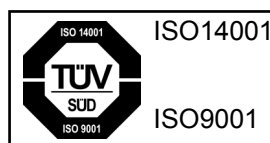


Harmonic Drive®

无刷直流传动装置

F L A 系列 技 术 资 料



前言

非常感谢您购买无刷直流传动装置 FLA 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。

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。

标识说明

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。

	表示操作错误可能会导致人员死亡或负重伤。
	表示操作错误可能会导致人员受伤及财产损失。
	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。

关于用途

本产品用于以下用途时，请预先咨询本公司。

· 航天设备	· 航空器设备	· 核设备	· 家庭设备、器具
· 真空设备	· 汽车设备	· 游戏设施	· 直接作用于人体的设备
· 以运送人为目的的设备	· 特殊环境用设备		



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

安全注意事项

执行元件使用注意事项

● 设计注意事项



请在规定环境下使用。

执行元件是针对室内使用而设计的。请遵守以下条件。

- 环境温度：0~40℃
- 环境湿度：20~80%RH（无结露）
- 冲击：300m/s² 以下
- 振动：25m/s² 以下
- 无粉尘、金属粉、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执行元件和被动机械定心。
- 中心偏移可能会导致振动及输出轴损坏。

● 使用注意事项



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。

- 如果不连接专用驱动器，执行元件不能运转。
- 请坚决避免直接将其连接到商用电源否则，执行元件会损坏，导致火灾。

请不要敲打执行元件。

- 执行元件内置有传感器电路，请不要用木槌等敲打。
- 传感器电路损坏会导致执行元件失控。

请不要用力拉扯导线。

- 用力拉扯导线会导致连接部损坏，执行元件失控。

注意

- FLA 系列传动装置为简易油封结构，并不是能做到完全防止润滑剂泄露的结构。根据需要请取下增加的防漏措施。

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
标识说明.....	1
关于用途.....	1
安全注意事项.....	2
目录.....	4
符合海外规格.....	6

1 章 概要

1-1 概要.....	1-1
1-2 型号.....	1-2
1-3 驱动器选型.....	1-3
1-4 规格.....	1-4
1-5 外形尺寸.....	1-8
1-6 检测器规格.....	1-16
1-7 输出轴特性.....	1-18
1-8 旋转方向.....	1-19
1-9 抗冲击.....	1-20
1-10 耐振动.....	1-21
1-11 可用区间.....	1-22
1-12 接线规格.....	1-29
电动机导线规格.....	1-29
传感器导线规格.....	1-29

2 章 选型

2-1 负载转动惯量.....	2-1
2-2 负载载荷的确认和研究.....	2-2
最大负载静力矩、最大轴向负载.....	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

3 章 执行元件的安装

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
	定位销的使用	3-3
	表面处理	3-3
3-3	安装场所和安装工程	3-4
	安装场所的环境条件	3-4
	安装作业	3-5

附录

附录-1	单位换算	4-1
附录-2	转动惯量计算	4-3
	质量 · 转动惯量计算式	4-3
	圆柱的转动惯量	4-5

符合海外规格

FLA 系列传动装置符合下列海外规格。

UL 规格	UL1004-1 (File No. E328070)
CSA 规格	C22.2 No.100
欧州 EC 指令 低电压指令	EN60034-1, EN60034-5

关于铭牌显示

FLA 系列传动装置表示以下规格值。

表示欄	説明
①	型号
②	序列号
③	产品编号
④	额定输出[W]
⑤	输入电压[V]
⑥	容许连续电流[A]
⑦	容许环境温度[°C]
⑧	下图 A 点的转速[r/min]
⑨	下图 A 点的电流基频[Hz]
⑩	相数

HARMONIC DRIVE SYSTEMS INC.

BLDC ACTUATORCONT S1 TE

TYPE

①

①

SER. No.

②

PT. No.

③

④ W

⑤ V

⑥ A

⑦ °C

⑧ r/min

⑨ Hz

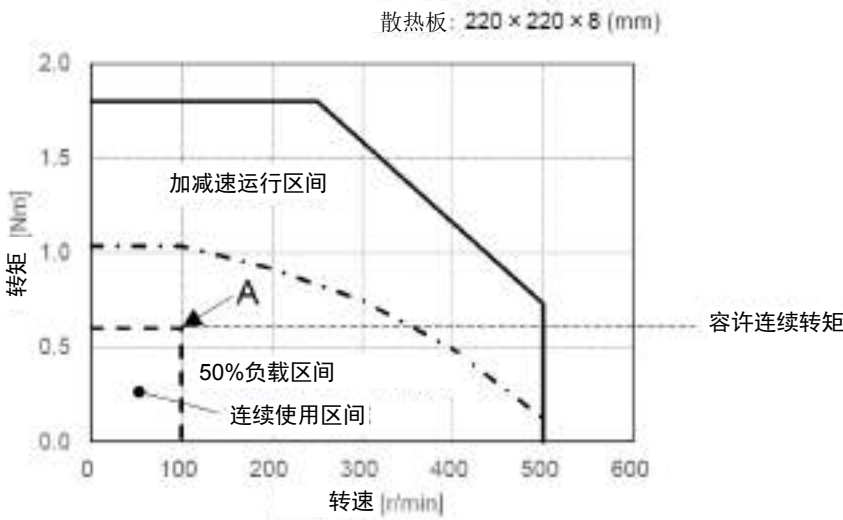
⑩ Phase

1856-1 Hotakamaki 399-8305 Japan

CE

ULUS

铭牌显示



各机型上铭牌显示值如下。

HP 型(DC24V)

项目 \ 型号		FLA-11A	FLA-14A	FLA-17A	FLA-20A
④A 点的输出	W	7	13	31	43
⑤输入电压	V	24			
⑥容许连续电流	A	3.0	6.0	10.4	10.7
⑦容许环境温度	°C	40			
⑧A 点的转速	r/min	100			
⑨A 点的基频	Hz	67	67	75	120
⑩相数	—	3			

HP 型(DC48V)

项目 \ 型号		FLA-11A	FLA-14A	FLA-17A	FLA-20A
④A 点的输出	W	7	13	31	43
⑤输入电压	V	48			
⑥容许连续电流	A	1.6	3.0	5.3	6.0
⑦容许环境温度	°C	40			
⑧A 点的转速	r/min	100			
⑨A 点的基频	Hz	67	67	75	120
⑩相数	—	3			

FB 型(DC24V)

项目 \ 型号		FLA-11A		FLA-14A		FLA-17A		FLA-20A
		50	100	50	100	50	100	50
④A 点的输出	W	11	8	16	12	49	36	68
⑤输入电压	V	24						
⑥容许连续电流	A	1.9	1.7	3.0	2.5	6.8	5.3	8.7
⑦容许环境温度	°C	40						
⑧A 点的转速	r/min	60	30	60	30	60	30	50
⑨A 点的基频	Hz	250	250	250	250	250	250	333
⑩相数	—	3						

FB 型(DC48V)

项目 \ 型号		FLA-11A		FLA-14A		FLA-17A		FLA-20A
		50	100	50	100	50	100	50
④A 点的输出	W	11	8	16	12	49	36	68
⑤输入电压	V	48						
⑥容许连续电流	A	1.0	0.8	1.5	1.2	3.4	2.9	5.1
⑦容许环境温度	°C	40						
⑧A 点的转速	r/min	60	30	60	30	60	30	50
⑨A 点的基频	Hz	250	250	250	250	250	250	333
⑩相数	—	3						

第1章

概要

本章主要介绍传动装置的特征、功能和规格的相关内容。

1-1	概要	1-1
1-2	型号	1-2
1-3	驱动器选型	1-3
1-4	规格	1-4
1-5	外形尺寸	1-8
1-6	检测器规格	1-16
1-7	输出轴特性	1-18
1-8	旋转方向	1-19
1-9	抗冲击	1-20
1-10	耐振动	1-21
1-11	可用区间	1-22
1-12	接线规格	1-29

1-1 概要

FLA 系列是组合无刷直流电动机与高性能减速机的超扁平无刷直流传动装置。组合小型、高输出功率的无刷直流电动机和高性能减速机，实现了扁平、轻量的无刷直流传动装置。

减速机种类有组合高速、高效率为特点的 HarmonicPlanetary[®]行星减速机 HP 型和组合轻量、高输出转矩为特点的谐波驱动[®]谐波齿轮减速机 FB 型 2 种。具有型号 11~20 的丰富的产品种类。电源电压支持可电池驱动的 DC24V 及 DC48V。可用于无人搬运车的车轮驱动、穿戴式助力机器人等多种用途。

◆ 实现超扁平形状和轻量化

采用以高速、高效率为特点的 HarmonicPlanetary[®]行星减速机以及以轻量、高输出转矩为特点的谐波驱动[®]谐波齿轮减速机，组合本公司开发的无刷直流电动机，实现前所未有的扁平形状且轻量的传动装置。有助于无人搬运车的车轮驱动及穿戴式助力机器人等各种装置的轻量化、小型化。

◆ 丰富的产品种类

备有 24 种机型可供选择，产品种类丰富。用户可根据用途，选择最适合的传动装置。

1-2

型号

FLA 系列传动装置的型号和符号的读法如下。

型号举例：

FLA	-	11	A	-	08	HP	-	H	-	24	-	SP
①	-	②	③	-	④	⑤	-	⑥	-	⑦	-	⑧

①机型：无刷直流传动装置 FLA 系列

②型号：11、14、17、20

③版本符号

④减速比（使用 1/R 的 R 来表述）

HarmonicPlanetary®行星减速机

08：1/8（型号 11, 14）

09：1/9（型号 17, 20）

谐波驱动®谐波齿轮减速机

50：1/50（型号 11, 14, 17, 20）

100：1/100（型号 11, 14, 17）

⑤减速机种类

HP	HarmonicPlanetary®行星减速机
FB	谐波驱动®谐波齿轮减速机

⑥传感器种类

H	霍尔传感器
---	-------

⑦输入电源电压

24	DC24V
48	DC48V

⑧特殊规格

無記入	标准品
SP	特殊规格

1-3 驱动器选型

请仔细确认本书中记载的内容，然后根据使用的系统构成(上一级装置、电源装置、设置环境等)选定驱动器。与驱动器组合使用时，请务必确认本书及有关驱动器的资料，然后再正确使用。关于选型的 FLA 系列的主要规格如下所述。

1-4 规格 (P.1-4~1-7)

1-6 检测器规格 (P.1-6~1-17)

1-11 可用区间 (P.1-22~1-28)

1-12 接线规格 (P.1-29)



警告

请在设定驱动器参数后使用，以免超出传动装置的规格。在超出规格的范围使用时，可能会引起传动装置的误动作或故障，造成受伤或火灾。



注意

根据驱动器的性能和功能，可能无法充分发挥传动装置的性能和功能，敬请注意。

1-4 规格

表示 FLA 系列执行元件的规格。

HP 型（DC24V）

项目 \ 型号		FLA-11A-08HP	FLA-14A-08HP	FLA-17A-09HP	FLA-20A-09HP
驱动器输入电源电压	V	DC24			
最大转矩 ^{*1}	N·m	1.8	3.7	7.3	12.1
容许连续转矩 ^{*1*2}	N·m	0.6	1.2	3.0	4.1
最高转速 ^{*1}	r/min	500	500	500	400
容许连续转速 ^{*1*2}	r/min	100	100	100	100
转矩常数 ^{*1}	N·m/A	0.32	0.30	0.39	0.51
最大电流 ^{*1}	A	8.7	18.0	26.2	31.4
容许连续电流 ^{*1*2}	A	3.0	6.0	10.4	10.7
感应电压常数 ^{*3}	V/(r/min)	0.039	0.036	0.044	0.056
电动机极数	-	10	10	10	16
相电阻	Ω(20℃)	0.45	0.11	0.05	0.03
相电感	mH	0.48	0.18	0.1	0.07
转动惯量(GD ² /4)	kg·m ²	0.00013	0.00039	0.0010	0.0026
减速比	-	1:8	1:8	1:9	1:9
电动机位置检测器	-	霍尔传感器			
电动机旋转 1 次的分辨率	脉冲/转	30	30	30	48
输出轴分辨率	脉冲/转	240	240	270	432
质量	g	390	620	870	1060
周围环境条件	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：25m/s ² （频率：10~400Hz） / 抗冲击：300 m/s ² ^{*4} 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 1000m 以下				
电动机绝缘	绝缘电阻：100MΩ 以上（DC500V） 绝缘耐压：AC600V/1min 绝缘等级：A 级				
安装方向	可全方向安装				
保护构造	全闭自冷型（IP40）				

上表中的数值表示输出轴的代表值。

*1：使用理想正弦波（电流）驱动时的代表特性。

*2：安装在以下尺寸铝散热板的情况下温度上升饱和时的数值。

FLA-11A：220×220×8 [mm]、FLA-14A：250×250×10 [mm]

FLA-17A：280×280×12 [mm]、FLA-20A：300×300×15 [mm]

*3：相感应电压常数乘以 3 后得到的数值。

*4：关于试验条件，请参考“1-9 抗冲击”（P1-20）、“1-10 耐振动”（P1-21）。

HP 型 (DC48V)

项目		型号	FLA-11A-08HP	FLA-14A-08HP	FLA-17A-09HP	FLA-20A-09HP
驱动器输入电源电压	V	DC48				
最大转矩 ^{*1}	N·m		1.8	3.7	7.3	12.1
容许连续转矩 ^{*1*2}	N·m		0.6	1.2	3.0	4.1
最高转速 ^{*1}	r/min		500	500	500	400
容许连续转速 ^{*1*2}	r/min		100	100	100	100
转矩常数 ^{*1}	N·m/A		0.61	0.59	0.75	0.92
最大电流 ^{*1}	A		4.5	9.6	13.6	17.8
容许连续电流 ^{*1*2}	A		1.6	3.0	5.3	6.0
感应电压常数 ^{*3}	V/(r/min)		0.076	0.072	0.087	0.103
电动机极数	-		10	10	10	16
相电阻	Ω(20℃)		1.65	0.35	0.15	0.09
相电感	mH		1.75	0.72	0.41	0.22
转动惯量(GD ² /4)	kg·m ²		0.00013	0.00039	0.0010	0.0026
减速比	-		1:8	1:8	1:9	1:9
电动机位置检测器	-	霍尔传感器				
电动机旋转 1 次的分辨率	脉冲/转		30	30	30	48
输出轴分辨率	脉冲/转		240	240	270	432
质量	g		390	620	870	1060
周围环境条件	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: 25m/s ² (频率: 10~400Hz) / 抗冲击: 300 m/s ² *4 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 1000m 以下					
电动机绝缘	绝缘电阻: 100MΩ 以上 (DC500V) 绝缘耐压: AC600V/1min 绝缘等级: A 级					
安装方向	可全方向安装					
保护构造	全闭自冷型 (IP40)					

上表中的数值表示输出轴的代表值。

*1: 使用理想正弦波 (电流) 驱动时的代表特性。

*2: 安装在以下尺寸铝散热板的情况下温度上升饱和时的数值。
FLA-11A: 220×220×8 [mm]、FLA-14A: 250×250×10 [mm]
FLA-17A: 280×280×12 [mm]、FLA-20A: 300×300×15 [mm]

*3: 相感应电压常数乘以 3 后得到的数值。

*4: 关于试验条件, 请参考 “1-9 抗冲击” (P1-20)、“1-10 耐振动” (P1-21)。

FB 型 (DC24V)

项目		型号	FLA-11A-xxFB		FLA-14A-xxFB		FLA-17A-xxFB		FLA-20A-xxFB
		50	100	50	100	50	100	50	
驱动器输入电源电压		V	DC24						
最大转矩 ^{*1}	N・m	6.7	11.0	11.2	18.2	23.0	34.0	33.0	
容许连续转矩 ^{*1*2}	N・m	1.7	2.4	2.6	3.8	7.9	11.4	13.0	
最高转速 ^{*1}	r/min	100	50	100	50	100	50	80	
容许连续转速 ^{*1*2}	r/min	60	30	60	30	60	30	50	
转矩常数 ^{*1}	N・m/A	1.6	3.2	1.5	3.0	1.7	3.3	2.3	
最大电流 ^{*1}	A	6.0	5.0	9.7	8.7	18.4	14.3	19.2	
容许连续电流 ^{*1*2}	A	1.9	1.7	3.0	2.5	6.8	5.3	8.7	
感应电压常数 ^{*3}	V/(r/min)	0.24	0.49	0.23	0.45	0.24	0.49	0.31	
电动机极数	-	10		10		10		16	
相电阻	Ω(20℃)	0.45		0.11		0.05		0.03	
相电感	mH	0.48		0.18		0.10		0.07	
转动惯量(GD ² /4)	kg・m ²	0.0073	0.029	0.019	0.077	0.048	0.19	0.12	
减速比	-	1:50	1:100	1:50	1:100	1:50	1:100	1:50	
电动机位置检测器	-	霍尔传感器							
电动机旋转 1 次的分辨	脉冲/转	30		30		30		48	
输出轴分辨率	脉冲/转	1500	3000	1500	3000	1500	3000	2400	
质量	g	420		720		940		1170	
周围环境条件		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：25m/ s ² （频率：10～400Hz） / 抗冲击：300 m/s ² * ⁴ 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 1000m 以下							
电动机绝缘		绝缘电阻：100MΩ 以上（DC500V） 绝缘耐压：AC600V/1min 绝缘等级：A 级							
安装方向		可全方向安装							
保护构造		全闭自冷型（IP40）							

上表中的数值表示输出轴的代表值。

*1: 使用理想正弦波 (电流) 驱动时的代表特性。

*2: 安装在以下尺寸铝散热板的情况下温度上升饱和时的数值。

FLA-11A: 220×220×8 [mm]、FLA-14A: 250×250×10 [mm]

FLA-17A: 280×280×12 [mm]、FLA-20A: 300×300×15 [mm]

*3: 相感应电压常数乘以 3 后得到的数值。

*4: 关于试验条件, 请参考 “1-9 抗冲击” (P1-20)、“1-10 耐振动” (P1-21)。

FB 型 (DC48V)

项目		型号	FLA-11A-xxFB		FLA-14A-xxFB		FLA-17A-xxFB		FLA-20A-xxFB
		50	100	50	100	50	100	50	
驱动器输入电源电压		V	DC48						
最大转矩 ^{*1}		N・m	6.7	11.0	11.2	18.2	23.0	34.0	33.0
容许连续转矩 ^{*1*2}		N・m	1.7	2.4	2.6	3.8	7.9	11.4	13.0
最高转速 ^{*1}		r/min	100	50	100	50	100	50	80
容许连续转速 ^{*1*2}		r/min	60	30	60	30	60	30	50
转矩常数 ^{*1}		N・m/A	3.0	5.9	3.0	5.9	3.4	6.5	4.2
最大电流 ^{*1}		A	3.1	2.6	4.8	4.2	9.4	7.2	10.7
容许连续电流 ^{*1*2}		A	1.0	0.8	1.5	1.2	3.4	2.9	5.1
感应电压常数 ^{*3}		V/(r/min)	0.48	0.95	0.45	0.90	0.49	0.97	0.57
电动机极数		-	10		10		10		16
相电阻		Ω(20℃)	1.65		0.35		0.15		0.09
相电感		mH	1.75		0.72		0.41		0.22
转动惯量(GD ² /4)		kg・m ²	0.0073	0.029	0.019	0.077	0.048	0.19	0.12
减速比		-	1:50	1:100	1:50	1:100	1:50	1:100	1:50
电动机位置检测器		-	霍尔传感器						
电动机旋转 1 次的分辨率		脉冲/转	30		30		30		48
输出轴分辨率		脉冲/转	1500	3000	1500	3000	1500	3000	2400
质量		g	420		720		940		1170
周围环境条件			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：25m/ s ² （频率：10～400Hz） / 抗冲击：300 m/s ² *4 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 1000m 以下						
电动机绝缘			绝缘电阻：100MΩ 以上（DC500V） 绝缘耐压：AC600V/1min 绝缘等级：A 级						
安装方向			可全方向安装						
保护构造			全闭自冷型（IP40）						

上表中的数值表示输出轴的代表值。

*1: 使用理想正弦波 (电流) 驱动时的代表特性。

*2: 安装在以下尺寸铝散热板的情况下温度上升饱和时的数值。

FLA-11A: 220×220×8 [mm]、FLA-14A: 250×250×10 [mm]

FLA-17A: 280×280×12 [mm]、FLA-20A: 300×300×15 [mm]

*3: 相感应电压常数乘以 3 后得到的数值。

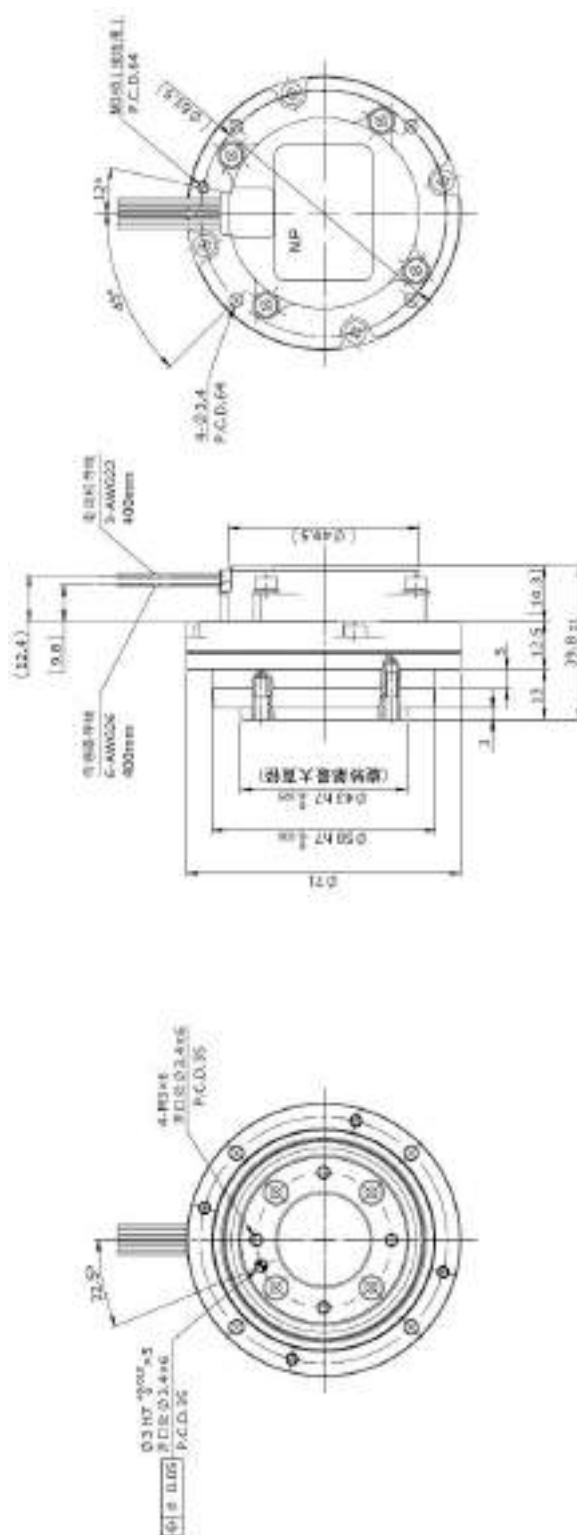
*4: 关于试验条件, 请参考 “1-9 抗冲击” (P1-20)、“1-10 耐振动” (P1-21)。

1-5 外形尺寸

下图表示 FLA 系列传动装置的外形尺寸。

- FLA-11A-HP (减速机: HarmonicPlanetary®行星减速机)

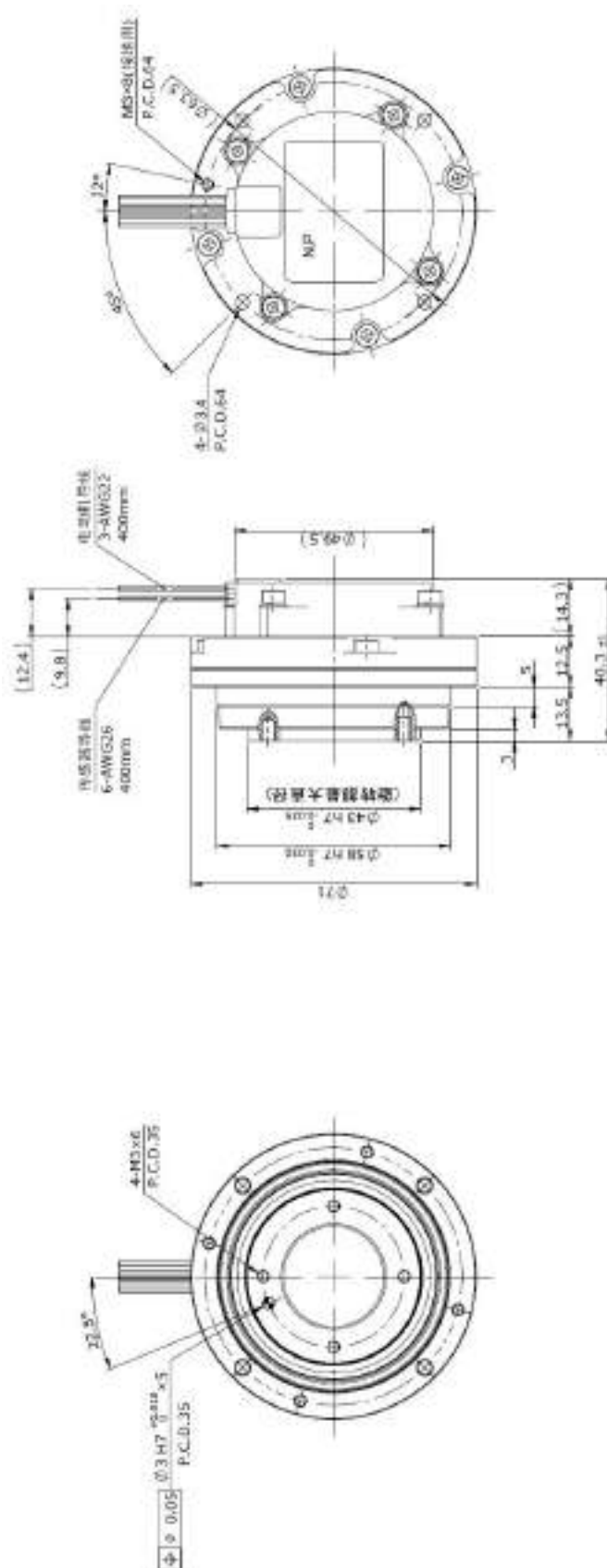
单位: mm (第 3 角法)



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。
未标注公差 的尺寸公差, 请咨询本公司。

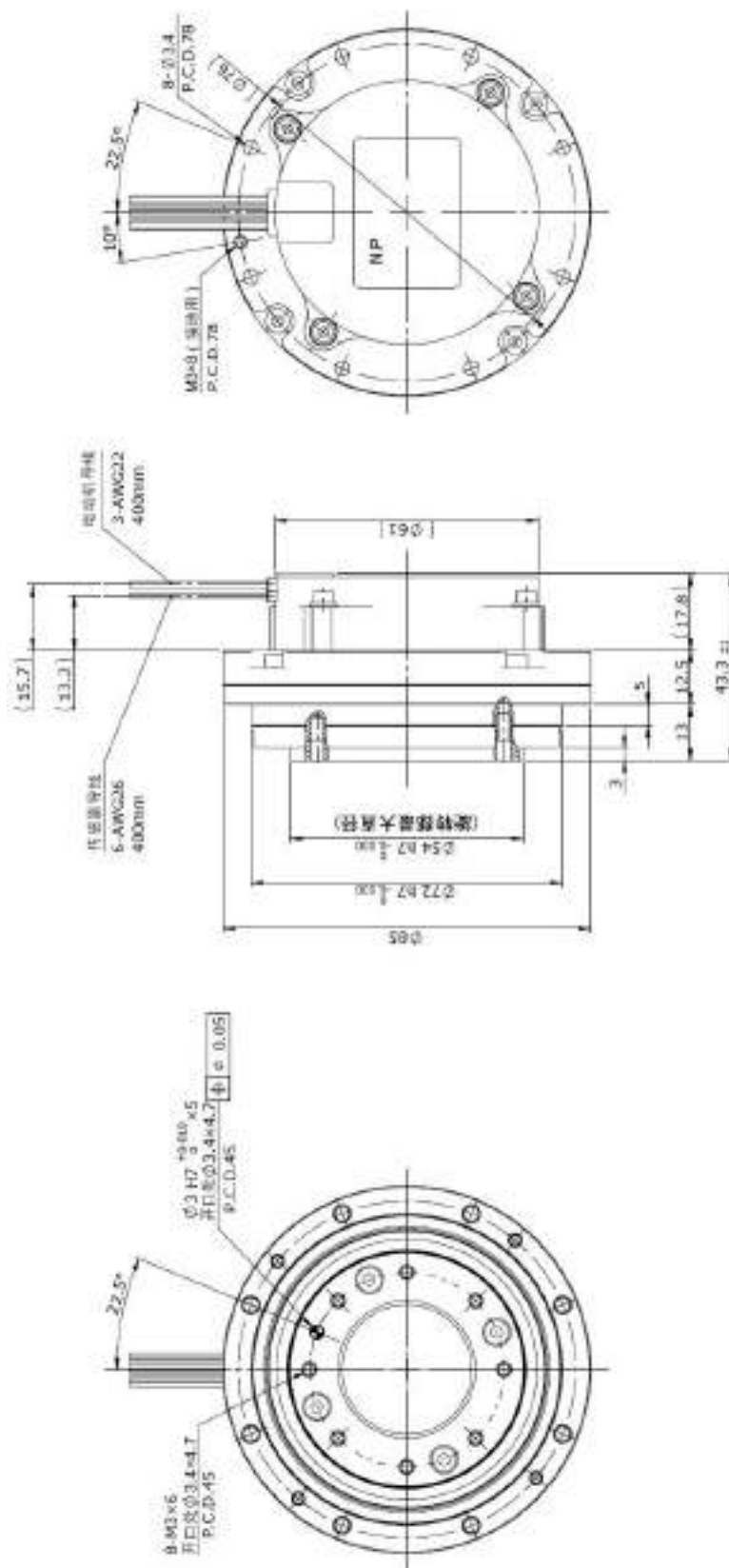
● FLA-11A-FB (减速机: 精密控制用减速机谐波驱动®)

单位: mm (第3角法)



● FLA-14A-HP（减速机：HarmonicPlanetary®行星减速机）

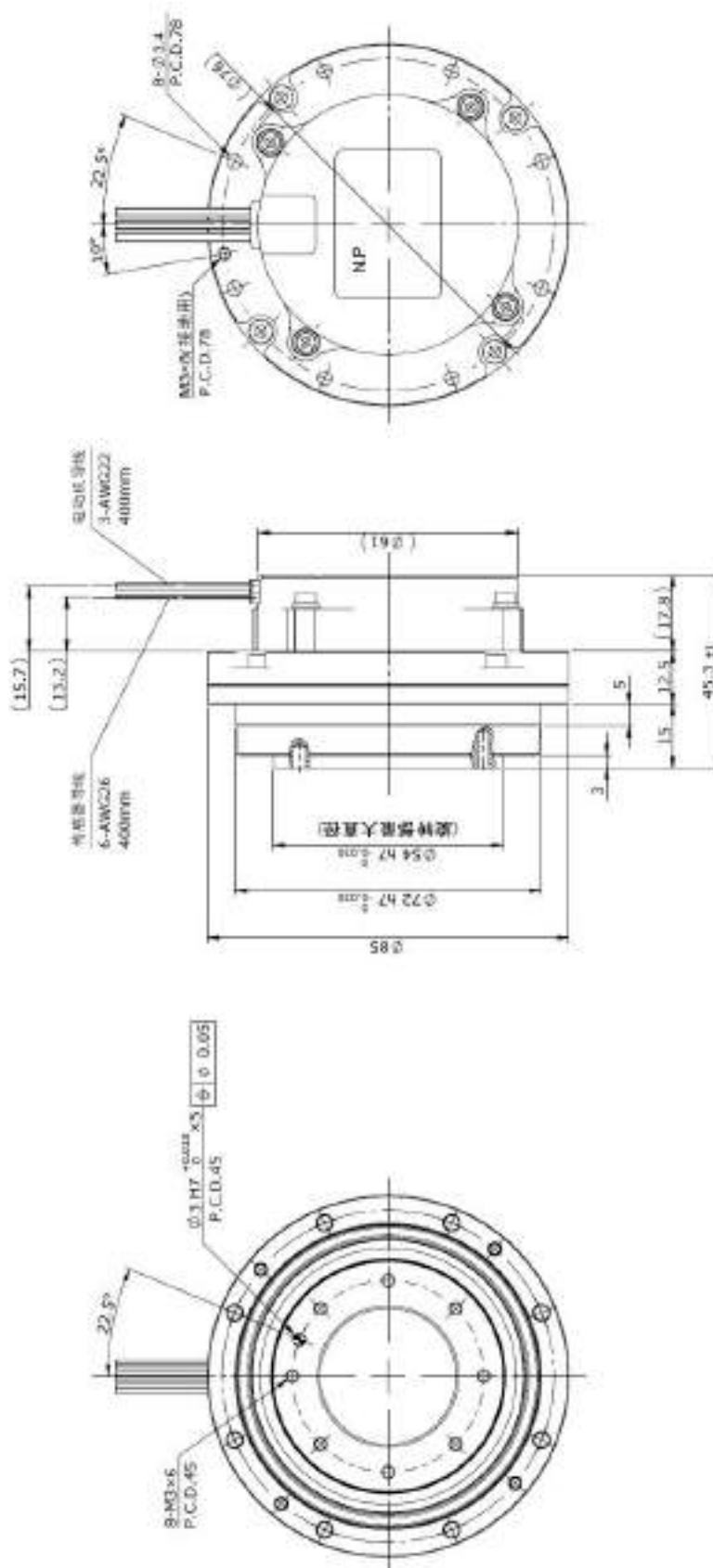
单位：mm （第3角法）



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。
未标注公差的尺寸公差，请咨询本公司。

● FLA-14A-FB (减速机: 精密控制用减速机谐波驱动[®])

单位: mm (第3角法)



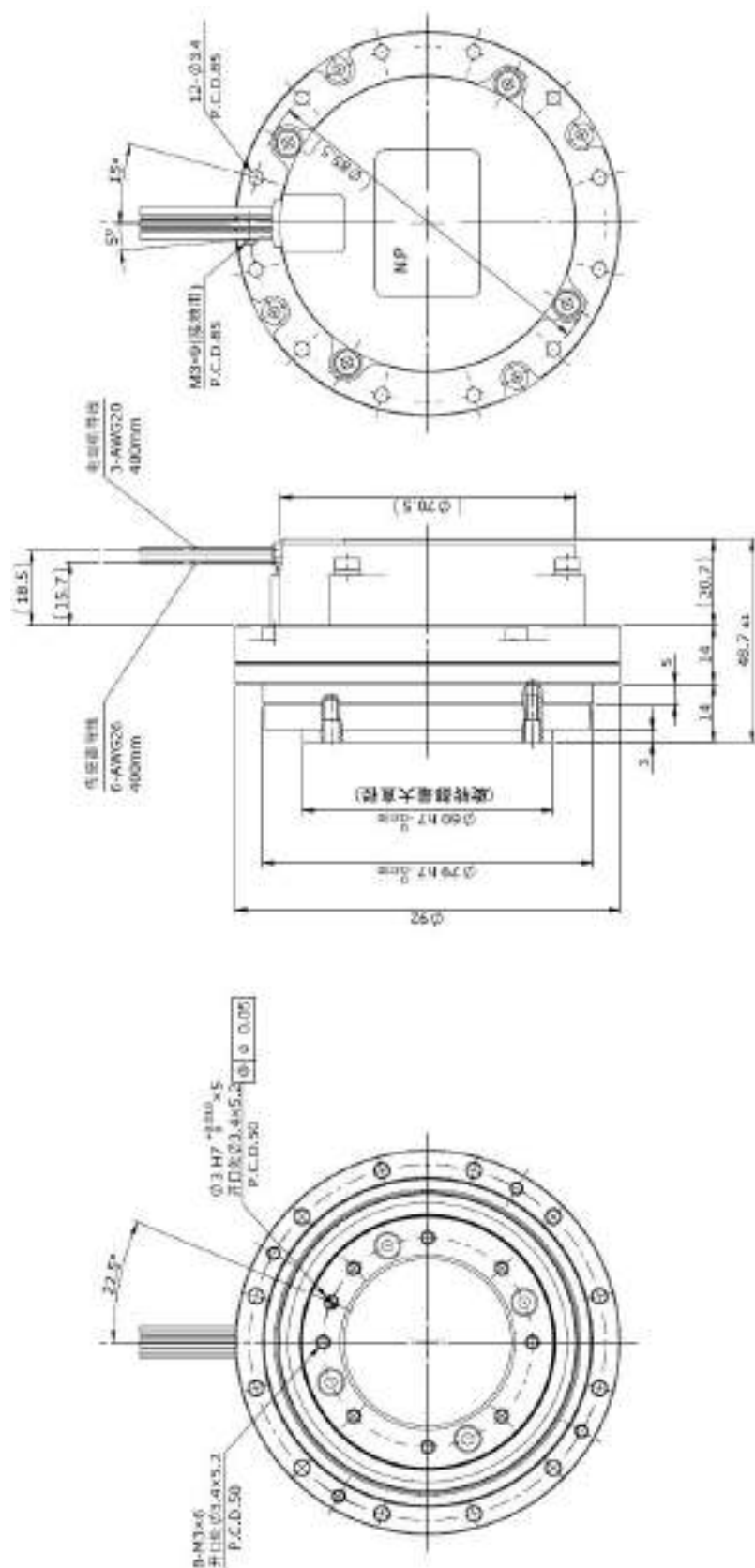
注: 外形尺寸的详细情况, 请根据本公司发行的交货规格图进行确认。
未标注公差 的尺寸公差, 请咨询本公司。

● FLA-17A-HP (减速机: HarmonicPlanetary®行星减速机)

单位: mm (第3角法)

1

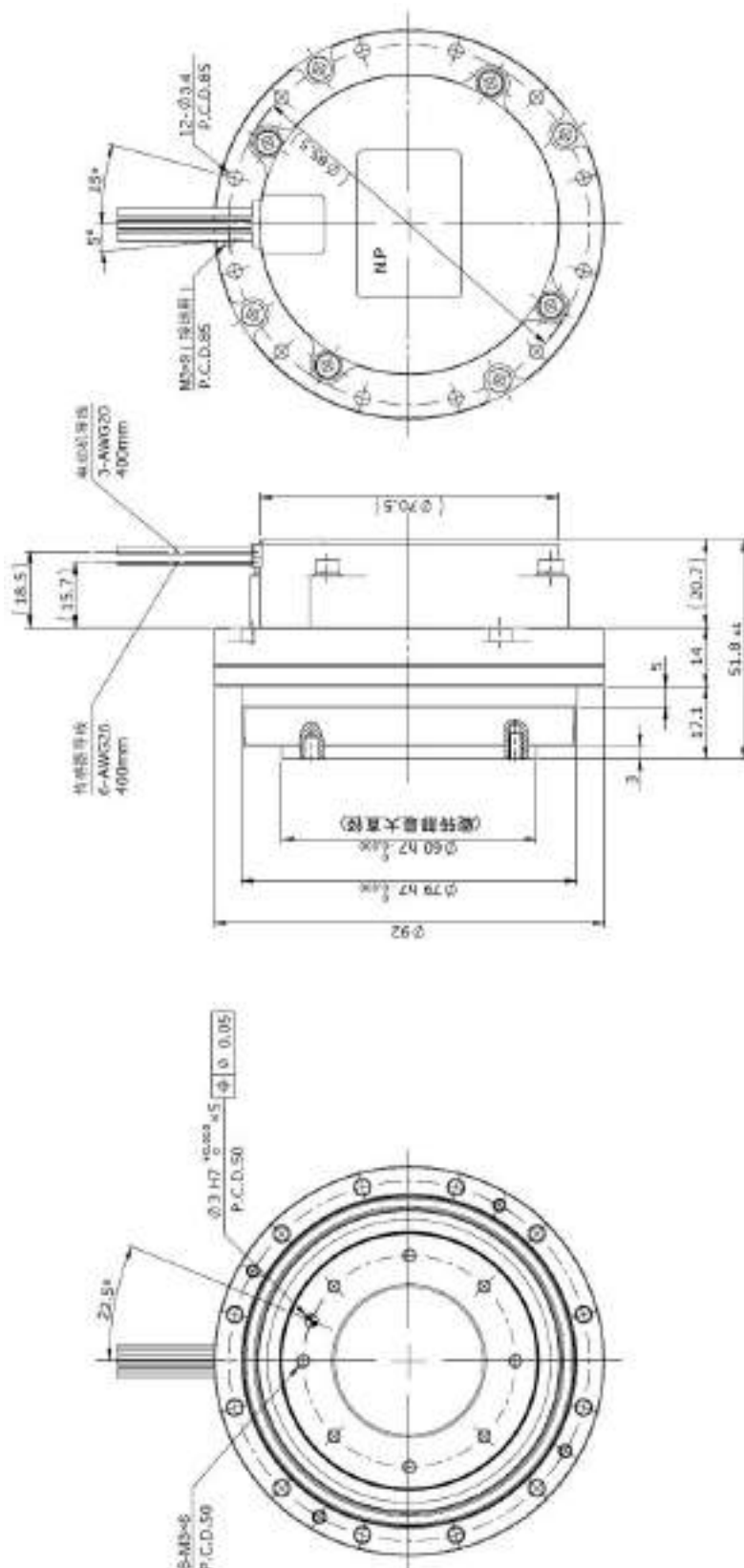
概要



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。
未标注公差尺寸的公差, 请咨询本公司。

● FLA-17A-FB（减速机：精密控制用减速机谐波驱动[®]）

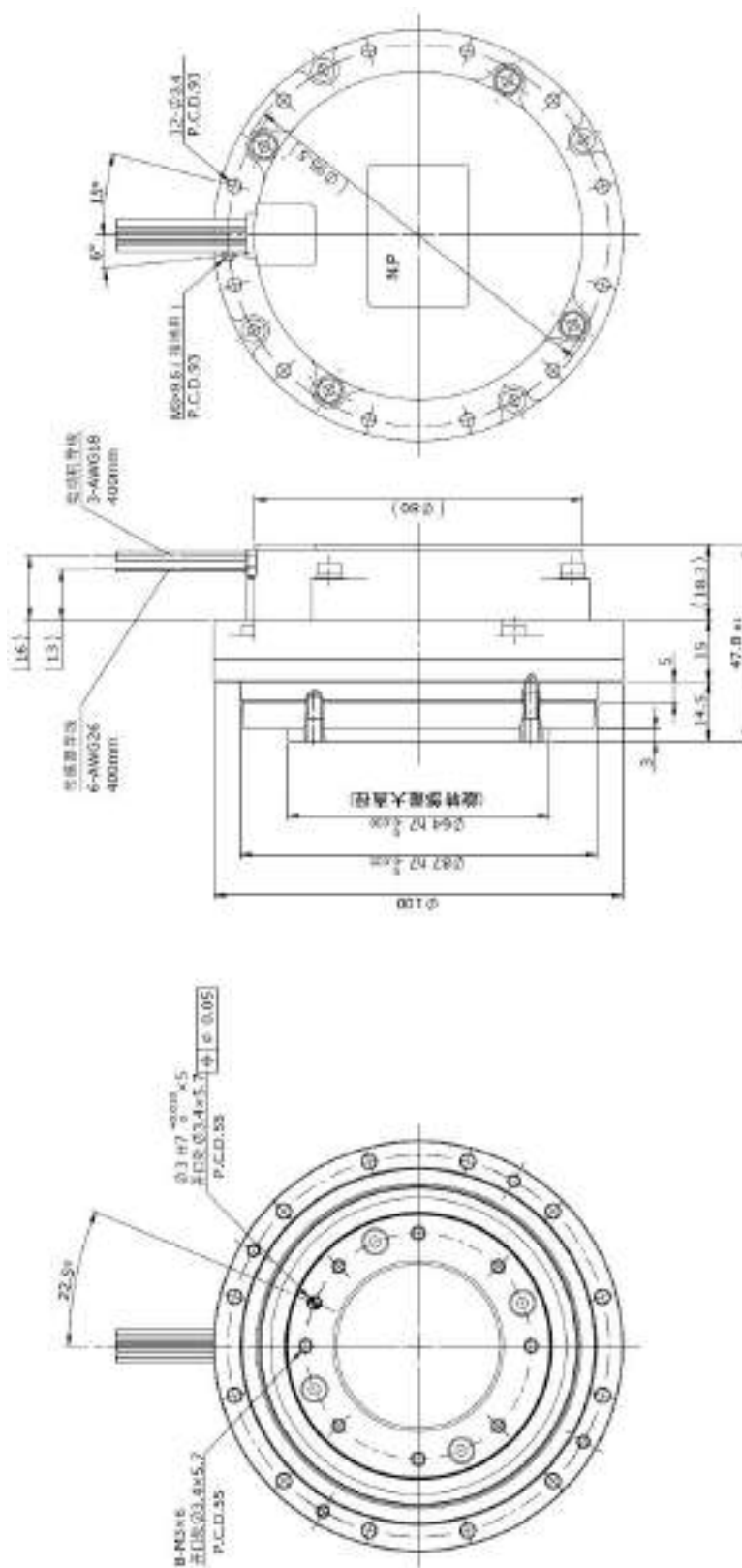
单位：mm （第3角法）



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。
未标注公差尺寸的公差，请咨询本公司。

● FLA-20A-HP (减速机: HarmonicPlanetary®行星减速机)

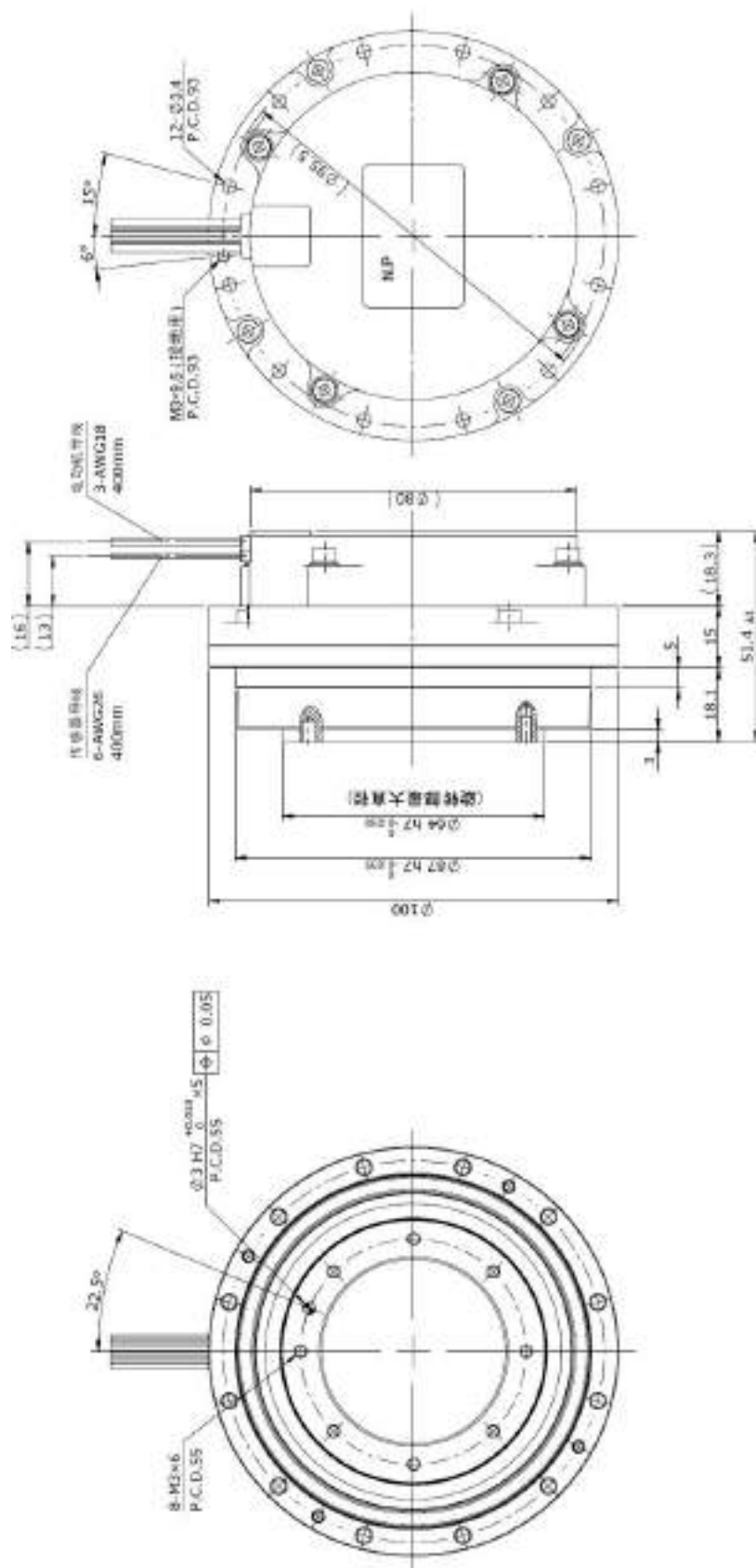
单位: mm (第3角法)



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。
未标注公差尺寸的公差, 请咨询本公司。

● FLA-20A-FB (减速机: 精密控制用减速机谐波驱动[®])

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。
未标注公差 的尺寸公差, 请咨询本公司。

1-6 检测器规格

FLA 系列内置的检测器规格如下。

■规格【位置检测器】

・主要规格

型号	FLA-11A	FLA-14A	FLA-17A	FLA-20A
检测方式	霍尔传感器			
输出方式	开路集电极输出			
电源电压 [V]	DC 5±5%			
电动机旋转 1 次的分辨率 [脉冲/转]	30	30	30	48

注意

- 请在输入电路中设置上拉电阻。输出流入电流请控制在 10mA 以内。

・输出轴分辨率

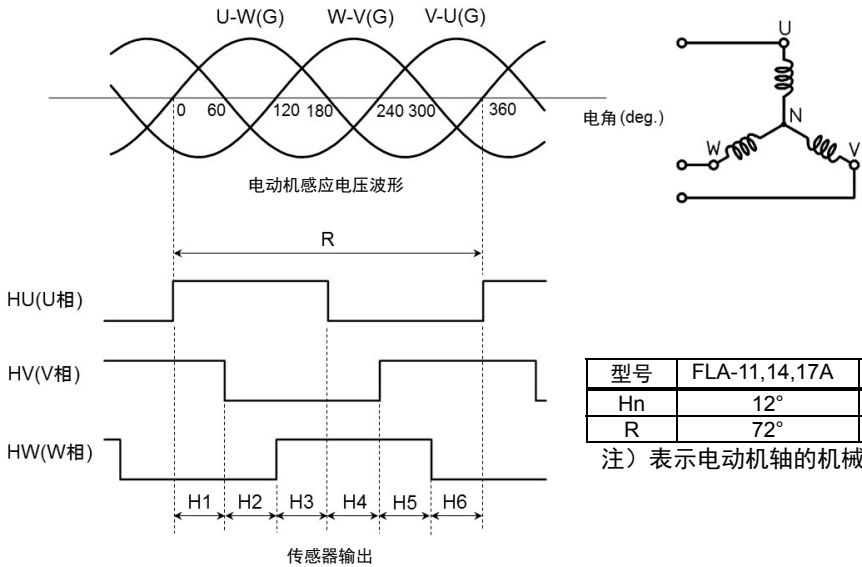
型号	FLA-11A			FLA-14A		
减速比	1:8	1:50	1:100	1:8	1:50	1:100
输出轴分辨率 [脉冲/转]	240	1500	3000	240	1500	3000
一次脉冲角度 [度]	1.5	0.24	0.12	1.5	0.24	0.12

型号	FLA-17A			FLA-20A	
减速比	1:9	1:50	1:100	1:9	1:50
输出轴分辨率 [脉冲/转]	270	1500	3000	432	2400
一次脉冲角度 [度]	約 1.4	0.24	0.12	約 0.9	0.15

・信号位相

表示霍尔传感器输出 HU、HV、HW 及电动机感应电压的位相关系。

（旋转方向：从传动装置一侧观察，沿 CW 旋转进行外部驱动时）



型号	FLA-11,14,17A	FLA-20A
Hn	12°	7.5°
R	72°	45°

注) 表示电动机轴的机械角度。

■规格【温度检测器】

FLA 系列传动装置在电动机内部内置有温度检测器。通过使用温度检测器，能够实时测量电动机内部的温度，可应用于电机外围的过热保护等。

・主要规格

型号	FLA-11A	FLA-14A	FLA-17A	FLA-20A
检测方式	热敏电阻			
电源电压 [V]	DC 5±5%			
适用温度范围 [°C]	40～100			
检测温度特性 [°C]	检测温度[°C]=132.9－(输出电压[V])×23.1			
检测误差 [°C]	±6			

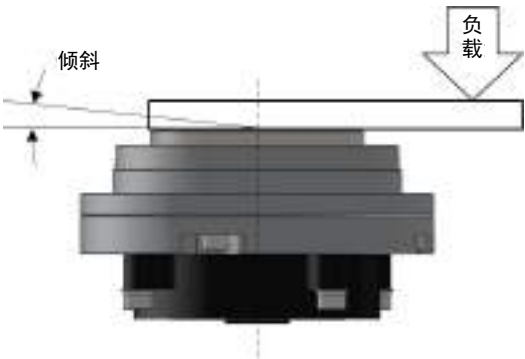
注 意

- 即使不使用温度检测器，导线也会输出电压。此时，请务必对导线的终端进行绝缘处理。

1-7 输出轴特性

转动刚性、倾斜角度

“转动刚性”是指如下图所示，在执行元件的输出轴表面施加转动负载时的结构性歪斜强度。
举例来说，如右图所示，在传动装置输出轴表面上安装刚性臂，在其端部施加载荷，则传动装置输出轴表面会与负载呈正比倾斜。载荷相对该倾斜角度的比率即为“转动刚性”。



FLA 系列传动装置的容许静力矩 M_c 附近的

- 倾斜角度: θ_0
- 转动刚性: K_m

如下表所示。

型号		FLA-11A	FLA-14A	FLA-17A	FLA-20A
项目					
M_c	N·m	1.2	1.6	2.0	2.4
θ_0	$\times 10^{-3}$ rad	1.0	0.8	0.75	1.2
K_m	$\times 10^3$ N·m/rad	2.0	3.3	4.4	5.1

注) 上述值为代表值。

1-8 旋转方向

内置霍尔传感器以 HU→HV→HW 的相序旋转时，从输出轴一侧观察，朝逆时针方向旋转。以 HU→HW→HV 的相序旋转时，从输出轴一侧观察，朝顺时针方向旋转。



逆时针旋转方向（相序 HU→HW→HV 时）

1-9 抗冲击

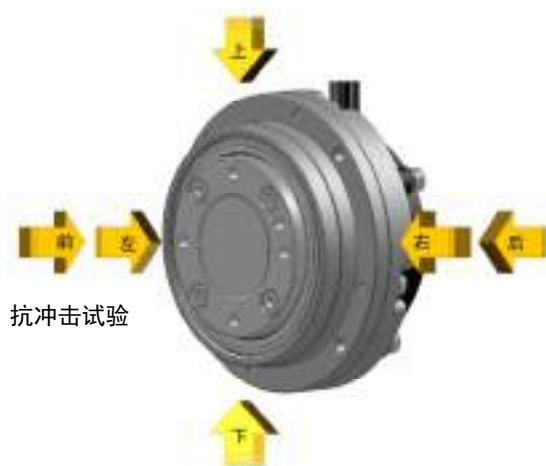
1

概要

执行元件上下、左右、前后方向的抗冲击性能如下。

冲击加速度：300 m/s²

本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。

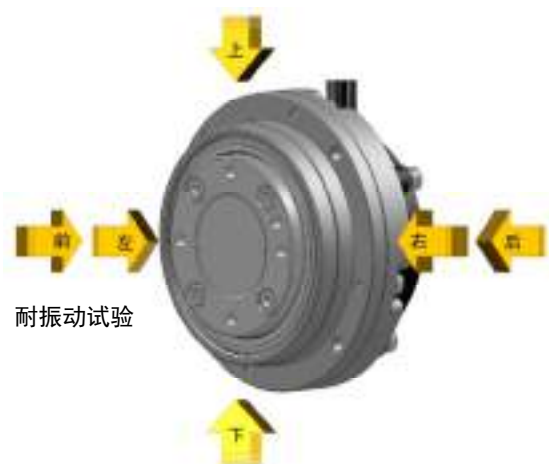


1-10 耐振动

执行元件上下、左右、前后方向的耐振动性能如下。

振动加速度：25 m/s²（频率：10～400Hz）

本公司试验时，振动频率的扫描周期采用 10min，各方向均进行 2h。



1-11 可用区间

下页中的曲线图分别显示了选型 FLA 系列传动装置时的可用区间。详细情况，请参照“第2章 选型”。

1. 连续使用区间

表示可连续运转的转矩-转速区间。

2. 50%负载使用区间

表示 50%负载（运转时间和停止时间之比为 50:50）下可运转的转矩-转速区间。
运转循环设为数分钟以内，防止驱动器发生过载报警和过热报警。

3. 加减速使用区间

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。
而且，可连续使用区间及 50%负载使用区间，是指安装了同一曲线图记载的散热板时的数值。

注意

- 上述的连续使用区间及 50%负载使用区间，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，作为基准，请在执行元件外围温度上升值低于 40K 的运转条件下使用。
- 根据加减速时或负载连接等运转行条件及负载条件的不同，在低速域可能会出现难以平滑恒速驱动的情况。

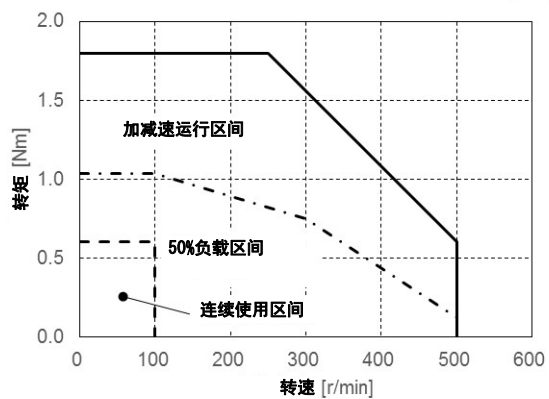
1

概要

HP 型 (DC24V)

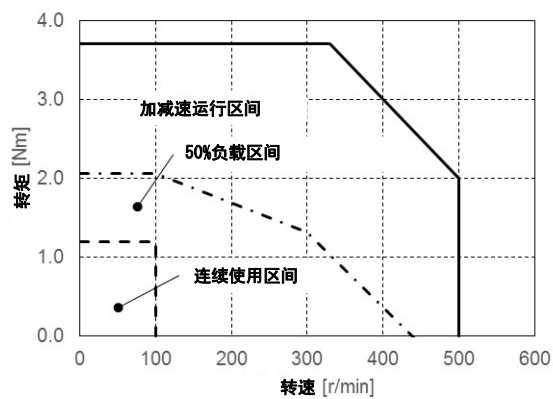
■ FLA-11A-08HP-H-24

散热板: 220×220×8 (mm)



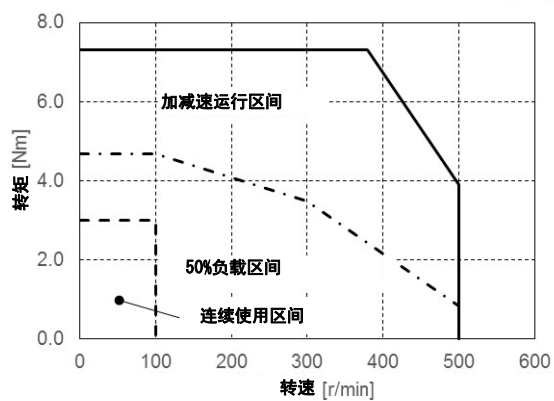
■ FLA-14A-08HP-H-24

散热板: 250×250×10 (mm)



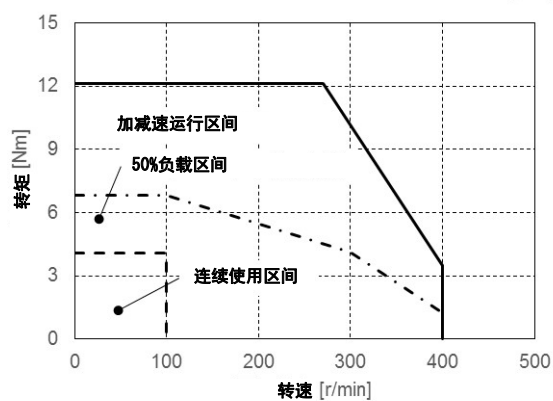
■ FLA-17A-09HP-H-24

散热板: 280×280×12 (mm)



■ FLA-20A-09HP-H-24

散热板: 300×300×15 (mm)



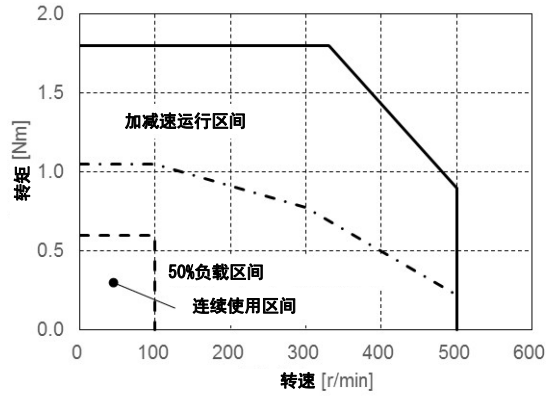
HP 型 (DC48V)

1

概要

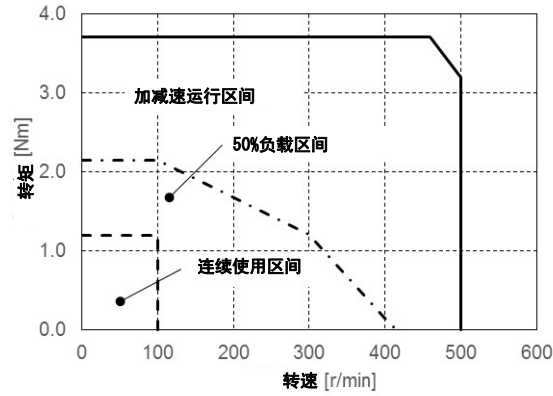
■FLA-11A-08HP-H-48

散热板: 220×220×8 (mm)



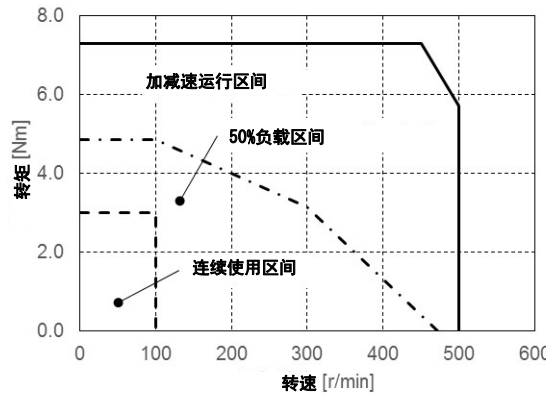
■FLA-14A-08HP-H-48

散热板: 250×250×10 (mm)



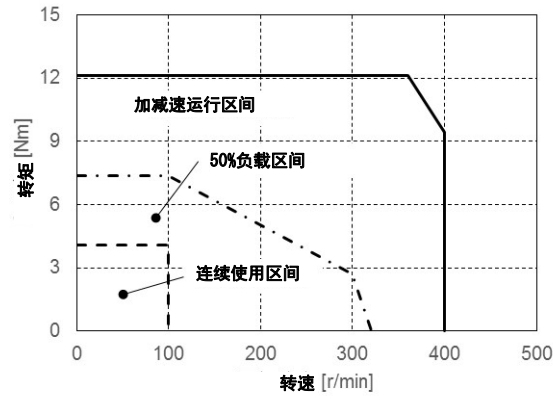
■FLA-17A-09HP-H-48

散热板: 280×280×12 (mm)



■FLA-20A-09HP-H-48

散热板: 300×300×15 (mm)



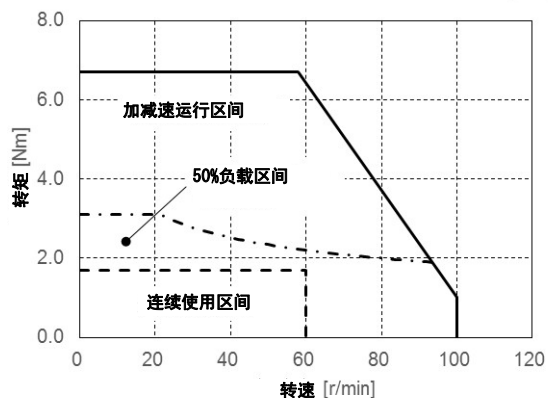
1

FB 型 (速比 50, DC24V)

概要

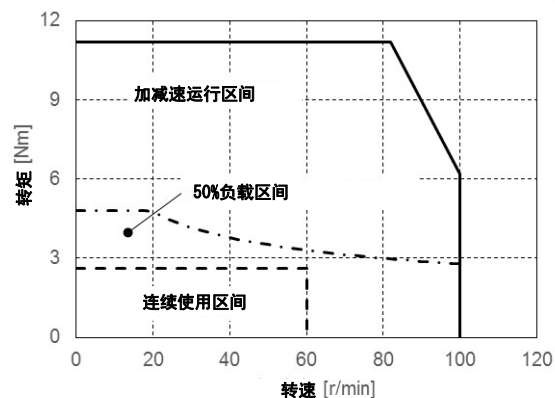
■ FLA-11A-50FB-H-24

散热板: 220×220×8 (mm)



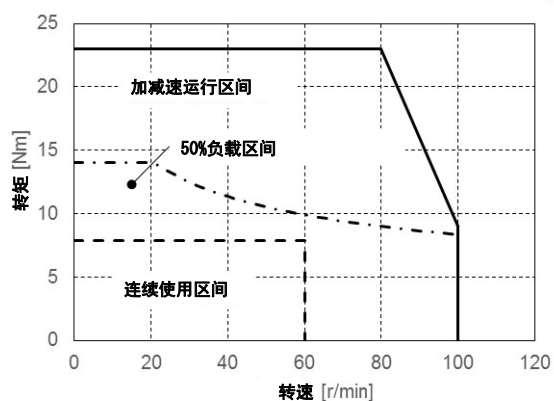
■ FLA-14A-50FB-H-24

散热板: 250×250×10 (mm)



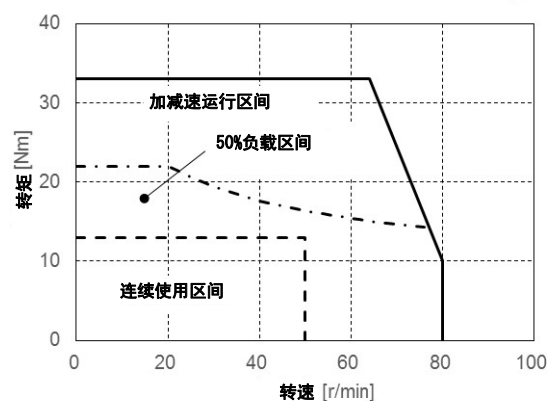
■ FLA-17A-50FB-H-24

散热板: 280×280×12 (mm)



■ FLA-20A-50FB-H-24

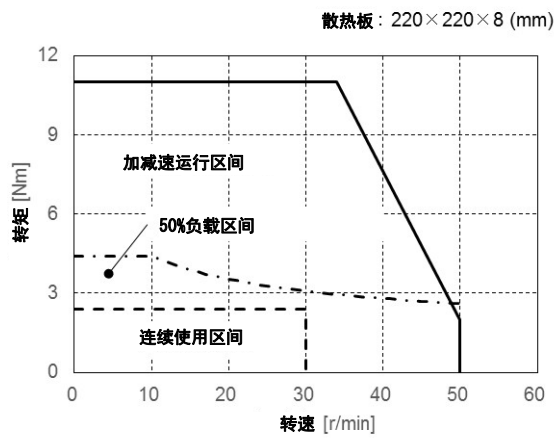
散热板: 300×300×15 (mm)



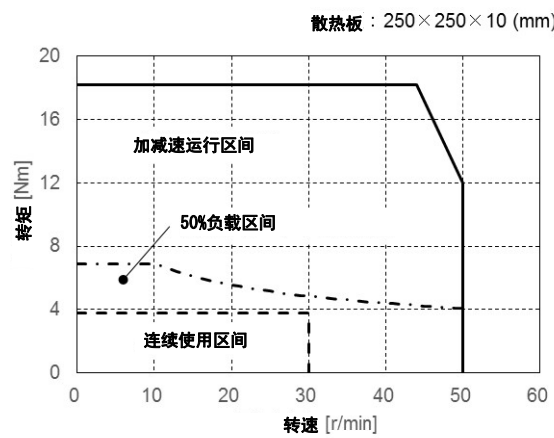
FB 型（速比 100, DC24V）

1
概要

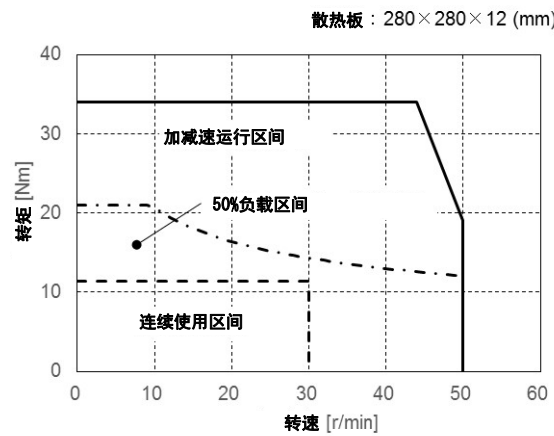
■ FLA-11A-100FB-H-24



■ FLA-14A-100FB-H-24



■ FLA-17A-100FB-H-24



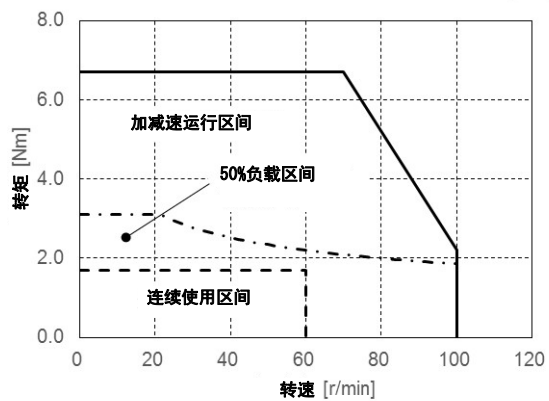
1

FB 型 (速比 50, DC48V)

概要

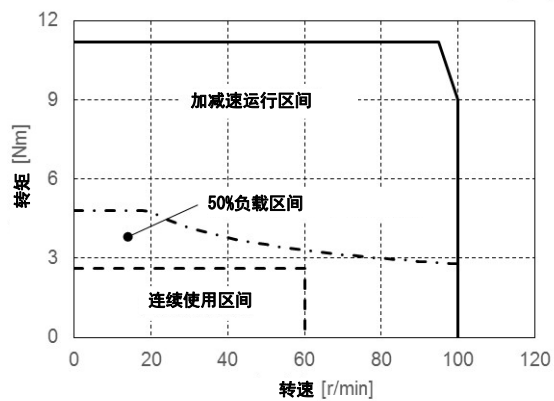
■ FLA-11A-50FB-H-48

散热板: 220×220×8 (mm)



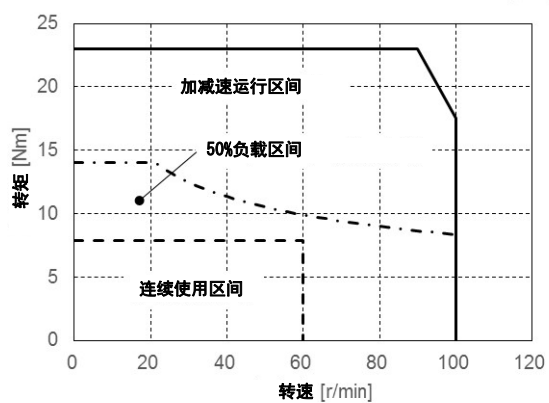
■ FLA-14A-50FB-H-48

散热板: 250×250×10 (mm)



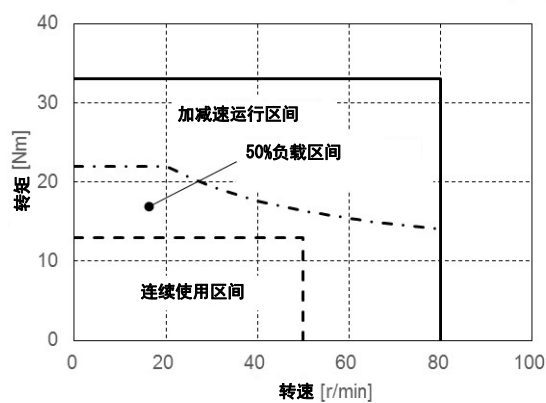
■ FLA-17A-50FB-H-48

散热板: 280×280×12 (mm)



■ FLA-20A-50FB-H-48

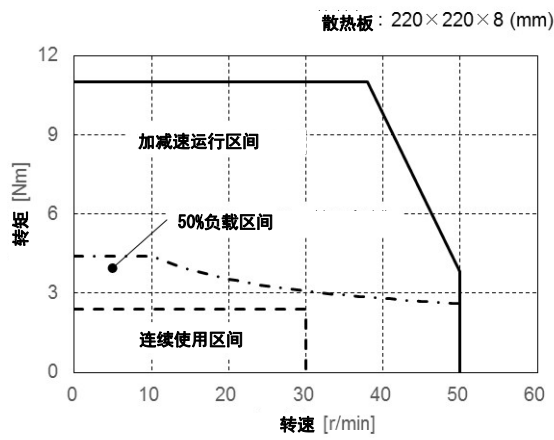
散热板: 300×300×15 (mm)



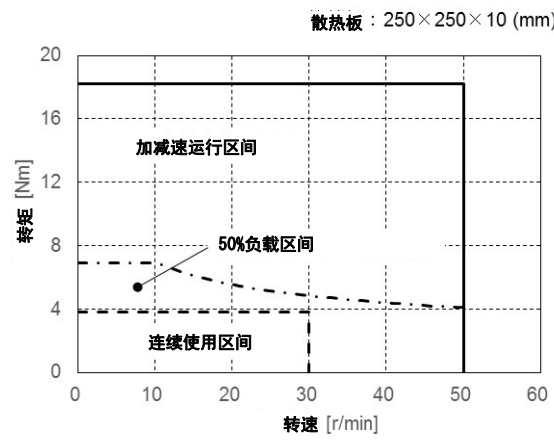
FB 型（速比 100, DC48V）

1
概要

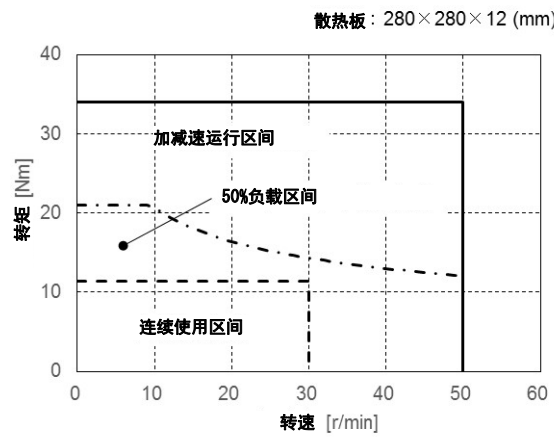
■FLA-11A-100FB-H-48



■FLA-14A-100FB-H-48



■FLA-17A-100FB-H-48



1-12 接线规格

FLA 系列传动装置的电动机导线及传感器导线规格如下表。

电动机导线规格

● 接线规格

线色	名称
红	电动机 U 相
白	电动机 V 相
黑	电动机 W 相

● 线径

型号	公称外径 (mm)	导体尺寸
11	1.70	AWG22
14	1.70	AWG22
17	1.86	AWG20
20	2.17	AWG18

传感器导线规格

● 接线规格

线色	信号名称	备注
红	+5V	电源输入+5V
黑	0V	电源输入 0V (GND)
白	HU	霍尔传感器输出(U 相)
绿	HV	霍尔传感器输出(V 相)
蓝	HW	霍尔传感器输出(W 相)
黄	TH	热敏电阻输出

● 线径

型号	公称外径 (mm)	导体尺寸
11, 14, 17, 20	0.81	AWG26

注意

- FLA 系列传动装置以接地用螺孔取代了接地用导线。请通过交货规格图确认接地用螺孔的规格之后，实施接地处理。如果不接地，可能会因干扰等导致误动作。
- 如果发生电源输入接反等接线错误，可能会导致误动作或故障。
- 即使不使用温度检测器（热敏电阻），导线也会输出电压。此时，请务必对导线的终端进行绝缘处理。

第2章

选型

本章主要介绍在实际应用中，如何在 FLA 系列中进行选型。

2-1 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

2-1 负载转动惯量

使用不同的驱动器时，根据负载的转动惯量，必须在驱动器的参数中设定转动惯量比。“转动惯量比”是指内置在 FLA 系列传动装置的电动机转动惯量与全转动惯量之比，以百分比形式表示。请根据以下公式计算转动惯量比。负载的转动惯量，请参照“附录-2 转动惯量计算”（P4-3），实施计算。
公式中的符号如下所示。

- J_L : 负载转动惯量
- J_A : 传动装置转动惯量（输出轴换算）
- J_M : 电动机转动惯量
- J_S : 电动机轴换算全转动惯量
- R : FLA 系列的减速比
- J_R : 转动惯量比[%]

$$J_S = (J_L + J_A) \times \frac{1}{R^2} \quad [\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$J_R = \frac{J_S - J_M}{J_M} \times 100 \quad [\%]$$

表 1 转动惯量

型号 \ 项目	传动装置转动惯量 (输出轴换算) J_A	电动机转动惯量 J_M
	$\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	$\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
FLA-11A-08HP	1.3	0.017
FLA-11A-50FB	73	0.017
FLA-11A-100FB	290	0.017
FLA-14A-08HP	3.9	0.044
FLA-14A-50FB	190	0.044
FLA-14A-100FB	770	0.044
FLA-17A-09HP	10	0.117
FLA-17A-50FB	480	0.117
LA-17A-100FB	1900	0.117
FLA-20A-09HP	26	0.311
FLA-20A-50FB	1200	0.311

2-2 负载载荷的确认和研究

FLA 系列内置有直接支持外部负载（输出法兰部）的轴承。请确认最大负载静力矩及最大轴向负载不超过各容许值。

最大负载静力矩、最大轴向负载

最大负载静力矩(M_{max})的计算方法如下。

- ①请确认最大负载静力矩(M_{max}) $\leq$ 容许静力矩(M_c)。
- ②请确认最大轴向负载(F_{amax}) $\leq$ 容许轴向负载(F_{ac})。

◆ 计算公式(1):: 最大负载静力矩

$$M_{max} = \frac{Fr_{max} \cdot (L_r + R) + Fa_{max} \cdot L_a}{1000}$$

计算公式的符号

M_{max}	最大负载静力矩	$N \cdot m$	
Fr_{max}	最大径向负载	N	参照图 1
Fa_{max}	最大轴向负载	N	参照图 1
L_r, L_a	-----	mm	参照图 1
R	偏置量	mm	参照图 1、表 1

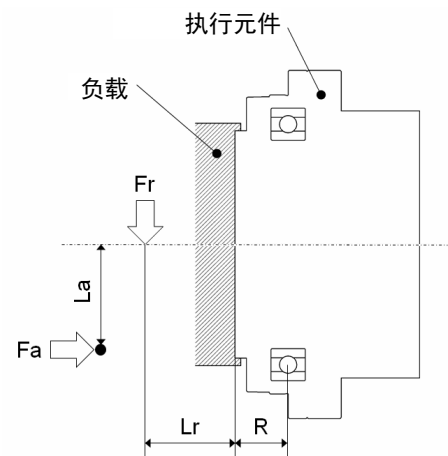


图 1：外部负载作用图

表 1 主轴承规格

型号 \ 项目	偏置量 R	容许静力矩 Mc	容许轴向负载 Fac
	mm	N·m	N
FLA-11A-HP	13.5	1.2	29
FLA-11A-FB	11.4	1.2	29
FLA-14A-HP	13.5	1.6	78
FLA-14A-FB	11.4	1.6	78
FLA-17A-HP	14.0	2.0	171
FLA-17A-FB	12.5	2.0	171
FLA-20A-HP	14.5	2.4	318
FLA-20A-FB	13.0	2.4	318

注：关于本产品的主轴承及其他规格，请咨询本公司。

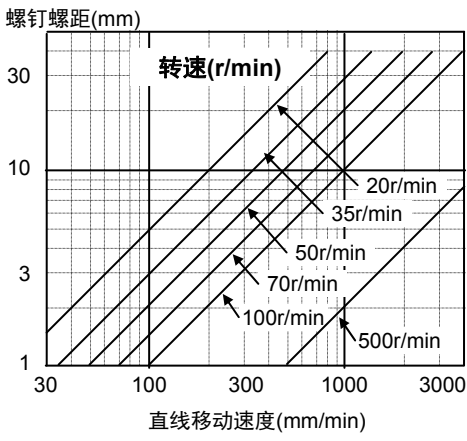
2-3 运转状况研究

反复进行启动、停止的运转及高速状态下的连续运转时，传动装置会发热。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 FLA 系列进行驱动时负载的必要转速(r/min)。
直线运动时，通过以下公式换算成转速。

$$\text{转速 (r/min)} = \frac{\text{直线移动速度 (mm/min)}}{\text{螺钉的进给螺距 (mm)}}$$



为确保转速低于 FLA 系列传动装置的最高转速，从“8”、“9”、“50”或“100”中选择一个减速比。

负载转动惯量的计算和研究

计算使用 FLA 系列传动装置进行驱动的负载的转动惯量。
计算方法，请参考“附录-2 转动惯量计算”(P4-3)。

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。

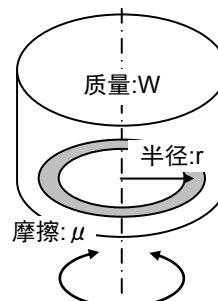
$$T = 9.8 \times \mu \times W \times r$$

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。

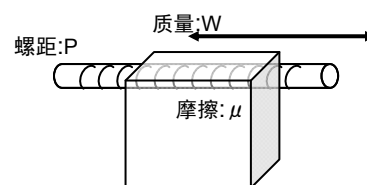
$$T = 9.8 \times \mu \times W \times \frac{P}{2 \times \pi}$$

T : 旋转转矩 (N·m)

μ : 摩擦系数

W : 质量 (kg)

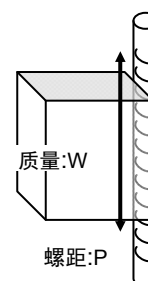
P : 螺钉的进给螺距 (m)



● 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。

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



加速时间·减速时间

使用下面的公式计算使用假定选择的传动装置时的加速时间和减速时间。

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

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

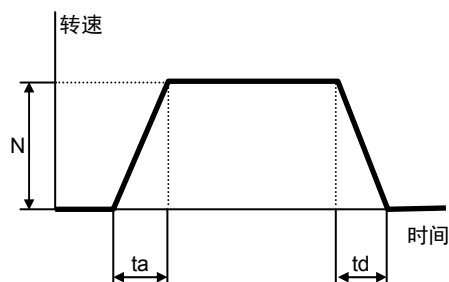
t_a : 加速时间	(s)
t_d : 减速时间	(s)
J_A : 传动装置转动惯量	($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
J_L : 负载转动惯量	($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
N : 传动装置转速	(r/min)
T_M : 传动装置最大转矩	($\text{N} \cdot \text{m}$)
T_F : 传动装置摩擦转矩	($\text{N} \cdot \text{m}$)

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

K_T : 转矩常数 (N·m/A)

T_R : 允许连续转矩 (N·m)

I_R : 允许连续电流 (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传动装置。

- 转速: 50 r/min
- 负载转动惯量: $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- 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假设选定“FLA-14A-100FB-H-24”。

②从额定表中读取 $J_A = 0.077 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 、 $T_M = 18.2 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $T_R = 3.8 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $K_T = 3.0 \text{ N} \cdot \text{m/A}$ 、 $I_R = 2.5 \text{ A}$ 。

③根据上面的公式, 执行元件的摩擦转矩为 $T_F = 3.0 \times 2.5 - 3.8 = 3.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

④根据上面的公式, 加速及减速时间可进行如下计算。

$$t_a = (0.077 + 0.2) \times 2 \times \pi / 60 \times 50 / 18.2 = 0.080 \text{ s}$$

$$t_d = (0.077 + 0.2) \times 2 \times \pi / 60 \times 50 / (18.2 + 2 \times 3.7) = 0.057 \text{ s}$$

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执行元件。

有效转矩、平均转速研究

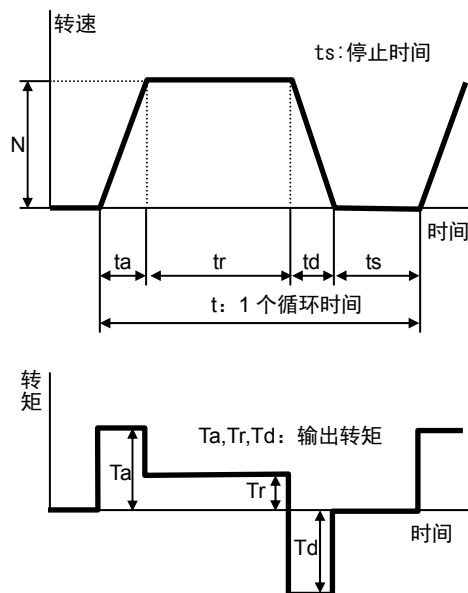
判断运转导致传动装置的发热是否有问题的方法，是看有效转矩和平均转速确定的动作点是否位于“1-11 可用区间（P1-22）”的连续使用区间内。

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 :	速度从 0 到 N 的加速时间	(s)
t_d :	速度从 N 到 0 的减速时间	(s)
t_r :	速度 N 时的定速运转时间	(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“FLA-14A-100FB-H-24”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 120° ，1 个循环时间为 1 (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，移动角度为

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

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

在该公式中代入 $\theta = 120^\circ$ ，计算例子 1 中的 $t_a = 0.080(s)$ 、 $t_d = 0.057(s)$ 、 $N = 50(r/min)$ ，则 $t_r = 0.332(s)$ 。

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，加速时转矩及减速时转矩的关系式如下所示。

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

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

在该公式中代入计算例子 1 的数值，则 $T_a = 18.1 (N \cdot m)$ 、 $T_d = 18.0 (N \cdot m)$ 。

③计算有效转矩。将(1)、(2)项中的数值及 $T_r = 0 (N \cdot m)$ 、 $t = 1 (s)$ 代入上述公式。

$$T_m = \sqrt{\frac{18.1^2 \times 0.080 + 0^2 \times 0.332 + 18.0^2 \times 0.057}{1}} = 6.7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

④计算平均转速。将(1)项中的数值及 $N = 50 (r/min)$ 、 $t = 1 (s)$ 代入上述公式。

$$N_{av} = \frac{50/2 \times 0.080 + 50 \times 0.332 + 50/2 \times 0.057}{1} = 20.0 \text{ r/min}$$

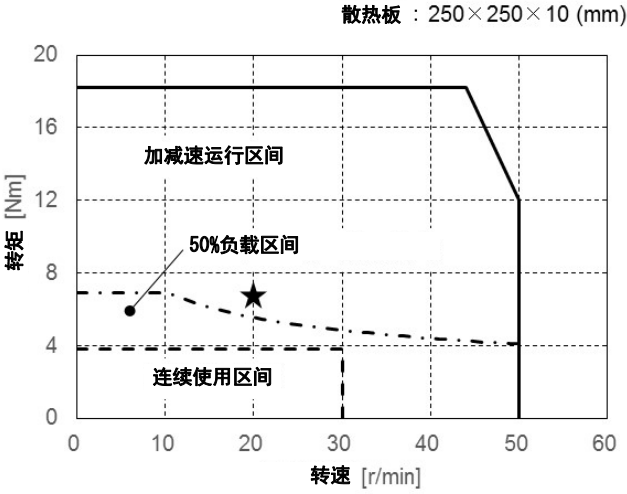
⑤将由上面计算得出的有效转矩和平均转速确定的动作点绘制到 FLA-14A-100FB-H-24 的可使用区间的曲线上，则如下图所示，超出了连续使用区间的范围。因此，该条件下不能进行连续运转。这种情况下，需要进行以下研究：

- ◆运转模式
- ◆减轻负载
- ◆传动装置型号等

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 $T_a = 18.1\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $T_r = 0\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $T_d = 18.0\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $T_m = 3.8\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $t_a = 0.080\text{s}$ 、 $t_r = 0.332\text{s}$ 、 $t_d = 0.057\text{s}$ 。即，
 $t = (18.1^2 \times 0.080 + 18.0^2 \times 0.057) / 3.8^2 = 3.09\text{s}$
根据该结果，只要将停止时间延长，将 1 个循环时间设定为 3.1s 以上，则 $T_m = 3.8\text{N}\cdot\text{m}$ 以下时可以在允许连续转矩内进行连续运转。



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，请在传动装置外围温度上升值低于 40K 的运转条件下使用。

第3章

执行元件的安装

本章介绍执行元件的安装方法。

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	3-4

3-1 开箱检查

产品开箱后，请确认以下内容。

3

执行元件的安装

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。

FLA 系列执行元件的后方端面上贴有铭牌。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“1-2 型号”(P1-2)。



警告

请设定适当的参数，并在不超过传动装置规格范围内使用驱动器。请在传动装置规格范围内使用。在超出规格的范围使用时，可能会出现转矩不足或过电流，从而烧毁传动装置，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 FLA 系列执行元件。



- (1) 请注意，严禁在执行元件的输出轴上施加大于标准的力及冲击。
- (2) 请不要将传动装置放置到可能会坠落的平台、架子等上面。可能会坠落。
- (3) 请不要将执行元件的端子连接到直接电源。执行元件会烧坏，存在火灾及触电的危险。
- (4) 保存时的温度界限为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 。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。

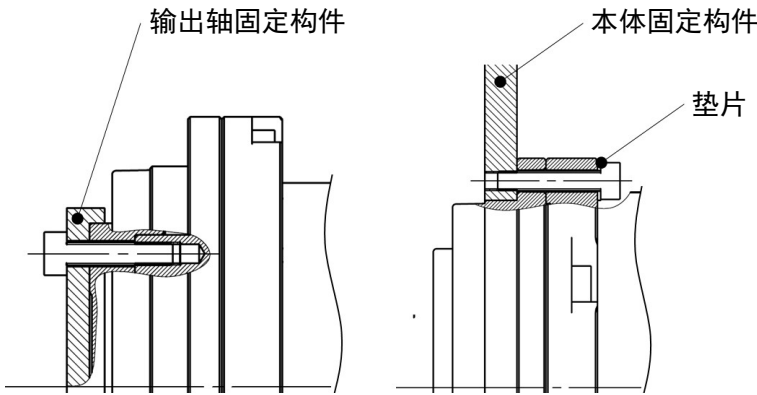
3

执行元件的安装

安装和传递转矩

下面介绍 FLA 系列传动装置的组装例子。请使用高张力螺栓，拧紧时使用扭矩扳手控制拧紧转矩。固定本体时，由于拧紧转矩高，本体法兰为铝质，因此，螺栓的安装面请使用平垫圈。

【组合例子】



● 建议拧紧转矩和传递转矩

项目		型号		FLA-11A		FLA-14A		FLA-17A		FLA-20A	
		输出轴	本体	输出轴	本体	输出轴	本体	输出轴	本体	输出轴	本体
螺栓数量、尺寸		4-M3	4-M3	8-M3	8-M3	8-M3	12-M3	8-M3	12-M3		
螺栓安装 P.C.D.	mm	35	64	45	78	50	85	55	93		
拧紧转矩	N·m	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
传递转矩	N·m	29.2	53.3	75.0	130.0	83.3	212.5	91.7	232.5		

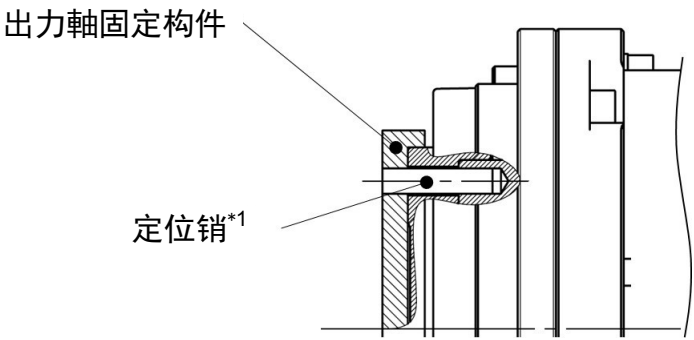
- 注 1：前提是内螺纹侧材质能够承受螺栓拧紧转矩。
2：推荐螺栓：JIS B 1176 内六孔螺栓 强度分类：JIS B 1051 12.9 以上
3：计算条件 转矩系数：0.2 拧紧系数：1.4 接合面的摩擦系数：0.15

定位销的使用

FLA 系列传动装置附带用于输出旋转部的定位销孔。请根据情况选用。详细尺寸，请参考“1-5 外形尺寸”（P1-8）或交货规格图。

3

执行元件的安装



定位销的使用例子

*1.关于定位销，请将针对传动装置轴的配合作为空隙，避免销打入。否则会导致传动装置破损、传动装置轴变形以及端子的定位精度下降。

表面处理

FLA 系列传动装置的标准品已实施以下表面处理。

部位	表面处理
本体外框	未处理（铝质表面、树脂表面）
减速机旋转部（输出法兰）	冷电镀防腐处理
螺栓	镀铬处理或未处理（SUS 表面）

FLA 系列传动装置的表面处理并非完全防锈。

3-3 安装场所和安装工程

安装场所的环境条件

FLA 系列执行元件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。

- ◆ 环境温度： 0℃~40℃
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,确保执行元件周围的温度低于 40℃。
- ◆ 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： 25m/s² (10Hz~400Hz) 以下 (请参考“1-10 耐振动”(P1-21)。)
- ◆ 冲击： 300 m/s² 以下 (请参考“1-9 抗冲击”(P1-20)。)
- ◆ 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-40”保护等级的结构进行设计。

表示防止水渗入的保护等级。
0: 对防止水渗入没有特别保护。

表示针对接触及异物的保护等级。
4: 防止金属线等进入。直径 1.0mm 以上的金属线及固体物不会侵入内部。

- ◆ 避免阳光直射
- ◆ 海拔：1000m 以下
- ◆ FLA 系列传动装置为简易油封结构,并不能做到完全防止润滑剂泄露。请根据需要,采取追加防漏措施。

3

执行元件的安装

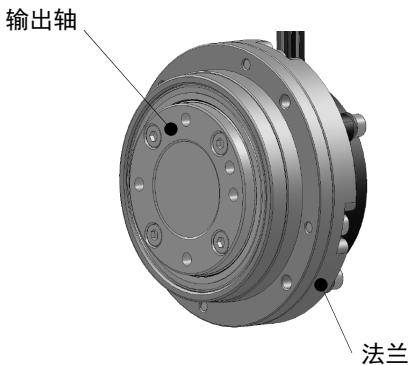
安装作业

安装作业时，请特别注意安装精度，不要使用锤子敲打执行元件的输出部等。因为执行元件内置有霍尔传感器等的检测器。较大冲击会损坏检测器。

安装步骤

1 请准确进行执行元件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，也会超出执行元件的容许载荷，损伤输出轴。



2 连接驱动器的配线。

配线作业的详细情况，请参照“1-12 接线规格”（P1-29）及驱动器的的相关资料。

3 连接电动机导线・传感器导线的接线。

请不要用力拉扯导线。否则会损伤连接部。安装时，请务必将导线配线留出余量，不要在传动装置之间产生张力。特别是导线进行弯曲运动的使用时，请留出充分的弯曲半径（导线直径的 7 倍以上）。

注意

- 请不要在传动装置后盖周围放置强力磁性物（电磁吸盘、永久磁铁等）。否则可能会导致传感器异常或发生故障。



警告

严禁拆解、组装执行元件。

执行元件使用了许多精密部件。用户私自拆解、组装可能会导致执行元件烧坏及失控，引发火灾及人员受伤。

附录

附录-1 单位换算.....	4-1
附录-2 转动惯量计算.....	4-3

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	3.44×10^3	2.06×10^5

(7) 角速度

SI 単位	rad/s			
↓				
単位	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							

(11) 扭转弹簧常数・转动刚性

SI 单位	N·m/rad				
↓					
单位	kgf·m/rad	kgf·m/arc-min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
系数	0.102	2.97 x10 ⁻⁵	1.78x10 ⁻³	0.0129	0.1546

单位	kgf·m/rad	kgf·m/arc-min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
系数	9.81	3.37 x10 ⁴	562	77.6	6.47

↓					
SI 单位	N·m/rad				

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

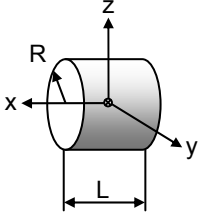
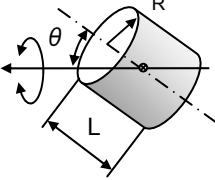
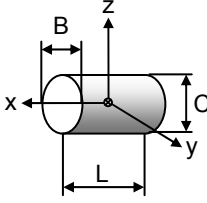
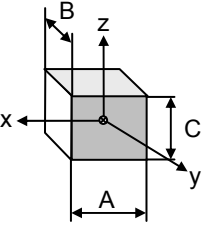
下表是质量和转动惯量的计算公式。

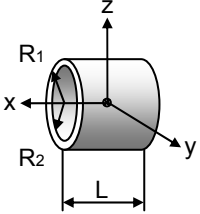
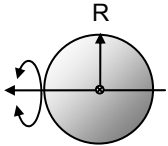
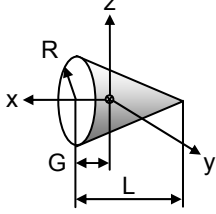
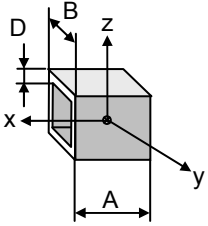
m : 质量 (kg)、Ix,Iy,Iz: 将 x,y,z 轴作为旋转中心的转动惯量(kg·m²)

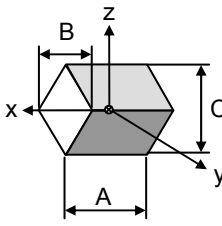
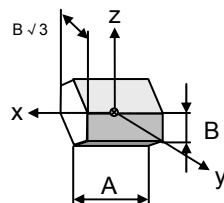
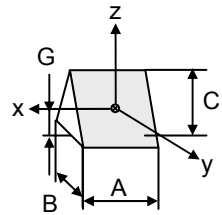
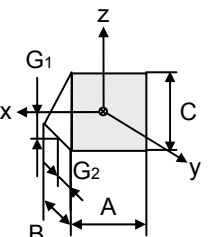
G : 距重心端面的距离 (m)

ρ : 比重

单位 长度: m、质量: kg、转动惯量: kg·m²

物体形状	质量 · 惯量 · 重心位置
圆柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m R^2$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$
倾斜的圆柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_\theta = \frac{1}{12} m \times \left\{ 3R^2 (1 + \cos^2 \theta) + L^2 \sin^2 \theta \right\}$
椭圆柱 	$m = \frac{1}{4} B C L \rho$ $I_x = \frac{1}{16} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(\frac{C^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(\frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$
方柱 	$m = A B C \rho$ $I_x = \frac{1}{12} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m (C^2 + A^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m (A^2 + B^2)$

物体形状	质量 · 惯量 · 重心位置
圆管  R1: 外径、R2: 内径	$m = \pi (R_1^2 - R_2^2) L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $I_z = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$
球 	$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ $I = \frac{2}{5} m R^2$
圆锥 	$m = \frac{1}{3} \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{3}{10} m R^2$ $I_y = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $I_z = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $G = \frac{L}{4}$
正方形管 	$m = 4AD(B - D)\rho$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$

物体形状	质量・惯量・重心位置	物体形状	质量・惯量・重心位置
菱形柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{24}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{24}m(C^2 + 2A^2)$ $I_z = \frac{1}{24}m(B^2 + 2A^2)$	正方柱 	$m = \frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho$ $I_x = \frac{5}{12}mB^2$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$
等边三角柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2} + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{B^2}{2}\right)$ $G = \frac{C}{3}$	直角三角柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{36}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1 = \frac{C}{3} \quad G_2 = \frac{B}{3}$

附录

附录

● 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
SUS304	7.93
S45C	7.86
SS400	7.85
铸铁	7.19
铜	8.92
黄铜	8.50

材料	比重
铝	2.70
硬铝	2.80
硅	2.30
石英玻璃	2.20
特氟隆	2.20
氟化乙烯树脂	2.20

单位: g/cm³

材料	比重
环氧树脂	1.90
ABS	1.10
硅酮树脂	1.80
聚氨酯橡胶	1.25

(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。

$$I = I_g + mF^2$$

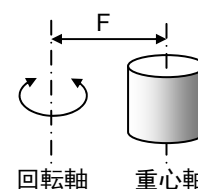
I : 重心轴与旋转轴不一致时的转动惯量 (kg·m²)

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传动装置轴换算转动惯量, 使用下面的公式计算。

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

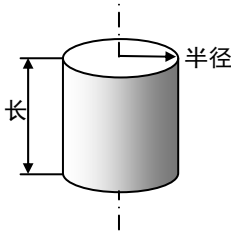
I : 直线运动物体的传动装置轴换算转动惯量 (kg·m²)

m : 质量 (kg)

P : 传动装置旋转一次的直线移动量 (m/rev)

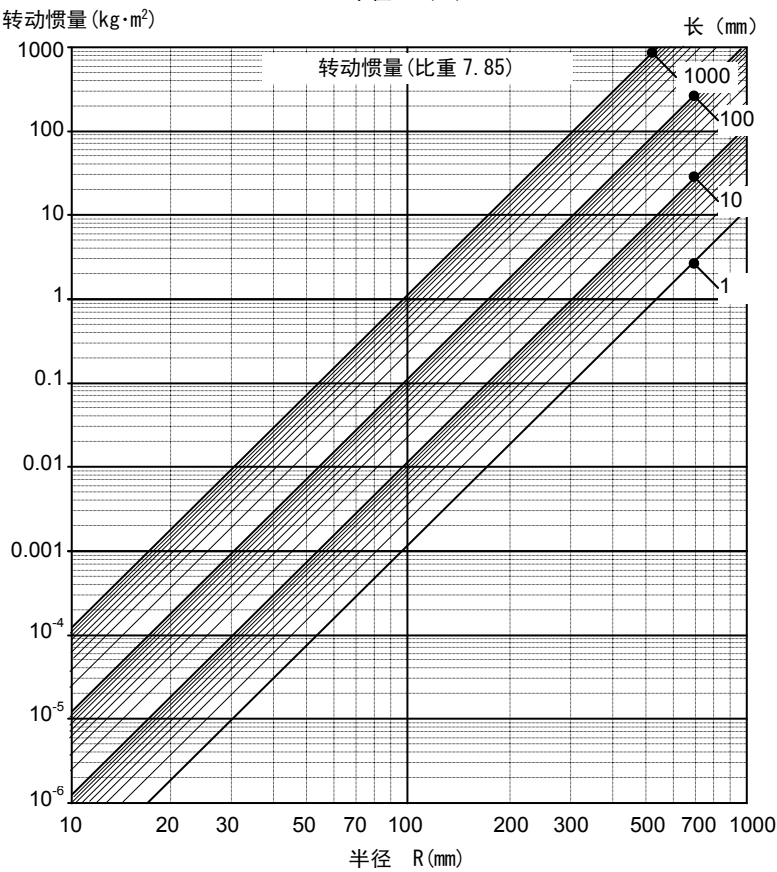
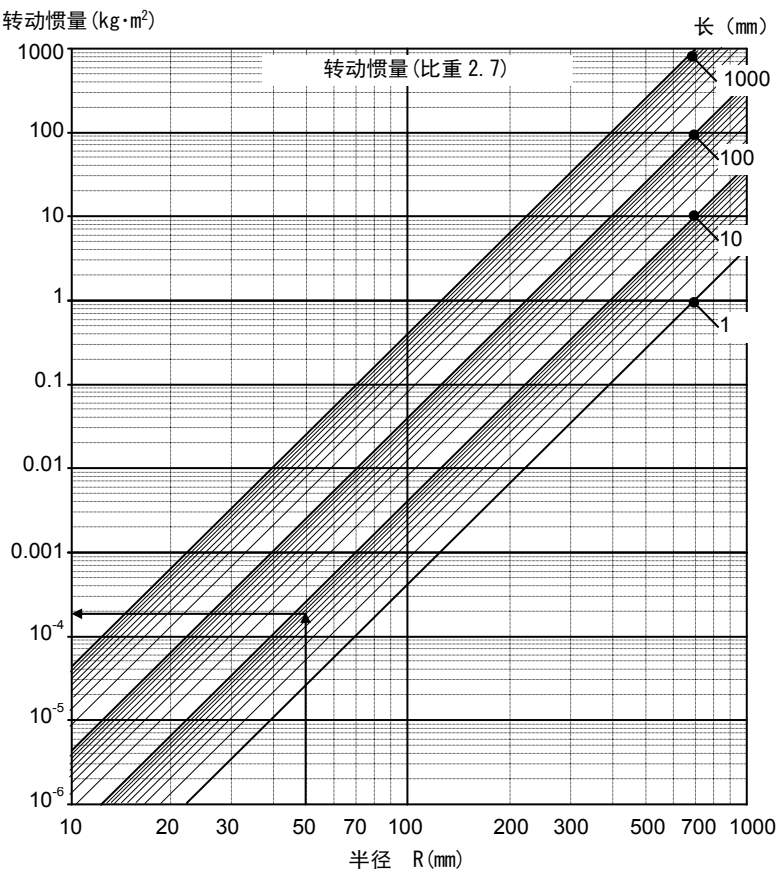
圆柱的转动惯量

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：100mm
长度：7mm
形状：圆柱
外径：100mm，半径为 50mm。因此，
根据上图，转动惯量约为 $1.9 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ 。
（计算值：0.000186 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ）



索引

A

安装 3-0, 3-2
安装场所 3-4
安装工程 3-4
安装作业 3-5

B

表面处理 3-3

C

传递转矩 3-2
传感器导线规格 1-29

D

单位 4-1
电动机导线规格 1-29
定位销 3-3

F

符合海外规格 6
负载载荷 2-2
负载转动惯量 2-1, 2-3
负载转矩 2-4

G

概要 1-1
规格 1-4

H

环境条件 3-4

J

加速时间 2-5
检测器规格 1-16
减速时间 2-5
接线规格 1-29

K

开箱检查 3-1
抗冲击 1-20
可用区间 1-22

N

耐振动 1-21

P

平均转速 2-6

Q

驱动器选型 1-3

S

使用注意事项 3-2
使用转速 2-3
输出轴特性 1-18

W

外形尺寸 1-8

X

型号 1-2
旋转方向 1-19

Y

有效转矩 2-6
圆柱的转动惯量 4-5
运转状况研究 2-3

Z

转动刚性 1-18
转动惯量 2-1, 2-3, 4-3
最大负载静力矩 2-2

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 2021 年 11 月。

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

	Head Office	/ Ichigo Omori Building, 6-25-3 Minami-Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan, 140-0013 TEL +81(0)3-5471-7800 FAX +81(0)3-5471-7811
	Overseas Division	/ 5103-1 Hotakaariake, Azumino-shi, Nagano, Japan, 399-8301 TEL +81(0)263-81-5950 FAX +81(0)263-50-5010
	HOTAKA Plant	/ 1856-1 Hotakamaki, Azumino-shi, Nagano, Japan, 399-8305 TEL +81(0)263-83-6800 FAX +81(0)263-83-6901
	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 TEL 021-6237-5656 FAX 021-3250-7268

“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. 2111-3R-TFLA-C