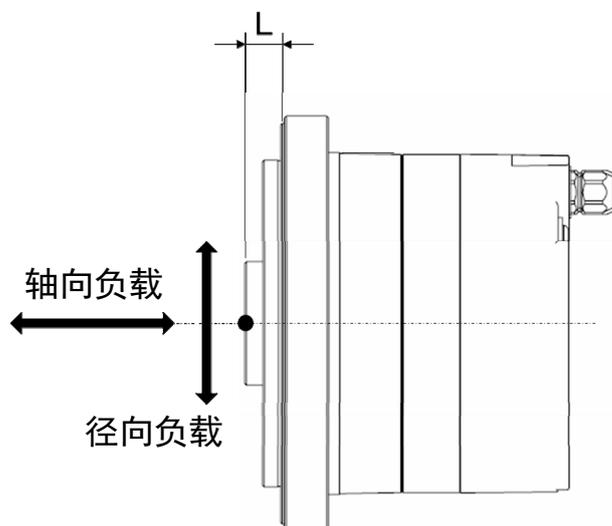
型号		YMAB09	YMAB12	YMAB15	YMAA21A
容许转速	r/min	5600	4800	4000	3000
转动惯量 (无制动)	$\times 10^{-4}\text{kg}\cdot\text{m}^2$	1.78	6.45	15.8	125
	$\times 10^{-4}\text{kgf}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^2$	18.2	65.8	161	1280
转动惯量 (带制动)	$\times 10^{-4}\text{kg}\cdot\text{m}^2$	2.16	6.83	19.8	141
	$\times 10^{-4}\text{kgf}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^2$	22.1	69.7	202	1444
容许负载转动 惯量比	①可控制区间	转动惯量的 10 倍以下			
	②稳定控制区间	转动惯量的 3 倍以下			

转动惯量的计算方法，请参考“附录-2 转动惯量计算”（P5-3）。

此外，以较强的启动频率运转较大的负载转动惯量时，制动时再生能量变大。当发生的再生能量大于伺服组件内置吸收量时，需在伺服组件外部加装“再生电阻”。详细情况，请浏览 P6 “相关技术资料”。

2-2 负载载荷的确认和研究

请确认对 YMA 系列输出轴的旋转中心及前端所承载的负载不超过下表的容许载荷。表中的值为分别单独作用时的容许载荷。



输出轴容许载荷

型号	项目 L mm	额定运行时		静止时	
		径向负载	轴向负载	径向负载	轴向负载
		N	N	N	N
YMAB09	10	185	105	800	2400
YMAB12	10	233	130	1200	3600
YMAB15	11	530	180	2400	5000
YMAA21A	16	1040	880	4500	14000

2-3 运转状况研究

反复进行启动、停止的运转及高速状态下的连续运转时，电动机可能会发热。因此，需要研究能否允许这种发热现象的存在。

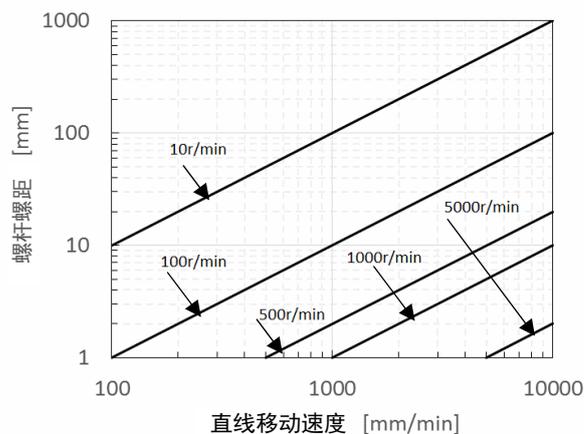
按以下顺序进行研究。

使用转速研究

计算 YMA 系列进行驱动时负载的使用转速 [r/min]。

直线运动时，通过以下公式换算成转速。

$$\text{使用转速 [r/min]} = \frac{\text{直线移动速度 [mm/min]}}{\text{螺钉的进给螺距 [mm]}}$$



请确认使用转速低于 YMA 系列的最高转速。

负载转动惯量的计算和研究

计算使用 YMA 系列进行驱动的负载的转动惯量。

关于计算方法，请参照“附录-2 转动惯量计算”（P5-3）。

根据计算结果数值，参考“2-1 YMA 系列选型”（P2-1），假设选定 YMA 系列。

负载转矩计算

使用下面的公式计算负载转矩。

● 旋转运动

如右图所示，质量为“W”的物体沿距旋转中心的半径为“r”的环上旋转时的旋转转矩如下所示。

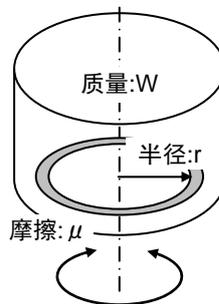
$$T = 9.8 \times \mu \times W \times r$$

T : 旋转转矩 [N·m]

μ : 摩擦系数

W : 质量 [kg]

r : 摩擦面的平均半径 [m]



● 直线运动（水平运动）

如右图所示，质量“W”通过螺距为“P”的螺钉水平移动时的旋转转矩如下。

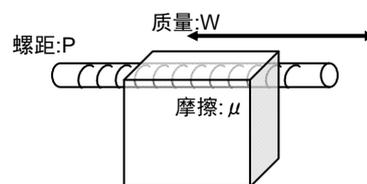
$$T = 9.8 \times \mu \times W \times \frac{P}{2 \times \pi}$$

T : 旋转转矩 [N·m]

μ : 摩擦系数

W : 质量 [kg]

P : 螺钉的进给螺距 [m]



● 直线运动（垂直运动）

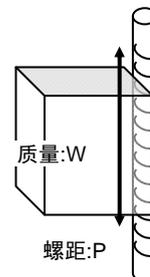
质量“W”通过螺距为“P”的螺钉垂直移动时的旋转转矩如下。

$$T = 9.8 \times W \times \frac{P}{2 \times \pi}$$

T : 旋转转矩 [N·m]

W : 质量 [kg]

P : 螺钉的进给螺距 [m]



加速时间·减速时间

使用下面的公式计算使用假定选择的电动机时的加速时间和减速时间。

$$\text{加速时间: } t_a = k \times (J_M + J_L) \times \frac{2 \times \pi}{60} \times \frac{N}{T_M - T_L}$$

$$\text{减速时间: } t_d = k \times (J_M + J_L) \times \frac{2 \times \pi}{60} \times \frac{N}{T_M + 2 \times T_F + T_L}$$

t_a : 加速时间 [s]

t_d : 减速时间 [s]

k : 加速度降低系数 1~1.5
旨在缩短定位时稳定时间, 通过减小加速度, 会缩短整体的定位时间。

J_M : 电动机转动惯量 [kg·m²]

J_L : 负载转动惯量 [kg·m²]

N : 电动机转速 [r/min]

T_M : 瞬时最大扭矩 [N·m]

T_F : 电动机的摩擦转矩 [N·m]

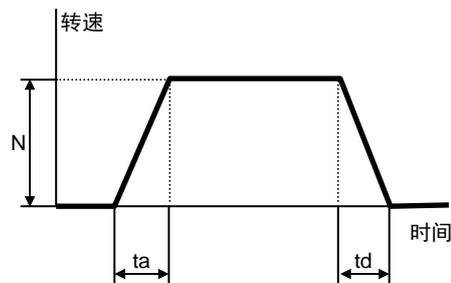
$$T_F = K_T \times I_R - T_R$$

K_T : 转矩常数 [N·m/A]

T_R : 额定转矩 [N·m]

I_R : 额定电流 [A]

T_L : 负载转矩 [N·m]



极性方面, 将沿旋转方向运动的情况作为正极[+], 反方向运动的情况作为负极[-]。

● 计算例子 1

选定最符合以下运转条件的电动机。

- 转速: 4000 [r/min]
- 负载转动惯量: 3.0×10^{-4} [kg·m²]
- 负载机构主要仅限惯性, 因此, 负载转矩很小, 几乎可以忽略不计。

① 根据 2-1 项的表, 将上述条件假设选定为“YMAB09”。

② 从额定表中读取

$$J_M = 1.78 \times 10^{-4} \text{ [kg·m}^2\text{]}$$

$$T_M = 3.0 \text{ [N·m]}$$

$$T_R = 0.80 \text{ [N·m]}$$

$$K_T = 0.41 \text{ [N·m/A]}$$

$$I_R = 2.5 \text{ [A]}。$$

③ 根据上面的公式, 电动机的摩擦转矩为

$$T_F = 0.41 \times 2.5 - 0.80 = 0.225 \text{ [N·m]}。$$

④ 设 $k = 1.3$, 根据上面的公式, 加速及减速时间可进行如下计算。

$$t_a = 1.3 \times (1.78 + 3.0) \times 10^{-4} \times 2 \times \pi / 60 \times 4000 / 3.0 \doteq 0.087 \text{ [s]}$$

$$t_d = 1.3 \times (1.78 + 3.0) \times 10^{-4} \times 2 \times \pi / 60 \times 4000 / (3.0 + 2 \times 0.225) \doteq 0.075 \text{ [s]}$$

⑤ 如果加减速时间的计算结果不在理想时间内, 重新进行以下研究。

- 评估负载转动惯量的降低情况。
- 研究采用较大型号的电动机。

有效转矩、平均转速研究

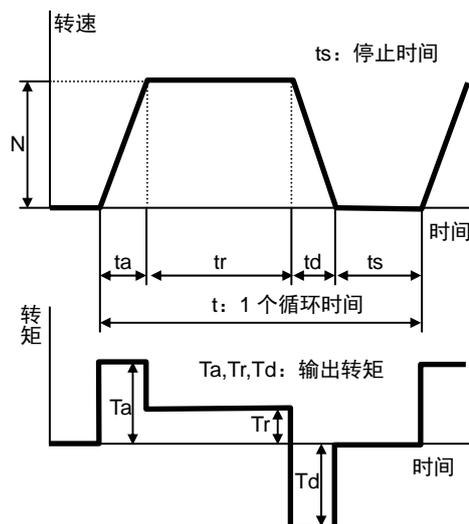
判断运转导致电动机的发热是否有问题的方法，是看有效转矩和平均转速确定的动作点是否位于“1-12 可用区间”的连续使用区间内。

使用下面的公式计算在右图驱动模式下进行反复运转时有效转矩 T_m 及平均转速 N_{av} 。

$$T_m = \sqrt{\frac{T_a^2 \times t_a + T_r^2 \times t_r + T_d^2 \times t_d}{t}}$$

$$N_{av} = \frac{N/2 \times t_a + N \times t_r + N/2 \times t_d}{t}$$

t_a	: 从速度 0 到 N 的加速时间	[s]
t_d	: 从速度 N 到 0 的减速时间	[s]
t_r	: 速度 N 时的恒速运行时间	[s]
t	: 1 个循环的时间	[s]
T_m	: 有效转矩	[N·m]
T_a	: 加速时转矩	[N·m]
T_r	: 定速时转矩	[N·m]
T_d	: 减速时转矩	[N·m]
N_{av}	: 平均转速	[r/min]
N	: 定速时转速	[r/min]



● 计算例子 2

以“YMAB09”为例进行说明。

运转条件：在与计算例子 1 相同的条件下对惯性负载实施加速，等达到定速运转后，进行减速。

取 1 个循环时的移动角度为 3600° ，1 个循环时间为 0.8 [s]。

①移动角度可通过上图中的“转速-时间”线形图的面积得出。即，移动角度 θ 为

$$\theta = (N/60) \times \{t_r + (t_a + t_d)/2\} \times 360$$

$$\text{即, } t_r = \theta / (6 \times N) - (t_a + t_d) / 2$$

在该公式中代入 $\theta = 3600^\circ$

计算例子 1 中的

$$t_a = 0.087 \text{ [s]}$$

$$t_d = 0.075 \text{ [s]}$$

$$N = 4000 \text{ [r/min]}$$

后，得到

$$t_r = 0.069 \text{ [s]}。$$

②接着，计算加速时转矩及减速时转矩。在上一项的“加速时间·减速时间”公式中，设 $k = 1$ ，加速时转矩及减速时转矩的关系式如下所示。

$$T_a = (J_M + J_L) \times 2 \times \pi / 60 \times N / t_a + T_L$$

$$T_d = (J_M + J_L) \times 2 \times \pi / 60 \times N / t_d - 2 \times T_F - T_L$$

在该公式中代入计算例子 1 的数值，则

$$T_a = 2.30 \text{ [N·m]}$$

$$T_d = 2.53 \text{ [N·m]}。$$

③计算有效转矩。将①、②项中的数值及 $T_r = 0$ [N·m]、 $t = 0.8$ [s]代入上述公式。

$$T_m = \sqrt{\frac{2.30^2 \times 0.087 + 0^2 \times 0.069 + 2.53^2 \times 0.075}{0.8}} = 1.08 \text{ [N·m]}$$

④计算平均转速。将①项中的数值及 $N = 4000$ [r/min]、 $t = 0.8$ [s]代入上述公式。

$$N_{av} = \frac{4000/2 \times 0.087 + 4000 \times 0.069 + 4000/2 \times 0.075}{0.8} = 750 \text{ [r/min]}$$

⑤将由上面计算得出的有效转矩和平均转速确定的动作点绘制到 YMAB09 的可使用区间的曲线上, 则如右图(★标志)所示, 超出了连续使用区间的范围。因此, 该条件下不能进行连续运转。这种情况时, 需重新研究以下内容:

- ◆ 运转模式
- ◆ 负载降低
- ◆ 电动机型号

等。

下面的公式是有效转矩计算公式的变形。只要将允许连续转矩数值代入这个公式中的 T_m , 就能够计算得出 1 个循环时间的允许值。

$$t = \frac{T_a^2 \times t_a + T_r^2 \times t_r + T_d^2 \times t_d}{T_m^2}$$

代入

$$T_a = 2.30 \text{ [N·m]}$$

$$T_r = 0 \text{ [N·m]}$$

$$T_d = 2.53 \text{ [N·m]}$$

$$T_m = 0.80 \text{ [N·m]}$$

$$t_a = 0.087 \text{ [s]}$$

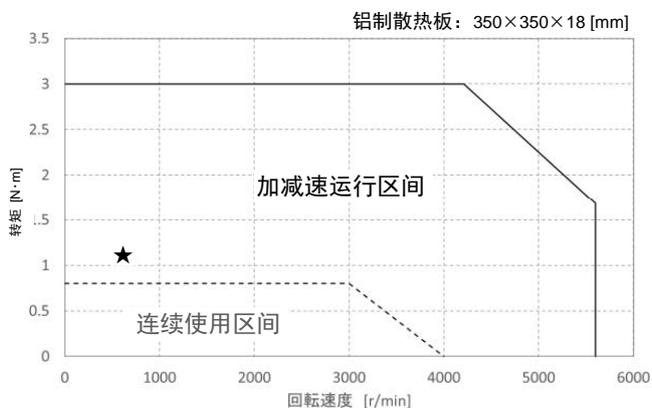
$$t_r = 0.069 \text{ [s]}$$

$$t_d = 0.075 \text{ [s]}$$

即,

$$t = (2.30^2 \times 0.087 + 2.53^2 \times 0.075) / 0.80^2 = 1.46 \text{ [s]}$$

根据该结果, 只要将停止时间延长, 将 1 个循环时间设定为 1.5 [s]以上, 则 $T_m = 0.80$ [N·m]以下时可以在额定转矩内进行连续运转。



YMAB09 使用可能領域

注意

- 上述连续使用区间是指在自然空冷的条件下, 安装有规定的铝质散热板时的允许范围。安装构件的散热面积较小、材质的热传导性能较差等情况下, 作为大致标准, 请在电动机外围温度上升值低于 40 K 的运转条件下使用。

第3章

电动机的设置

下面介绍电动机的安装方法。

3-1 开箱检查	3-1
3-2 使用注意事项	3-2
3-3 安装场所和安装工程	3-5

3-1 开箱检查

产品开箱后，请确认以下内容。

3

电动机的设置

确认步骤

- 1 请详细检查是否有物品因运输过程中的事故出现破损。
如果发现破损，请及时联系供货商。
- 2 检查货物是否与订单一致。
YMA 系列的电动机端面或侧面上贴有铭牌。请按照该铭牌上的“TYPE”栏记载的型号确认是否为自己订购的产品。如果发现物品不对，请及时联系供货商。
型号符号的详细情况，请浏览“1-3 型号”(P1-3)。
- 3 确认组合使用的伺服组件是否正确。
确认是否是本说明书第 1 章 第 2 节“与伺服组件及中继电缆线的组合”部分记载的型号组合。
- 4 确认输入电源电压是否正确。
伺服组件的电源电压为三相交流 200 V 电源或单相交流 200 V 电源。
如果与预计连接的电源电压不符，请及时联系供货商。



警告

请不要组装与伺服组件规格不符的电动机。

伺服组件的特性是与电动机一并进行调整的。不同的“伺服组件”和“电动机”组合可能会出现转矩不足或过电流，从而烧毁电动机，造成人员受伤及引发火灾。

请不要连接到与伺服组件铭牌标注不符的电压电源上。

连接电源电压与铭牌标注不符可能会损坏伺服组件，造成人员受伤及引发火灾。

3-2 使用注意事项

请遵守以下注意事项，正确使用 YMA 系列。



注意

- (1) 请注意，严禁在电动机的输出轴上施加大于标准的力及冲击。
- (2) 请不要将 YMA 系列放置到可能会坠落的平台、架子等上面。可能会坠落。
- (3) 请勿将电动机的端子直接连接到电源。可能会烧毁电动机，发生火灾、触电等危险。
- (4) 保存时的温度界限为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。请不要在阳光长时间直射、低温或高温场所保管。
- (5) 保存时的湿度界限为相对湿度 80 % 以下。请不要在特别潮湿的场所或温度变化剧烈、昼夜温差较大的场所保管。
- (6) 请不要在存在易燃性气体、腐蚀性气体、粉尘等的场所使用及保管。
- (7) 型号较大 (YMAA21A) 的产品比较重。使用时可能会造成腰疼及坠落、倒地、夹伤等人员伤害。使用时，请引起足够重视，在采取安全鞋等防护措施的同时，可以使用支撑工具。

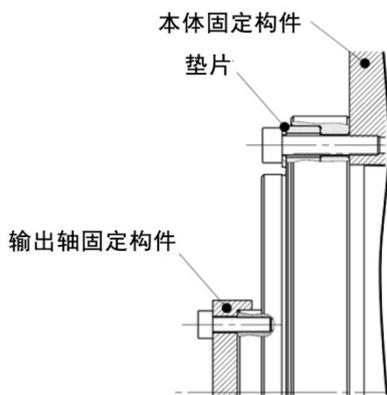
3

电动机的设置

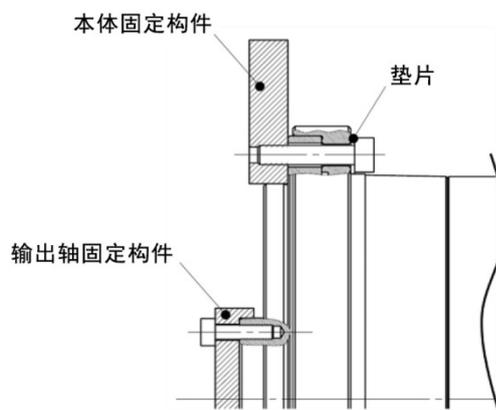
安装和传递转矩

下面介绍电动机的组装例子。请使用高张力螺栓，拧紧时使用扭矩扳手控制拧紧转矩。此外，由于拧紧转矩高，本体法兰为铝质，因此，请使用平垫圈。

电动机组装例子



组合例子 1



组合例子 2

- 建议拧紧转矩和传递转矩

项目 \ 型号		YMAB09		YMAB12	
		输出轴	本体	输出轴	本体
螺栓个数、尺寸		4-M3	6-M4	4-M3	6-M5
螺栓安装 P.C.D.	mm	28	102	36	132
拧紧转矩	N·m	2.0	4.5	2.0	9.0
	kgf·m	0.20	0.46	0.20	0.92
传递转矩	N·m	23	215	30	446
	kgf·m	2.4	22.0	3.1	45.5

项目 \ 型号		YMAB15		YMAA21A	
		输出轴	本体	输出轴	本体
螺栓个数、尺寸		4-M4	6-M6	4-M5	8-M8
螺栓安装 P.C.D.	mm	50	158	74	226
拧紧转矩	N·m	4.5	15.3	9.0	37.0
	kgf·m	0.46	1.56	0.92	3.8
传递转矩	N·m	70	755	167	2630
	kgf·m	7.2	77.1	17.0	268.2

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：JIS B 1176 内六角螺栓 强度分类：JIS B 1051 12.9 以上

3：计算条件 转矩系数：0.2 拧紧系数：1.4 接合面的摩擦系数：0.15

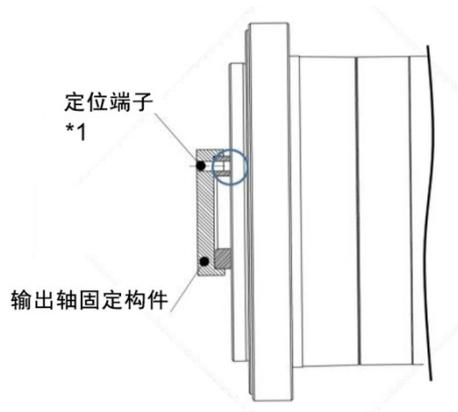
组装注意事项

组装设计时，如果存在安装面变形等异常及野蛮组装现象，会降低产品性能。为充分发挥 YMA 系列具备的优秀性能，请注意以下几点。

- 安装面歪斜、变形
- 异物吸入
- 安装孔的周围毛边，隆起或位置异常
- 安装凹窝部倒角不足
- 安装凹窝部圆度异常

定位销的使用

YMA 系列只附带用于输出的定位销孔。请根据情况选用。详细尺寸，请参考“1-6 外形尺寸”（P1-7）或交货规格图。



定位销的使用示例

*1.关于定位销，请将针对电动机轴的配合作为空隙，避免销打入。否则会导致电动机破损、电动机轴变形以及端子的定位精度下降。

电动机的材质

YMA 系列虽然使用以下材质，但并非完全防锈。

部位	材质
本体外框	铝质表面（未处理）
中空轴（输出轴）	SUS 420J2
螺栓	SCM435（黑色氧化铁薄膜处理）

3-3 安装场所和安装工程

安装场所的环境条件

YMA 系列的安装场所的环境条件如下。请务必遵守这些条件来确定安装场所。

- ◆ 使用温度：0~40 °C
 收纳到机电箱中时箱体内部温度会因内置设备的电力损耗及箱体容量大小等原因而高于外部空气的温度。请务必考虑箱体的大小、冷却及配置，确保电动机周围的温度低于 40 °C。
- ◆ 使用湿度：相对湿度 20~80 %，无结露
 请注意，在昼夜温差较大的环境及频繁运转·停止的使用状态下，出现结露的可能性较大。
- ◆ 振动： 请参照 25 m/s² (10~400 Hz)以下 (“1-11 耐振动” (P1-15)。)
- ◆ 冲击： 请参照 300 m/s² 以下 (“1-10 抗冲击” (P1-14)。)
- ◆ 使用环境：无结露、金属粉末、腐蚀性气体、水、油雾、易燃性气体等
- ◆ 保护等级：标准品按满足 “IP-5 4” 保护等级的结构进行设计。

表示防止水渗入的保护等级。
4: 保护不受来自任何方向的溅水影响。

表示针对接触及异物的保护等级。
5: 防粉尘保护。即使不能完全防止，但粉尘进入量不会影响设备工作。

但，不适用于进行旋转的滑动部（油封部、所有型号）、以及连接器部（YMAB09、YMAB12、YMAB15）。此外，使用 YMAA21A 的编码器连接器转换电缆线时，电动机侧在配合状态下得以保证，但不适用于伺服组件侧的连接器。YMAA21A 电动机连接器部在配合状态下得以保证。

- ◆ 室内使用，避免阳光直射
- ◆ 海拔：1000 m 以下

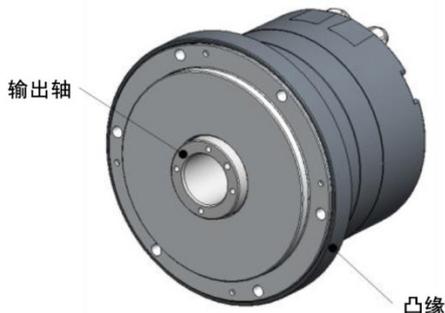
安装作业

安装 YMA 系列时，请特别注意安装精度，不要使用锤子敲打电动机等。电动机内置有编码器。较大冲击会损坏编码器。

安装步骤

1 请准确进行电动机轴和负载装置的定心操作。

注 1：特别是使用刚体联轴器时，请引起足够注意进行定心。即使是细微的偏心，也会超出电动机的容许载荷，损伤输出轴。



2 连接伺服组件的配线。

本产品附带中继电缆线，用于连接伺服组件。配线作业的详细情况，请浏览“1-13 接线规格”（P1-18）及 P6 “相关技术资料”。

3 连接电动机电缆线·编码器电缆线的接线。

请不要用力拉扯电缆线。否则会损伤连接部。安装时，请务必将电缆线配线留出余量，不要在电动机之间产生张力。特别是电缆线进行弯曲运动的使用时，请留出充分的弯曲半径（电缆线直径的 6 倍以上）。

注意

- 请不要在电动机后盖周围放置强力磁性物（电磁吸盘、永久磁铁等）。否则会导致编码器故障。
- 本编码器在断开电源时使用伺服组件侧的电池或内置电容器保持绝对位置。因维护等原因需切断编码器电缆线前，请先接通伺服组件电源对备份用的内置电容器实施充电。在轴停止、环境温度 25 °C 的条件下充电 3 个小时，然后可以断开电缆线 30 分钟。但在备份用电容器性能下降时，可能无法保持绝对位置。



严禁拆解、组装电动机。

电动机使用了许多精密部件。用户私自拆解、组装可能会导致电动机烧坏及失控，引发火灾及人员受伤。

3

电动机的设置

第4章

选购配件

下面介绍选购配件。

4-1 选购配件	4-1
----------------	-----

4-1 选购配件

电缆线侧面引出（选购配件符号：Y）

从电动机的侧面可引出电缆线（电动机线及编码器线）。

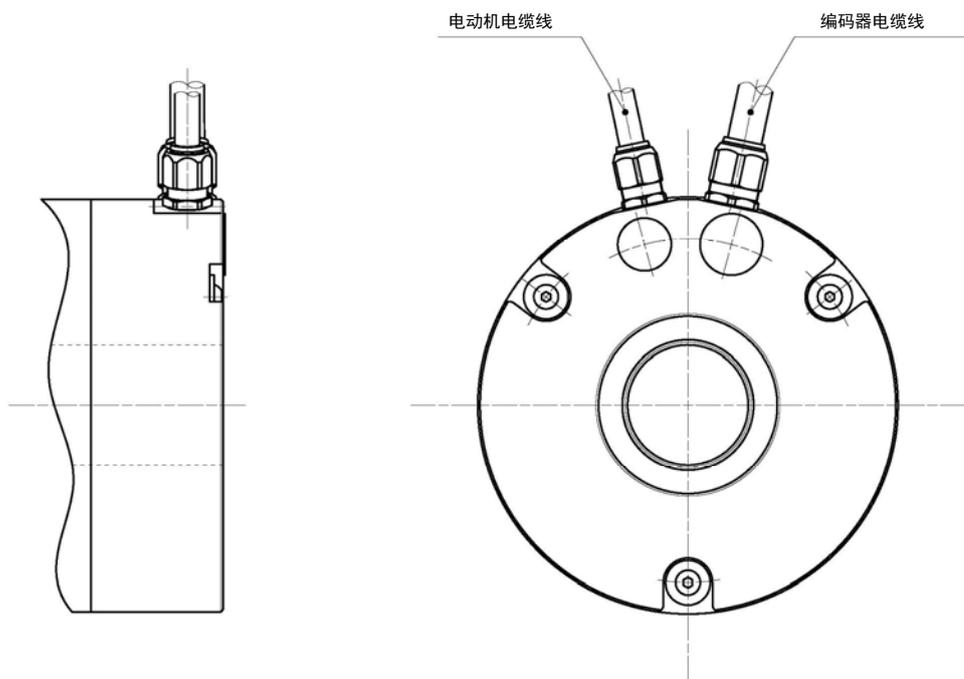
将电动机组装到设备时，如果机箱后方没有引线余量的情况下，请使用该引出方式。

型号 21A 不对应。

“电缆线侧面引出”的详细情况，请咨询本公司营业所。

4

选购配件



中继电缆线

用于连接 YMA 系列和 Σ -7 伺服组件的中继电缆线。
包括电动机用（含制动线）/ 编码器用 2 种中继电缆线。

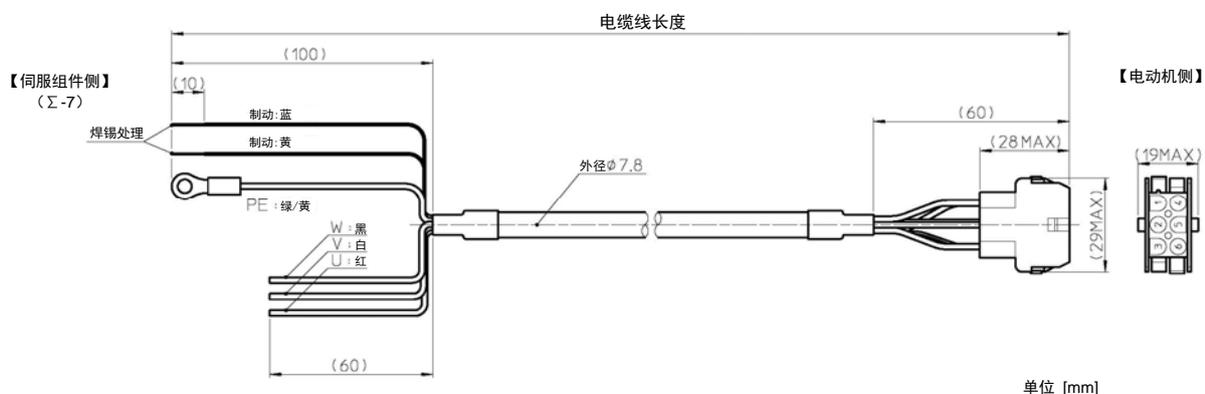
用于连接 YMA 系列和 Σ -7 伺服组件时，必须使用中继电缆线。关于编码器用中继电缆线，请咨询株式会社安川电机。

电动机用

- 电动机型号 09、12（三相电源）

EWD-MB***-A06-TN-Y

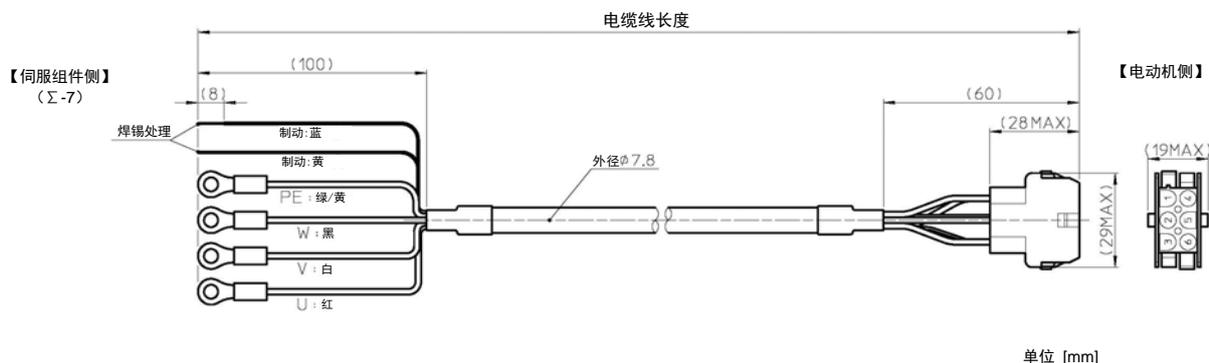
表示电缆线长度（03 = 3 m、05 = 5 m、10 = 10 m、15 = 15 m）。



- 电动机型号 12（单相电源）、15

EWD-MB***-A06-TMC-Y

表示电缆线长度（03 = 3 m、05 = 5 m、10 = 10 m、15 = 15 m）。



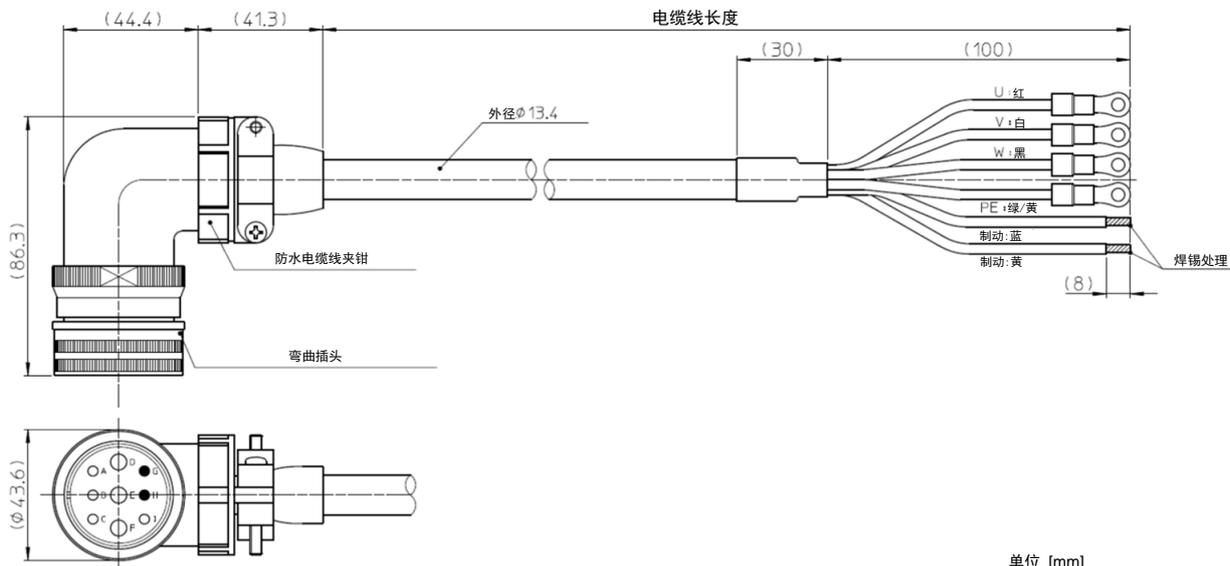
● 电动机型号 21A

EWD-MB**-D09-TMC

表示电缆线长度 (03 = 3 m、05 = 5 m、10 = 10 m)。

【电动机侧】

【伺服组件侧】
(Σ-7)



单位 [mm]

※电缆线也可以使用长度 15 m 的电缆线。

这种情况时，电缆线型号为“EWD-MB15-D09-TMC-Y”。

附录

附录-1 单位换算.....	5-1
附录-2 转动惯量计算.....	5-3

附录-1 单位换算

本技术手册基本采用 SI 单位系。SI 单位系与其它单位系之间的换算系数见下表。

(1) 长度

SI 单位	m	
	↓	
单位	ft.	in.
系数	3.281	39.37

(2) 直线速度

SI 单位	m/s			
	↓			
单位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
系数	60	196.9	3.281	39.37

(3) 直线加速度

SI 单位	m/s ²			
	↓			
单位	m/min ²	ft./min ²	ft./s ²	in/s ²
系数	3600	1.18x10 ⁴	3.281	39.37

(4) 力

SI 单位	N		
	↓		
单位	kgf	lb(力)	oz(力)
系数	0.102	0.225	4.386

(5) 质量

SI 单位	kg	
	↓	
单位	lb.	oz.
系数	2.205	35.27

(6) 角度

SI 单位	rad		
	↓		
单位	度	分	秒
系数	57.3	3.44x10 ³	2.06x10 ⁵

(7) 角速度

SI 单位	rad/s			
	↓			
单位	度/s	度/min	r/s	r/min
系数	57.3	3.44x10 ³	0.1592	9.55

单位	ft.	in.
系数	0.3048	0.0254
	↓	
SI 单位	m	

单位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
系数	0.0167	5.08x10 ⁻³	0.3048	0.0254
	↓			
SI 单位	m/s			

单位	m/min ²	ft./min ²	ft./s ²	in/s ²
系数	2.78 x10 ⁻⁴	8.47x10 ⁻⁵	0.3048	0.0254
	↓			
SI 单位	m/s ²			

单位	kgf	lb(力)	oz(力)
系数	9.81	4.45	0.278
	↓		
SI 单位	N		

单位	lb.	oz.
系数	0.4535	0.02835
	↓	
SI 单位	kg	

单位	度	分	秒
系数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴	4.88x10 ⁻⁶
	↓		
SI 单位	rad		

单位	度/s	度/min	r/s	r/min
系数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴	6.28	0.1047
	↓			
SI 单位	rad/s			

(8) 角加速度

SI 单位	rad/s ²	
↓		
单位	度/s ²	度/min ²
系数	57.3	3.44x10 ³

单位	度/s ²	度/min ²
系数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴
↓		
SI 单位	rad/s ²	

(9) 转矩

SI 单位	N·m			
↓				
单位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
系数	0.102	0.738	8.85	141.6

单位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
系数	9.81	1.356	0.1130	7.06x10 ⁻³
↓				
SI 单位	N·m			

(10) 转动惯量

SI 单位	kg·m ²							
↓								
单位	kgf·m·s ²	kgf·cm·s ²	lb·ft ²	lb·ft·s ²	lb·in ²	lb·in·s ²	oz·in ²	oz·in·s ²
系数	0.102	10.2	23.73	0.7376	3.42x10 ³	8.85	5.47x10 ⁴	141.6

单位	kgf·m·s ²	kgf·cm·s ²	lb·ft ²	lb·ft·s ²	lb·in ²	lb·in·s ²	oz·in ²	oz·in·s ²
系数	9.81	0.0981	0.0421	1.356	2.93x10 ⁻⁴	0.113	1.829x10 ⁻⁵	7.06x10 ⁻³
↓								
SI 单位	kg·m ²							

附录-2 转动惯量计算

质量·转动惯量计算式

(1) 旋转中心与重心线一致时

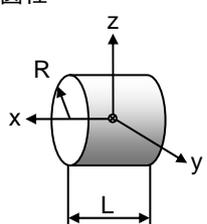
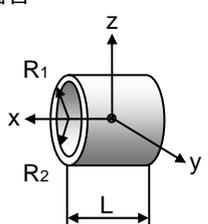
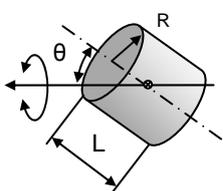
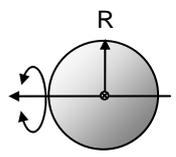
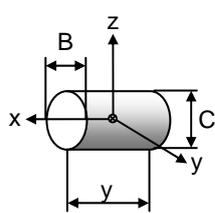
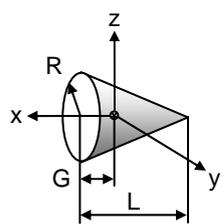
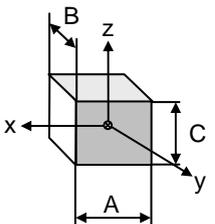
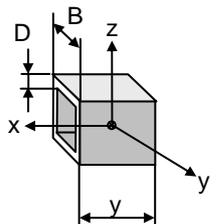
下表是质量和转动惯量的计算公式。

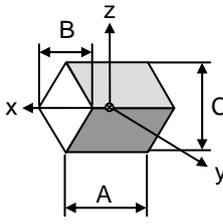
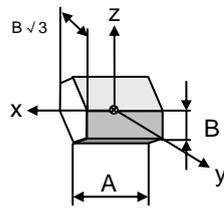
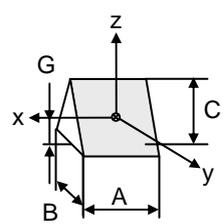
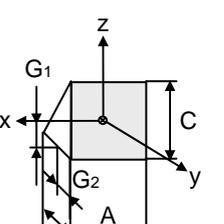
m : 质量 [kg]、 I_x, I_y, I_z : 将 x, y, z 轴作为旋转中心的转动惯量 [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

G : 距重心端面的距离 [m]

ρ : 比重 [$\times 10^3 \text{kg} / \text{m}^3$]

单位 长度 [m]、质量 [kg]、转动惯量 [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

物体形状	质量·惯性·重心位置	物体形状	质量·惯性·重心位置
圆柱 	$m = \pi R^2 L \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{2} m R^2$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$	圆管 	$m = \pi (R_1^2 - R_2^2) L \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $I_z = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ R1: 外径、R2: 内径
倾斜的圆柱 	$m = \pi R^2 L \rho \times 10^3$ $I_\theta = \frac{1}{12} m \times \left\{ 3R^2(1 + \cos^2\theta) + L^2 \sin^2\theta \right\}$	球 	$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \times 10^3$ $I = \frac{2}{5} m R^2$
椭圆柱 	$m = \frac{1}{4} BC L \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{16} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(\frac{C^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(\frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$	圆锥 	$m = \frac{1}{3} \pi R^2 L \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{3}{10} m R^2$ $I_y = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $I_z = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $G = \frac{L}{4}$
方柱 	$m = ABC \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{12} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m (C^2 + A^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m (A^2 + B^2)$	正四角管 	$m = 4AD(B-D) \rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B-D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B-D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B-D)^2 + D^2 \right\}$

物体形状	质量·惯性·重心位置	物体形状	质量·惯性·重心位置
菱形柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{24}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{24}m(C^2 + 2A^2)$ $I_z = \frac{1}{24}m(B^2 + 2A^2)$	正六角柱体 	$m = \frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho \times 10^3$ $I_x = \frac{5}{12}mB^2$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$
等边三角柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2} + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{B^2}{2}\right)$ $G = \frac{C}{3}$	直角三棱柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho \times 10^3$ $I_x = \frac{1}{36}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1 = \frac{C}{3} \quad G_2 = \frac{B}{3}$

● 比重例子

下表是比重的参考值。对于实际材料的比重，请分别进行确认。

材料	比重 [$\times 10^3 \text{kg} / \text{m}^3$]	材料	比重 [$\times 10^3 \text{kg} / \text{m}^3$]	材料	比重 [$\times 10^3 \text{kg} / \text{m}^3$]
SUS304	7.93	铝	2.70	环氧树脂	1.90
S45C	7.86	硬铝	2.80	ABS	1.10
SS400	7.85	硅	2.30	硅树脂	1.80
铸铁	7.19	石英玻璃	2.20	聚氨酯橡胶	1.25
铜	8.92	特氟龙	2.20		
黄铜	8.50	氟树脂	2.20		

(2) 旋转中心与重心线不一致时

惯性体的重心轴与旋转轴不一致时的转动惯量使用下面的公式计算。

$$I = I_g + mF^2$$

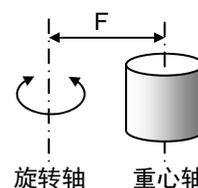
I : 重心轴与旋转轴不一致时的转动惯量 [kg·m²]

I_g : 重心轴与旋转轴一致时的转动惯量 [kg·m²]

根据形状，使用(1)的公式来计算。

m : 质量 [kg]

F : 旋转轴与重心轴的距离 [m]



(3) 直线运动物体的转动惯量

通过螺丝等驱动的直线运动物体输出轴换算转动惯量，使用下面的公式计算。

$$I = m\left(\frac{P}{2\pi}\right)^2$$

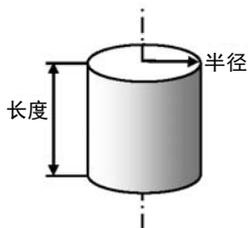
I : 直线运动物体的电动机转动惯量 [kg·m²]

m : 质量 [kg]

P : 电动机旋转一次的直线移动量 [m/rev]

圆柱的转动惯量

根据右图可计算圆柱的转动惯量概算 转动惯量 $[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$ 值。



上面的曲线图适用于铝（比重：2.7）、
下面的曲线图适用于钢铁材料（比重：7.85）。

（例子）

材质：铝

外径：100 [mm]

长度：7 [mm]

形状：圆柱

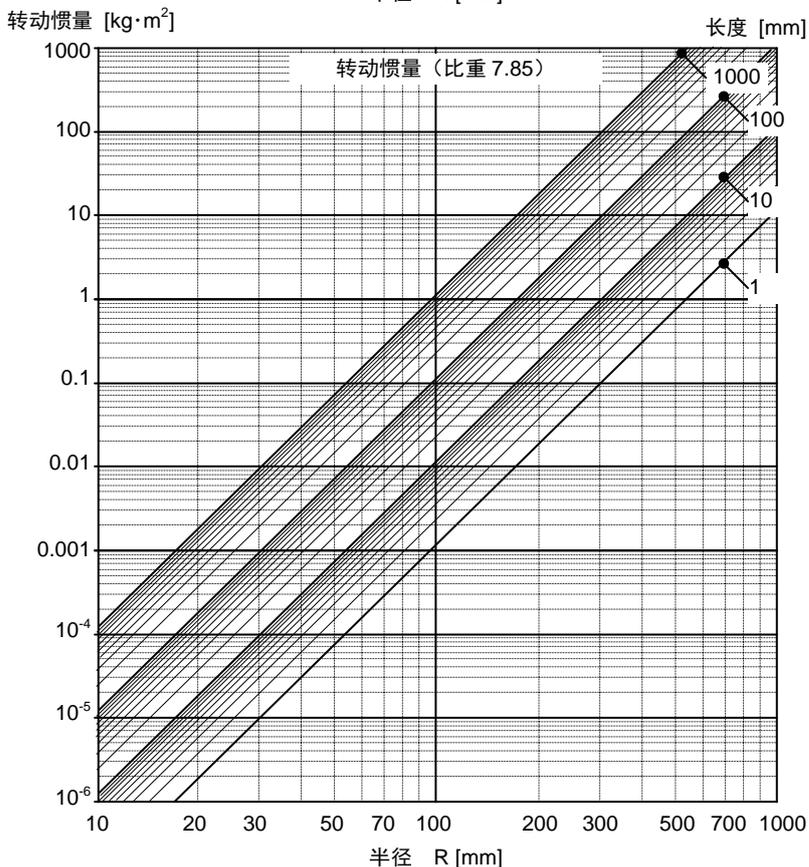
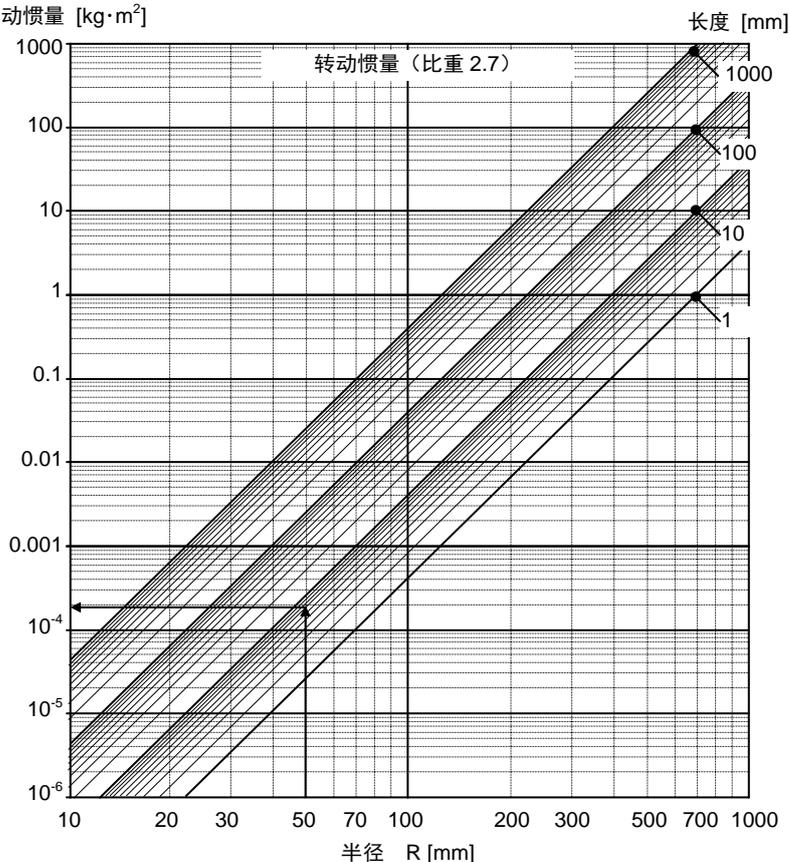
外径：100 [mm]

内径：50 [mm]

转动惯量：

约 $1.9 \times 10^{-4} [\text{kg}\cdot\text{m}^2]$ （根据右图）

（计算值：0.000186 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ ）



索引

A

安装	3-2
安装场所	3-5
安装工程	3-5
安装作业	3-6

B

保持制动	1-6
编码器导线规格	1-19

C

传递转矩	3-2
------------	-----

D

单位	5-1
电动机导线规格	1-18
电动机的材质	3-4
电缆线侧面引出	4-1
定位销	3-4

F

符合海外规格	6
负载载荷	2-2
负载转动惯量	2-3
负载转矩	2-4

G

概要	1-1
规格	1-4

H

环境条件	3-5
------------	-----

J

机械精度	1-11
加速时间	2-5
检测器规格	1-12
減速時間	2-5
接线规格	1-18
绝对位置编码器	1-12

K

开箱检查	3-1
抗冲击	1-14
可用区间	1-16

N

耐振动	1-15
-----------	------

P

平均转速	2-6
------------	-----

R

容许负载转动惯量	2-1
----------------	-----

S

设置	3-0
使用注意事项	3-2
使用转速	2-3

W

外形尺寸	1-7
------------	-----

X

相关技术资料	6
型号	1-3
选购配件	4-1
选型	2-1
旋转方向	1-13

Y

有效转矩	2-6
与伺服组件及中继电缆线的组合	1-2
圆柱的转动惯量	5-5
运转状况研究	2-3

Z

中继电缆线	4-2
转动惯量	5-3
组装注意事项	3-3

保修期和保修范围

本产品的保修期及保修范围规定如下：

■保修期

在遵守技术资料及使用说明书中记载的各项内容的前提下，保修期为交货后的一年时间或该产品运行时间达到 2000 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其它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。



Registered Trademark in Japan

ISO14001 / 取得 ISO9001 认证 (TÜV Management Service GmbH)

本公司保留在不预先通知的情况下更改本技术资料中记载的规格、尺寸等的权利。
本技术资料数据截止于 2020 年 6 月。

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

	<p>Head Office / Ichigo Omori Building 6-25-3 Minami-Ohi, Shinagawa, Tokyo, Japan 〒140-0013 TEL03(5471)7800 FAX03(5471)7811</p> <p>Overseas Division / 1856-1 Hotaka-maki, Azumino, Nagano, Japan 〒399-8305 TEL0263(83)6935 FAX0263(83)6901</p> <p>HOTAKA Plant / 1856-1 Hotaka-maki, Azumino, Nagano, Japan 〒399-8305 TEL0263(83)6800 FAX0263(83)6901</p> <p>哈默纳科(上海)商贸有限公司 / 上海市长宁区天山路 641 号慧谷白猫科技园 1 号楼 206 室 邮编 200336 TEL021-6237-5656 FAX021-3250-7268</p>
--	--

“Harmonic Drive” 是表示我公司产品的注册商标。学术名称或一般名称为“波动齿轮装置”。

No.2006-1R-TYMA-C