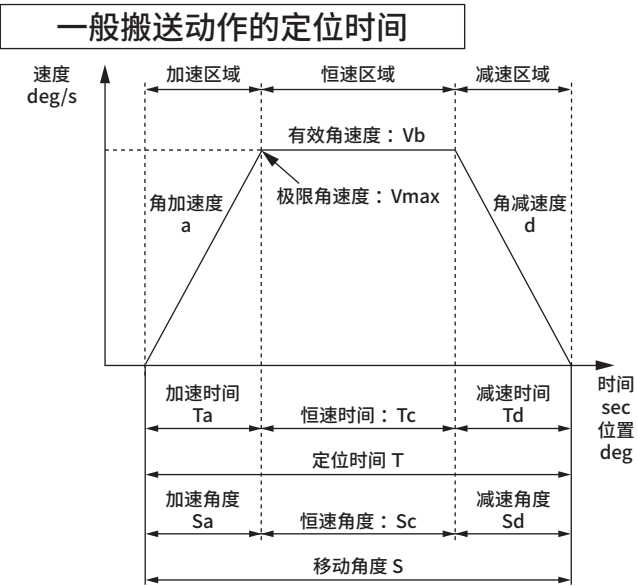


选型

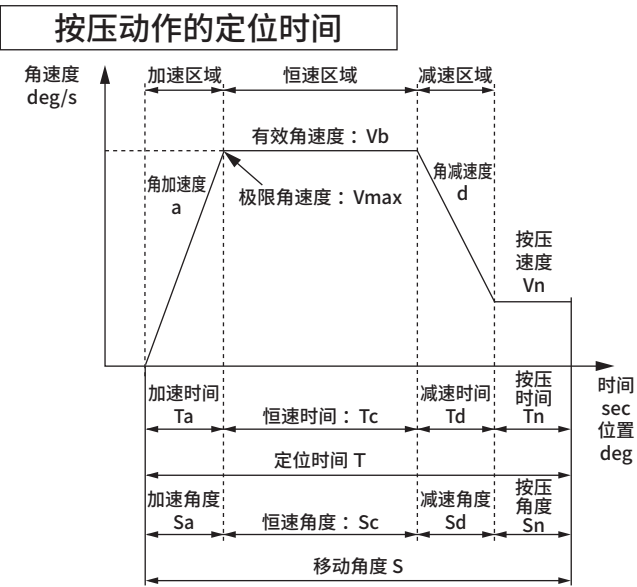
STEP1 定位时间的确认

按照下述示例计算所选产品的定位时间，确认是否符合需要的节拍。



项目	符号	单位	备注
设定值	设定角速度	V	deg/s
	设定角加速度	a	deg/s ²
	设定角减速度	d	deg/s ²
	移动角度	S	deg
计算值	极限角速度	Vmax	deg/s $= \{2 \times a \times d \times S / (a + d)\}^{1/2}$
	有效角速度	Vb	deg/s V和Vmax中较小的一方
	加速时间	Ta	s $= Vb/a$
	减速时间	Td	s $= Vb/d$
	恒速时间	Tc	s $= Sc/Vb$
	加速角度	Sa	deg $= (a \times Ta^2)/2$
	减速角度	Sd	deg $= (d \times Td^2)/2$
	恒速角度	Sc	deg $= S - (Sa + Sd)$
	定位时间	T	s $= Ta + Tc + Td$

- ※ 请勿在超出规格的角速度下使用。
- ※ 对于某些角加减速度和移动角度，可能无法形成梯形速度波形(达不到设定角速度)。此时，有效角速度(Vb)请选择设定角速度(V)和极限角速度(Vmax)中的较小值。
- ※ 角加速度、角减速度请在3000deg/s²以下使用。
- ※ 整定时间因使用条件而异，可能需要约0.2s。
- ※ 1G $\approx$ 9800deg/s²



项目	符号	单位	备注
设定值	设定角速度	V	deg/s
	设定角加速度	a	deg/s ²
	设定角减速度	d	deg/s ²
	移动角度	S	deg
	按压速度	Vn	deg/s
计算值	极限角速度	Vmax	deg/s $= \{2 \times a \times d \times (S - Sn + Vn^2/2d) / (a + d)\}^{1/2}$
	有效角速度	Vb	deg/s V和Vmax中较小的一方
	加速时间	Ta	s $= Vb/a$
	减速时间	Td	s $= (Vb - Vn)/d$
	恒速时间	Tc	s $= Sc/Vb$
	按压时间	Tn	s $= Sn/Vn$
	加速角度	Sa	deg $= (a \times Ta^2)/2$
	减速角度	Sd	deg $= ((Vb + Vn) \times Td)/2$
	恒速角度	Sc	deg $= S - (Sa + Sd + Sn)$
	定位时间	T	s $= Ta + Tc + Td + Tn$

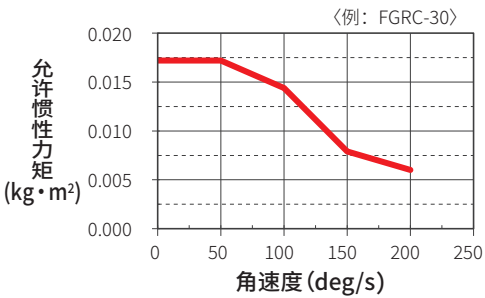
- ※ 请勿在超出规格的角速度下使用。
- ※ 对于某些角加减速度和移动角度，可能无法形成梯形速度波形(达不到设定角速度)。此时，有效角速度(Vb)请选择设定角速度(V)和极限角速度(Vmax)中的较小值。
- ※ 角加速度、角减速度请在3000deg/s²以下使用。
- ※ 整定时间因使用条件而异，可能需要约0.2s。
- ※ 1G $\approx$ 9800deg/s²

STEP2 负载的惯性力矩的确认

请计算负载的惯性力矩，从角速度与允许惯性力矩的图表中选择机种。

形状	概略图	必要事项	惯性力矩I kg·m ²	旋转半径
转台		●直径 d(m) ●重量 M(kg)	$I = \frac{Md^2}{8}$	$\frac{d^2}{8}$
长方形薄板(长方体)		●板长 a1 ●边长 a2 ●重量 M1, M2	$I = \frac{M1}{12} (4a1^2 + b^2) + \frac{M2}{12} (4a2^2 + b^2)$	$\frac{(4a1^2 + b^2) + (4a2^2 + b^2)}{12}$

[DC24V] 角速度与允许惯性力矩



※ 请参阅第43页。

※ 请参阅第30、32、34页。

STEP3 所需扭矩的确认

请使用下式计算负载扭矩的最大值，然后参照角速度和输出扭矩图表选择对象机种。

根据负载的种类，主要分为三大类。

请根据各种情况计算所需扭矩。复合负载时，请将各扭矩合计作为所需扭矩。

①静负载(T_S)

需要夹紧等静态的按压力时

$$T_S = F_S \times L$$

T_S ：所需扭矩(N·m)

F_S ：所需力(N)

L ：从旋转中心到作用点的长度(m)

②阻力负载(T_R)

承受摩擦力、重力、其他外力合成的力时

$$T_R = 3 \times F_R \times L$$

T_R ：所需扭矩(N·m)

F_R ：所需力(N)

L ：从旋转中心到作用点的长度(m)

③惯性负载(T_A)

旋转物体时

$$T_A = 3 \times I \times \dot{\omega}$$

T_A ：所需扭矩(N·m)

I ：惯性力矩($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

$\dot{\omega}$ ：设定角加减速度(rad/s^2)

θ ：移动角度(rad)

t ：移动时间(s)

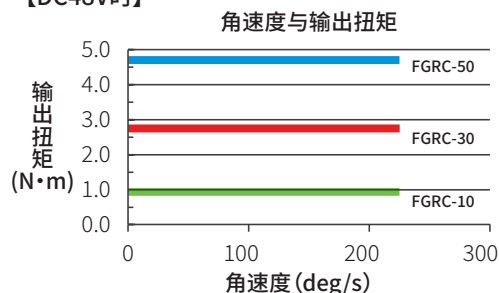
※ $\dot{\omega}$ 按角加速度、角减速度中较快的一方计算。

根据度(deg)计算弧度(rad)的计算公式如下所示。

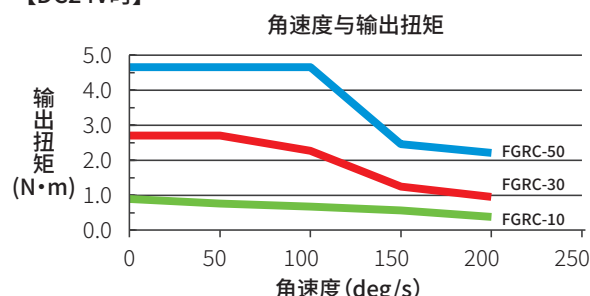
$$\text{rad} = \text{deg} \times (\pi/180)$$

惯性力矩请利用惯性力矩和移动时间(30、32、34页)或惯性力矩计算图(43页)等进行计算。

【DC48V时】



【DC24V时】



STEP4 允许负载的确认

对摆台直接施加负载时，请设为表1的允许值以下。

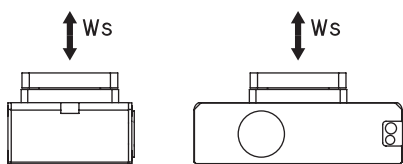
复合负载时，合计值请设为1.0以下。

表1

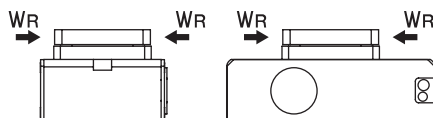
型号	W_S max	W_R max	M max
FGRC-10	80	80	2.5
FGRC-30	200	200	5.5
FGRC-50	450	320	10

W_S ：推力负载(N)
 W_R ：径向负载(N)
 M ：力矩负载(N·m)
 $W_{S\text{max}}$ ：允许推力负载(N)
 $W_{R\text{max}}$ ：允许径向负载(N)
 M_{max} ：允许力矩负载(N·m)

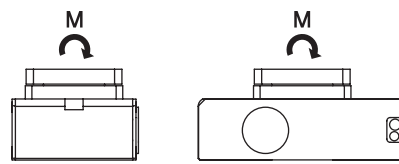
①推力负载(轴向负载)



②径向负载(横向负载)



③力矩负载



复合时

求出各负载后，请代入下式进行确认。

$$\frac{W_S}{W_{S\text{max}}} + \frac{W_R}{W_{R\text{max}}} + \frac{M}{M_{\text{max}}} \leq 1.0$$

FLSH

FLCR

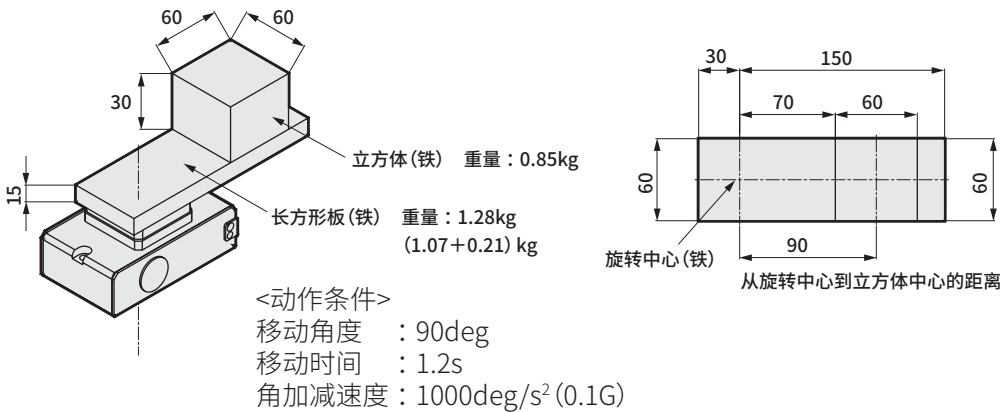
FGRC

ECR
(控制器)

ECG-B
(控制器)

使用注意事项

选型示例<水平>



STEP1 定位时间的确认

根据动作条件，定位时间为1.09s。
由于所需移动时间为1.2s以下，进入下一步。

设定值

角速度	V	90 deg/s
角加速度	a	1000 deg/s ²
角减速度	d	1000 deg/s ²
移动角度	S	90 deg

计算值

极限角速度	Vmax	300 deg/s
有效角速度	Vb	90 deg/s
加速时间	Ta	0.09 s
减速时间	Td	0.09 s
恒速时间	Tc	0.91 s
定位时间	T	1.09 s

STEP2 负载的惯性力矩的确认

请计算惯性力矩I，从角速度与允许惯性力矩的图表中暂时选择机种。

<长方形板>

$$I1 = 1.07 \times \frac{4 \times 0.15^2 + 0.06^2}{12} + 0.21 \times \frac{4 \times 0.03^2 + 0.06^2}{12} = 0.00847$$

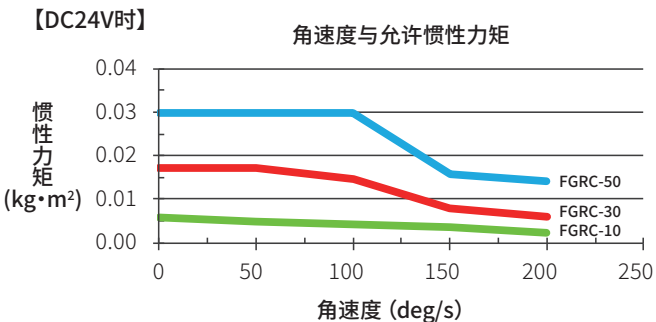
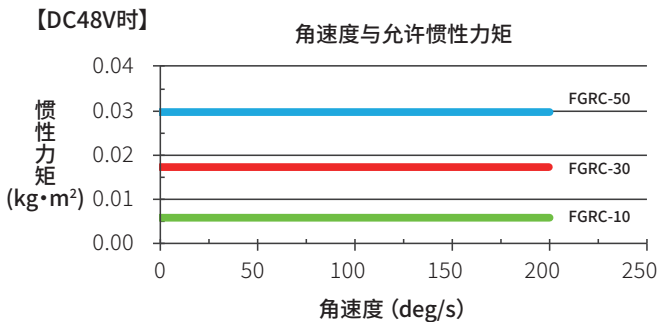
<立方体>

$$I2 = 0.85 \times \left[\frac{0.06^2 + 0.06^2}{12} + 0.09^2 \right] = 0.00740$$

整体的惯性力矩I如下。

$$I = I1 + I2 = 0.01587(\text{kg} \cdot \text{m}^2) \dots \dots \textcircled{1}$$

从角速度与允许惯性力矩的图表中，可选择满足角速度90deg/s时允许惯性力矩FGRC-30[DC48V]。



STEP3 所需扭矩的确认

计算负载扭矩，并确认是否在角速度与输出扭矩图表的范围内。

设定加减速速度 $a=d=1000 \text{ deg/s}^2$

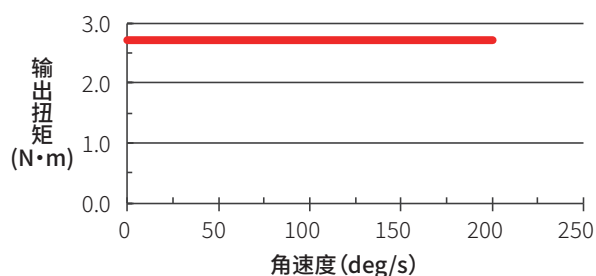
$$\begin{aligned}\dot{\omega} &= 1000 \times \frac{\pi}{180} \\ &= 17.45 \text{ rad/s}^2 \dots\dots ②\end{aligned}$$

由①、②得出惯性负载 T_A 为

$$\begin{aligned}T_A &= 3 \times 0.01587 \times 17.45 \\ &= 0.831 \text{ (N} \cdot \text{m)}\end{aligned}$$

角速度 $V=90(\text{deg/s})$ 、 $T_A=0.598(\text{N} \cdot \text{m})$ 的交点位于图表内侧，可使用。

【DC48V时】<FGRC-30>



STEP4 允许负载的确认

最后，计算施加于摆台的负载值，
确认是否在允许负载值范围内。

<推力负载>

总重量为

$$1.07 + 0.21 + 0.85 = 2.13 \text{ (kg)}$$

因此，推力负载 (W_s) 为

$$W_s = 2.13 \times 9.8 = 20.9 \text{ (N)}$$

<径向负载>

无径向负载，因此

$$W_R = 0 \text{ (N)}$$

<力矩负载>

长方形板的力矩负载 (M_1) 为

$$1.07 \times 9.8 = 10.5 \text{ (N)}$$

$$0.21 \times 9.8 = 2.06 \text{ (N)}$$

因此，

$$M_1 = 10.5 \times 0.075 - 2.06 \times 0.015 = 0.76 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

长方体的力矩负载 (M_2) 为

$$0.85 \times 9.8 = 8.3 \text{ (N)}$$

因此，

$$M_2 = 8.3 \times 0.09 = 0.75 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

由此，合计 M_1 、 M_2 为

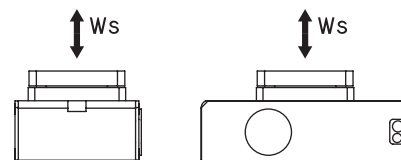
$$M = 0.76 + 0.75 = 1.51 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\frac{W_s}{W_{s\max}} + \frac{W_R}{W_{R\max}} + \frac{M}{M_{\max}}$$

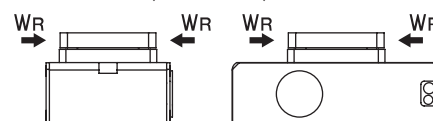
$$\frac{20.9}{200} + \frac{0}{200} + \frac{1.51}{5.5} = 0.4 \leq 1.0$$

由此，合计负载值在允许负载值以内，因此可选择 **FGRC-30**。

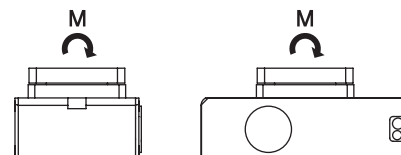
①推力负载(轴向负载)



②径向负载(横向负载)



③力矩负载(轴向负载)



FLSH

FLCR

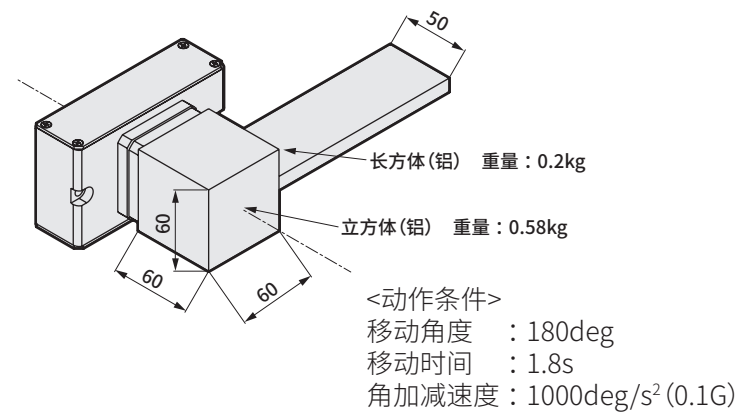
FGRC

ECR
(控制器)

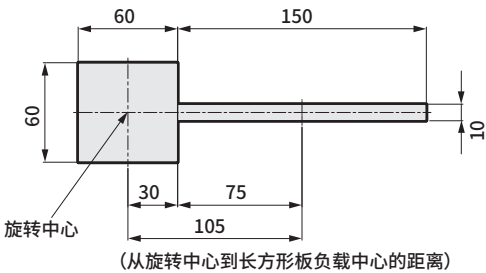
ECG-B
(控制器)

使用注意事项

选型示例<壁挂>



负载详细



STEP1 定位时间的确认

根据动作条件, 定位时间为1.57s。
由于所需移动时间为1.8s以下, 进入下一步。

设定值

角速度	V	125 deg/s
角加速度	a	1000 deg/s ²
角减速度	d	1000 deg/s ²
移动角度	S	180 deg

计算值

极限角速度	Vmax	424.3 deg/s
有效角速度	Vb	125 deg/s
加速时间	Ta	0.125 s
减速时间	Td	0.125 s
恒速时间	Tc	1.315 s
定位时间	T	1.57 s

STEP2 负载的惯性力矩的确认

请计算惯性力矩 I, 从角速度与允许惯性力矩的图表中暂时选择机种。

<长方体>

$$I_1 = 0.2 \times \frac{(0.01^2 + 0.15^2)}{12} + 0.2 \times 0.105^2 = 0.00258 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

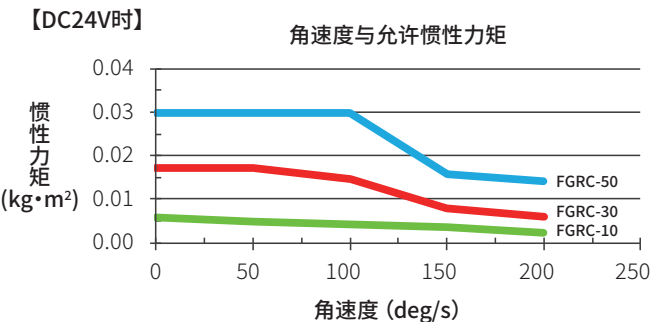
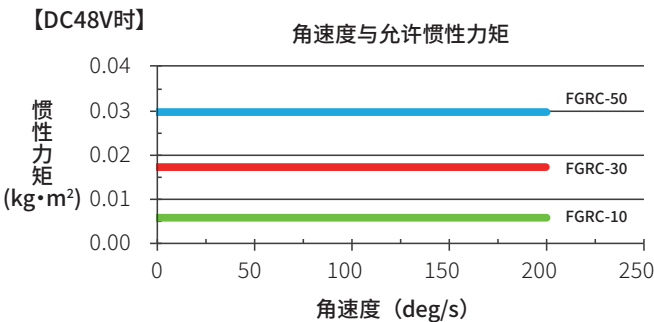
<立方体>

$$I_2 = 0.58 \times \frac{(0.06^2 + 0.06^2)}{12} = 0.00035 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

整体的惯性力矩如下。

$$I = I_1 + I_2 = 0.00293 (\text{kg} \cdot \text{m}^2) \dots\dots ①$$

从角速度与允许惯性力矩的图表中, 可选择满足角速度125deg/s时允许惯性力矩FGRC-10 [DC48V]。



STEP3 所需扭矩的确认

计算负载扭矩，并确认是否在角速度与输出扭矩图表的范围内。
负载扭矩计算重力作用下的阻力负载 (T_R) 和惯性负载 (T_A)。

<阻力负载>

$$T_R = 3 \times 0.2 \times 9.8 \times 0.105 \\ = 0.617 \text{ (N} \cdot \text{m)} \quad \dots\dots ②$$

<惯性负载>

设定加减速速度 $a=d=1000 \text{ deg/s}^2$

$$\dot{\omega} = 1000 \times \frac{\pi}{180} \\ = 17.45 \text{ rad/s}^2 \quad \dots\dots ③$$

由①、③得出惯性负载 T_A 为

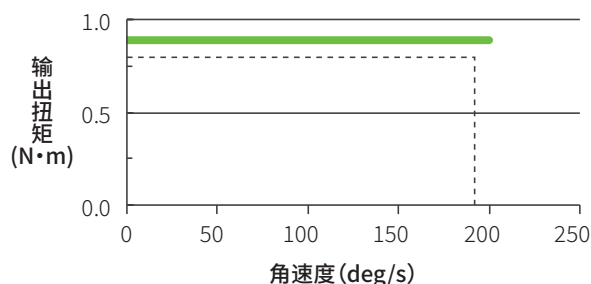
$$T_A = 3 \times 0.00293 \times 17.45 \\ = 0.153 \text{ (N} \cdot \text{m)} \quad \dots\dots ④$$

根据②、④，合计负载扭矩 (T) 为

$$T = T_R + T_A = 0.617 + 0.153 = 0.77 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

角速度 $V=180 \text{ (deg/s)}$ 、 $T=0.77 \text{ (N} \cdot \text{m)}$ 的交点位于图表内侧，可使用。

【DC48V时】<FGRC-10>



STEP4 允许负载的确认

最后，计算施加于摆台的负载值，
确认是否在允许负载值范围内。

<推力负载>

无推力负载，因此
 $W_s = 0 \text{ (N)}$

<径向负载>

总重量为
 $0.2 + 0.58 = 0.78 \text{ (kg)}$
因此，径向负载 (W_R) 为
 $W_R = 0.78 \times 9.8 = 7.64 \text{ (N)}$

<力矩负载>

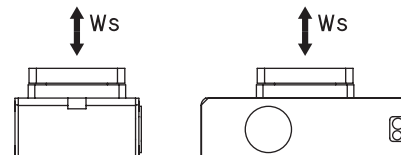
根据右下图，力矩负载 (M) 为
 $M = 0.03 \times (0.2 + 0.58) \times 9.8 = 0.23 \text{ (N} \cdot \text{m)}$

由此，

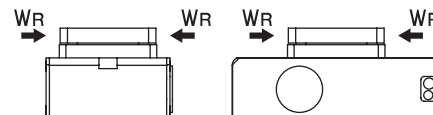
$$\frac{W_s}{W_{s\max}} + \frac{W_R}{W_{R\max}} + \frac{M}{M_{\max}} \\ = \frac{0}{80} + \frac{7.64}{80} + \frac{0.23}{2.5} = 0.19 \leq 1.0$$

由此，合计负载值在允许负载值以内，因此可选择FGRC-10。

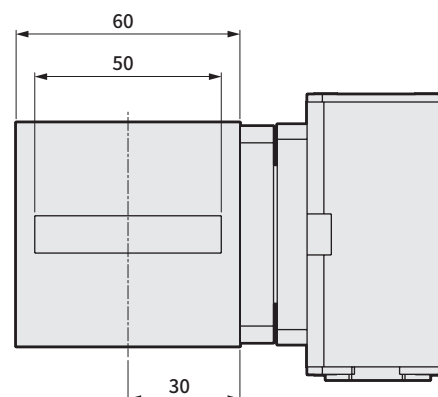
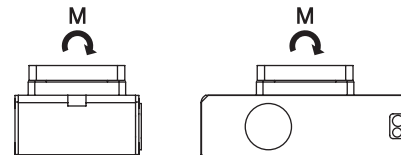
①推力负载(轴向负载)



②径向负载(横向负载)

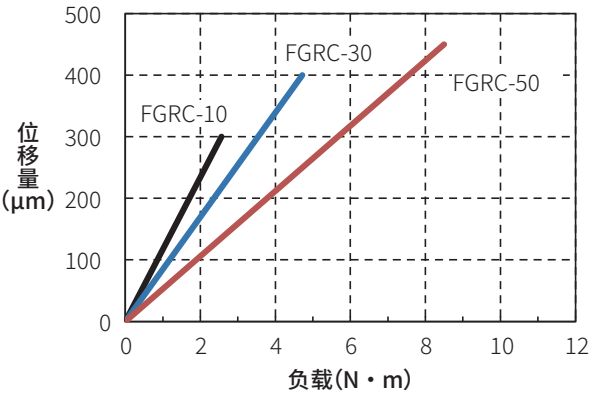
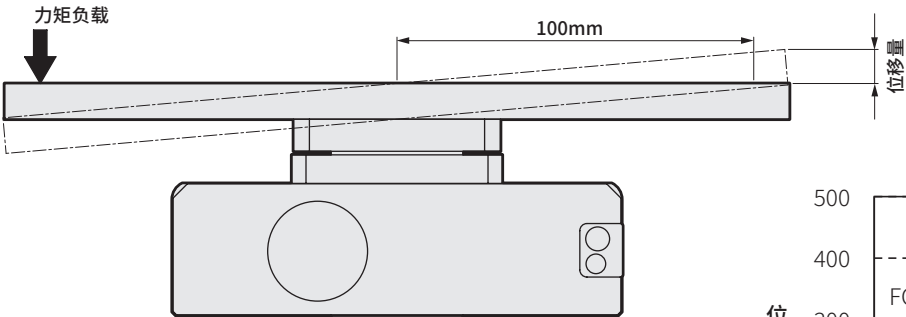


③力矩负载(轴向负载)

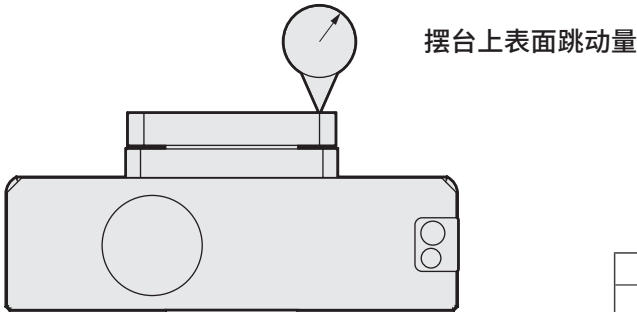


滑台位移量 ※参考值

FGRC受到力矩负载作用时，距离旋转中心100mm的点的摆台位移量。
(摆台以不旋转的静止状态为例。)
摆台位移量



跳动精度：移动180 deg时的位移量 ※参考值



测量位置	FGRC
摆台上表面的跳动量	0.1

惯性力矩计算用图

旋转轴与工件相连时

形状	概略图	必要事项	惯性力矩 I (kg · m ²)	旋转半径 k_1^2	备 注
转台		- 直径 d (m) - 重量 M (kg)	$I = \frac{Md^2}{8}$	$\frac{d^2}{8}$	- 无特定安装方向 - 滑动使用时另行考虑
阶梯式转台		- 直径 d_1 (m), d_2 (m) - 重量 d_1部分 M_1 (kg), d_2部分 M_2 (kg)	$I = \frac{1}{8} (M_1 d_1^2 + M_2 d_2^2)$	$\frac{d_1^2 + d_2^2}{8}$	与 d_1 部分相比 d_2 部分极小时可以无视
棒 (旋转中心位于端部)		- 棒长 R (m) - 重量 M (kg)	$I = \frac{MR^2}{3}$	$\frac{R^2}{3}$	- 安装方向为水平 - 安装方向为垂直时, 摆动时间会发生变化
细棒		- 棒长 R_1, R_2 - 重量 M_1, M_2	$I = \frac{M_1 \cdot R_1^2}{3} + \frac{M_2 \cdot R_2^2}{3}$	$\frac{R_1^2 + R_2^2}{3}$	- 安装方向为水平 - 安装方向为垂直时, 摆动时间会发生变化
棒 (旋转中心位于重心)		- 棒长 R (m) - 重量 M (kg)	$I = \frac{MR^2}{12}$	$\frac{R^2}{12}$	无特定安装方向
长方形薄板 (长方体)		- 板长 a_1, a_2 - 边长 b - 重量 M_1, M_2	$I = \frac{M_1}{12} (4a_1^2 + b^2) + \frac{M_2}{12} (4a_2^2 + b^2)$	$\frac{(4a_1^2 + b^2) + (4a_2^2 + b^2)}{12}$	- 安装方向为水平 - 安装方向为垂直时, 摆动时间会发生变化
长方体		- 边长 a (m), b (m) - 重量 M (kg)	$I = \frac{M}{12} (a^2 + b^2)$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$	- 无特定安装方向 - 滑动使用时另行考虑

集中负载		- 集中负载的形状 - 到集中负载的重心为止的长度 R_1 - 臂长 R_2 (m) - 集中负载的重量 M_1 (kg) - 臂的重量 M_2 (kg)	$I = M_1 (R_1^2 + k_1^2) + \frac{M_2 R_2^2}{3}$	k_1^2 根据集中负载的形状计算	- 安装方向为水平 M_2 与 M_1 相比极小时可按照 $M_2 = 0$ 计算
------	--	---	---	---------------------	---

将经由齿轮的负载 I_L 换算成旋转执行器轴周边值的方法

齿轮		- 齿轮 旋转侧 (齿数) a, 负载侧 (齿数) b - 负载的惯性力矩 $N \cdot m$	负载的转轴周边的惯性力矩 $I_H = \left(\frac{a}{b}\right)^2 I_L$		如果齿轮的形状增大, 则需要考虑齿轮的惯性力矩。
----	--	---	--	--	--

FLSH

FLCR

FGRC

ECR (控制器)

ECG-B (控制器)

使用注意事项

● 旋转轴与工件偏移时

形状	概略图	必要事项	惯性力矩 I kg · m ²	备 注
长方体		● 边长 a (m) ● 从转动轴到负荷中心的距离 b (m) ● 重量 R (m) ● 重量 M (kg)	$I = \frac{M}{12}(a^2 + b^2) + MR^2$	● 立方体也相同
中空长方体		● 边长 h1 (m) ● 从转动轴到负荷中心的距离 h2 (m) ● 重量 R (m) ● 重量 M (kg)	$I = \frac{M}{12}(h_1^2 + h_2^2) + MR^2$	● 截面仅限立方体
圆柱		● 直径 d (m) ● 从转动轴到负荷中心的距离 R (m) ● 重量 M (kg)	$I = \frac{Md^2}{16} + MR^2$	
中空的圆柱		● 直径 d1 (m) ● 从转动轴到负荷中心的距离 d2 (m) ● 重量 R (m) ● 重量 M (kg)	$I = \frac{M}{16}(d_1^2 + d_2^2) + MR^2$	

※ 计算惯性力矩时，先模拟负荷、夹具等转换成简单的形状，然后再计算。复合负荷时，计算各惯性力矩后再计算合计值。