

Harmonic Planetary[®]

HPG直交軸型

尺寸

型號：32、50、65

3
種類

峰值轉矩

150N·m～2200N·m

減速比

1段減速=5
2段減速=11～50

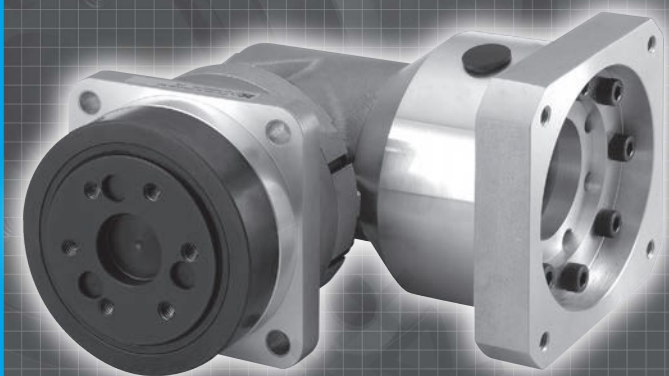
小背隙

標準：3分以下

可安裝至各公司伺服馬達

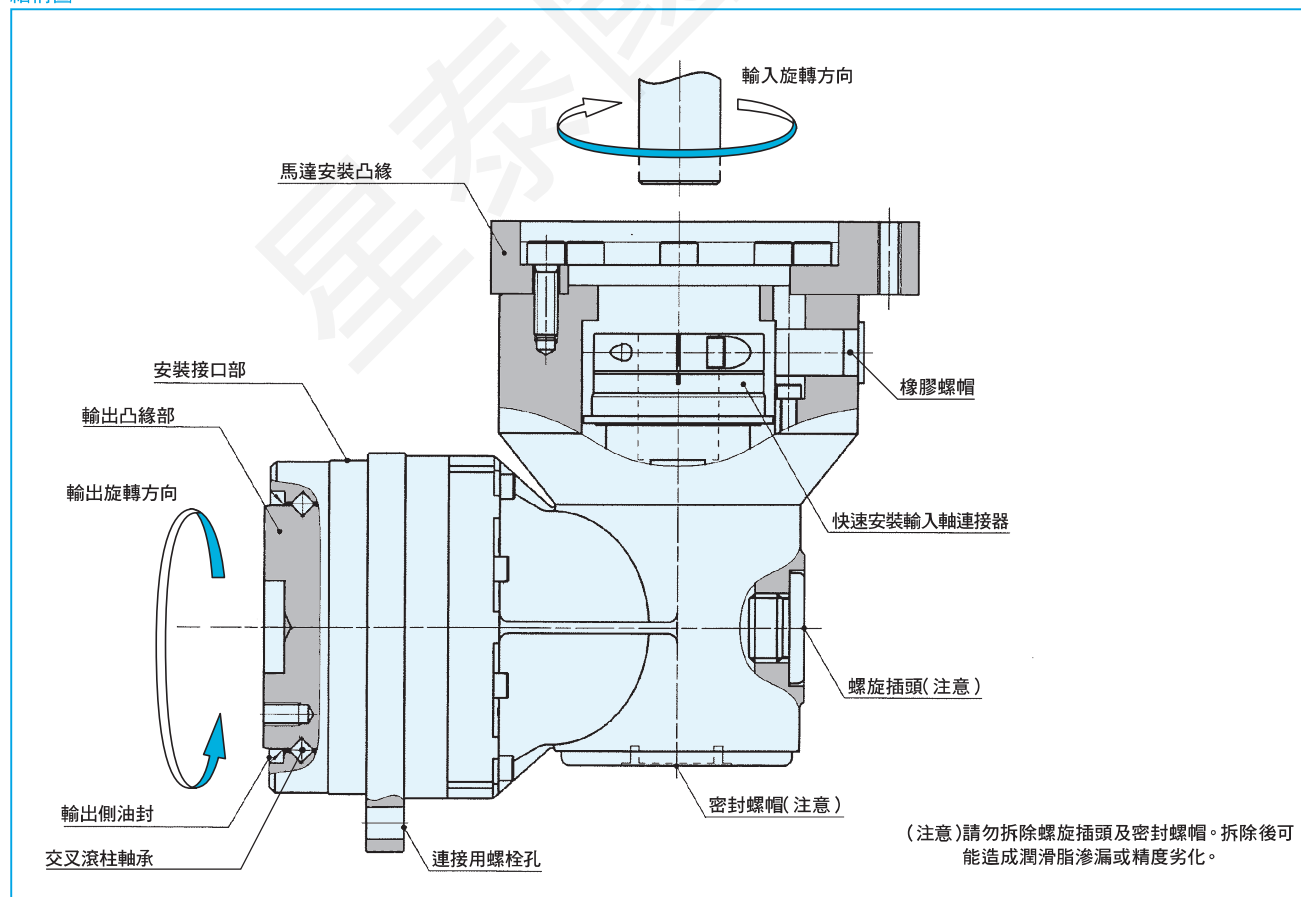
安川電機／三菱電機／FANUC／
Panasonic／山洋電氣／富士電機／東芝機械
關於其他伺服馬達請洽詢最近的營業處。

各公司伺服馬達的匹配型式請使用首頁的型式選擇工具（URL:<https://hds-tech.jp/>）。



結構圖

圖 067 -1



Harmonic Planetary[®]
HPG系列
伺服馬達用高性能減速機系列

Harmonic Planetary[®]
HPG系列(螺旋齒輪型)
伺服馬達用高性能減速機系列

Harmonic Planetary[®]
HPG系列(標準型)
伺服馬達用高性能減速機系列

Harmonic Drive[®]
CSG-GH系列
伺服馬達用高性能減速機系列

Harmonic Drive[®]
CSF-GH系列
伺服馬達用高性能減速機系列

Harmonic Planetary[®]
HPG系列(直交軸型)
伺服馬達用高性能減速機系列

選擇型號

為充分發揮 HarmonicPlanetary® HPG 系列擁有的優異性能，請在確認使用條件及參考選擇流程圖後再選擇型號。

一般來說，伺服系統幾乎不會出現連續固定負載的狀態。負載轉矩會隨輸入轉速的變動而產生變化，在起動或停止時會施加較大的轉矩。此外，還可能會施加非預期的衝擊轉矩。

關於上述的使用條件，請參閱下圖確認負載轉矩模式後，依據右側的流程圖選擇型號。

選擇時亦請確認交叉滾柱軸承及輸入端軸承（僅輸入軸型）的使用壽命及靜態安全係數。

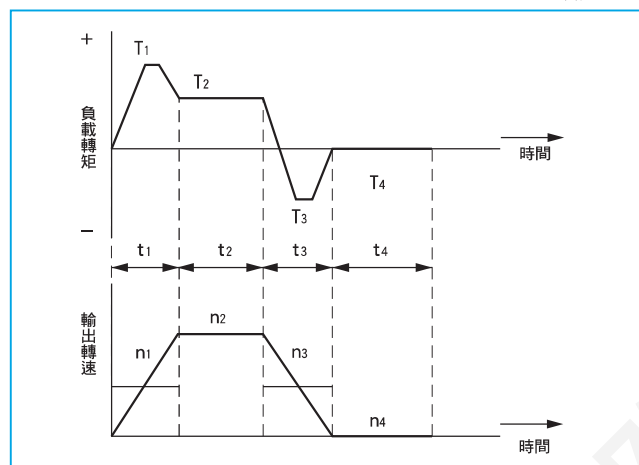
（請參閱 114 頁～ 119 頁輸出軸承及輸入端軸承的規格）

■ 確認負載轉矩模式

首先必須掌握負載轉矩模式。

請檢查下圖所示的各項規格。

圖表 068 - 1



計算各運轉模式時的條件

負載轉矩	$T_1 \sim T_n$ (N·m)
時間	$t_1 \sim t_n$ (sec)
輸出轉速	$n_1 \sim n_n$ (r/min)

< 一般運轉模式 >

起動時	T_1, t_1, n_1
正常運轉時	T_2, t_2, n_2
停止（減速）時	T_3, t_3, n_3
休止時	T_4, t_4, n_4

< 最高轉數 >

輸出最高轉速	$n_{o \max} \geq n_1 \sim n_n$
輸入最高轉速	$n_{i \max} \geq n_1 \times R \sim n_n \times R$
（因馬達等而受限）	R: 減速比

< 衝擊轉矩 >

施加衝擊轉矩時	T_s
---------	-------

< 需求壽命 >

$L_{10} = L(H)$

■ 型號選擇流程圖

選擇型號時，請依據下列流程圖進行。只要超過任一額定表數值，便請重新檢討使用高一級的型號，或是降低負載轉矩等條件。

依據負載轉矩模式，計算施加在輸出端上的平均負載轉矩： $T_{av}(N·m)$

$$T_{av} = \frac{\sqrt[10]{|n_1| \cdot t_1 \cdot |T_1|^{10} + |n_2| \cdot t_2 \cdot |T_2|^{10} + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot |T_n|^{10}}}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}$$

依據負載轉矩模式計算平均輸出轉速： $n_{o \text{ av}}(r/min)$

$$n_{o \text{ av}} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

以下條件暫定型號。
 $T_{av} \leq$ 平均負載轉矩（參閱 070 頁額定表）

依據輸出最高轉速（ $n_{o \max}$ ）及輸入最高轉速（ $n_{i \max}$ ）決定減速比（R）。

$$\frac{n_{i \max}}{n_{o \max}} \geq R$$

（ $n_{i \max}$ 會因馬達等而受限。）

依據輸出最高轉速（ $n_{o \max}$ ）及減速比（R）

計算輸入最高轉速（ $n_{i \max}$ ）

$$n_{i \max} = n_{o \max} \cdot R$$

依據輸出平均轉速（ $n_{o \text{ av}}$ ）及減速比（R）計算輸入平均轉速（ $n_{i \text{ av}}$ ）
： $n_{i \text{ av}} = n_{o \text{ av}} \cdot R \leq$ 容許平均輸入轉速（ n_r ）

確認輸入最高轉速是否在額定表的數值範圍內。
 $n_{i \max} \leq$ 最高輸入轉速（r/min）

確認 T_1 、 T_3 的數值是否在額定表的起動、停止時的峰值轉矩（N·m）數值範圍內。

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間最大轉矩（N·m）數值範圍內。

計算壽命時間，確認是否符合需求。

T_r : 額定輸出轉矩

n_r : 容許平均輸入轉速

$$L_{10} = 20000 \cdot \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^{10/3} \cdot \left(\frac{n_r}{n_{i \text{ av}}} \right) \quad (\text{小時})$$

決定型號

注意

下述狀況請確認減速機溫度上升、加減速時的振動等影響。
需考量安全時，請考慮「提高減速機尺寸」、「重新審視運轉條件」等。接近連續運轉時需特別注意。

平均負載轉矩（ T_{av} ）> 平均負載轉矩的容許最大值（070 頁）
計算輸入平均轉速（ $n_{i \text{ av}}$ ）> 容許平均輸入轉速（ n_r ）

確認注意（下述）的內容

重新檢討運轉條件或型號、速比

■ 型號選擇範例

各負載轉矩模式的數值

負載轉矩 T_n (N·m)

時間 t_n (sec)

輸出轉速 n_n (r/min)

<一般運轉模式>

起動時 $T_1 = 220\text{N·m}$ $t_1 = 0.5\text{sec}$ $n_1 = 60\text{r/min}$

正常運轉時 $T_2 = 50\text{N·m}$ $t_2 = 2.7\text{sec}$ $n_2 = 120\text{r/min}$

停止(減速)時 $T_3 = 55\text{N·m}$ $t_3 = 0.8\text{sec}$ $n_3 = 60\text{r/min}$

休止時 $T_4 = 0\text{N·m}$ $t_4 = 5\text{sec}$ $n_4 = 0\text{r/min}$

<最高轉數>

輸出最高轉速 $n_o \text{ max} = 120\text{r/min}$

輸入最高轉速 $n_i \text{ max} = 5,000\text{r/min}$: 因馬達等而受限

<衝擊轉矩>

施加衝擊轉矩時 $T_s = 180\text{N·m}$

<需求壽命>

$L_{10} = 20,000$ (小時)

依據負載轉矩模式，計算施加在輸出端上的平均負載轉矩： T_{av} (N·m)

$$T_{av} = \sqrt[10]{\frac{|60\text{r/min}| \cdot 0.5\text{sec} \cdot |220\text{N·m}|^{10} + |120\text{r/min}| \cdot 2.7\text{sec} \cdot |55\text{N·m}|^{10} + |60\text{r/min}| \cdot 0.8\text{sec} \cdot |55\text{N·m}|^{10}}{|60\text{r/min}| \cdot 0.5\text{sec} + |120\text{r/min}| \cdot 2.7\text{sec} + |60\text{r/min}| \cdot 0.8\text{sec}}}$$

依據負載轉矩模式計算平均輸出轉速： n_{av} (r/min)

$$n_{av} = \frac{|60\text{r/min}| \cdot 0.5\text{sec} + |120\text{r/min}| \cdot 2.7\text{sec} + |60\text{r/min}| \cdot 0.8\text{sec} + |0\text{r/min}| \cdot 5\text{sec}}{0.5\text{sec} + 2.7\text{sec} + 0.8\text{sec} + 5\text{sec}}$$

依據下列條件暫定型號。 $T_{av} = 104\text{N·m} \leq 170\text{N·m}$ (型號32、減速比21的平均負載轉矩(參閱070頁額定表) HPG-32A-21-RA3)

OK

依據輸出最高轉速($n_o \text{ max}$)及輸入最高轉速($n_i \text{ max}$)決定減速比(R)。

$$\frac{5,000\text{r/min}}{120\text{r/min}} = 41.7 \geq 21$$

依據輸出最高轉速($n_o \text{ max}$)及減速比(R)計算輸入最高轉速($n_i \text{ max}$)： $n_i \text{ max} = 120\text{r/min} \cdot 21 = 2,520\text{r/min}$

OK

依據平均輸出轉速(n_{av})及減速比(R)計算平均輸入轉速(n_{iav})：

$n_{iav} = 44.7\text{r/min} \cdot 21 = 939\text{r/min} \leq$ 型號32的容許平均輸入轉速 1500 (r/min)

OK

確認輸入最高轉速是否在額定表的數值範圍內。 $n_i \text{ max} = 2,520\text{r/min} \leq 6,000\text{r/min}$ (型號32的最高輸入轉速)

OK

確認 T_1 、 T_3 的數值是否在額定表的起動、停止時的峰值轉矩(N·m)數值範圍內。

$T_1 = 220\text{N·m} \leq 300\text{N·m}$ (型號32的起動、停止時峰值轉矩)

$T_3 = 55\text{N·m} \leq 300\text{N·m}$ (型號32的起動、停止時峰值轉矩)

OK

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間最大轉矩(N·m)數值範圍內。 $T_s = 180\text{N·m} \leq 650\text{N·m}$ (型號32的瞬間最大轉矩)

OK

計算壽命時間，確認是否符合需求。

$$L_{10} = 20,000 \cdot \left(\frac{98\text{N·m}}{104\text{N·m}} \right)^{10/3} \cdot \left(\frac{1,500\text{ r/min}}{939\text{ r/min}} \right) = 26,200 \text{ (小時)} \geq 20,000 \text{ (小時)}$$

OK

依據上述結果，決定HPG-32A-21-RA3

確認注意 (P 068 下) 的內容

重新檢討運轉條件或型號、速比

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
CSG-GH系列

伺服馬達用高性能減速機系列
CSF-GH系列

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (直交轉矩)

額定表

HPG 系列 直交軸型有 3 種型號。請先參考額定表再選擇型號。

表 070-1

型號	直交部位 型式	減速比	額定轉矩 (註) 1		平均負載轉矩的 容許最大值 (註) 2		起動、停止時的 (註) 3 容許峰值轉矩		瞬間最大轉矩 (註) 4		容許平均 (註) 5 輸入轉速	容許最高輸入 (註) 5 轉速	慣性力矩 (輸入端換算值) (註) 6		減速機單體質量 (註) 7					
			N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m			X10 ⁻⁴ kg·m ²	X10 ⁻⁴ kg·m ²	kg	kg				
32	RA3	5	66	6.7	150	15	150	15	200	20	1500	6000	4.1	3.9	7.4	6.0				
		11	88	9.0	170	17	300	31	440	45			3.7	3.6	7.9	6.5				
		15	92	9.4					600	61			3.5	3.4						
		21	98	10					650	66			3.2	3.2						
		33	108	11									3.0	2.9						
		45	108	11	200	20							2.9	2.9						
50	RA3	5	150	15	150	15	150	15	200	20	1500	4500	9.9	8.6	20	17				
		11	200	20	330	34	330	34	440	45			6.8	6.5	21	18				
		15	230	24	450	46	450	46	600	61			6.2	6.1						
		21	260	27	500	51	630	64	840	86			4.9	4.8						
		33	270	28					1320	135			3.8	3.8						
		45	270	28					1800	184			3.8	3.7						
	RA5	5	170	17	340	35	400	41	500	51	1300	4500	32	31	21	18				
		11	200	20	400	41	850	87	1100	112			29	28	22	19				
		15	230	24	450	46			1500	153			28	28						
		21	260	27	500	51			1850	189			27	27						
		33	270	28									26	26						
		45	270	28									26	26						
65	RA5	5	400	41	400	41	400	41	500	51	1300	3000	55 (註) 9	46	45 (註) 9	35				
		12	600	61	960	98	960	98	1200	122			44 (註) 9	42	60 (註) 9	50				
		15	730	75	1200	122	1200	122	1500	153			43 (註) 9	41						
		20	800	82	1500	153	1600	163	2000	204			33 (註) 9	32						
		25	850	87			2000	204	2500	255			32 (註) 9	32						
		40	640	65	1300	1300	1900	194	4000	408			27 (註) 9	27						
		50	750	77	1500	1500	2200	224	4500	460			27 (註) 9	27						

- (註) 1. 本數值是以輸入轉速為一般伺服馬達的額定轉速 3000r/min 時，壽命時間 L₁₀=20000 小時為依據所設定之額定輸出轉矩。
但型號 50、65 之額定輸出轉矩是以組合伺服馬達的額定轉速為 2000r/min，壽命時間 L₁₀=20000 小時為依據設定的。
2. 此為依據負載轉矩模式 (068 頁) 所計算出的平均負載轉矩的容許最大值，並以「輸入轉速為 2000r/min 時，壽命可達 2000 小時以上」為設定時的參考標準。
3. 此為在設備的運轉週期中，在起動、停止時所施加轉矩的容許最大值。
4. 此為緊急停止時的衝擊轉矩以及來自外部的衝擊轉矩之容許最大值。
若超過此數值可能會使減速機受損。
5. 此為運轉中的平均輸入轉速之容許最大值。尤其是當設備連續運轉的間隔時間短時，可能會因發熱而造成內壓上升，故請特別注意勿超過此數值。
6. 此為非連續運轉條件下的容許最高輸入轉速。
7. 此為減速機單體的數值。包含輸入軸連接器的數值，請確認官方網站的型式選擇工具 (URL: <https://hds-tech.jp/>)。
8. 此為減速機單體的質量。詳情請洽詢本公司。
9. 標準為凸緣輸出。軸輸出為特殊對應。

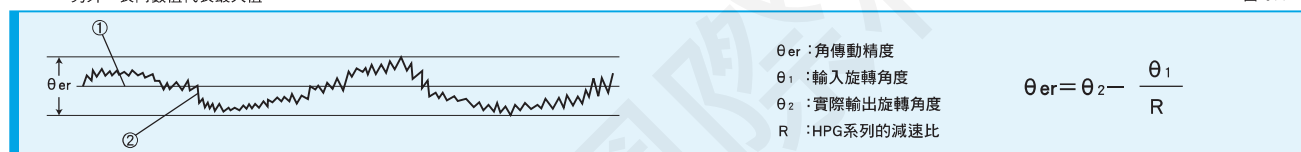
性能表

表 071 -1

型號	直交部位型式	減速比	角傳動精度 (註 1)		反覆定位精度 (註 2)	起動轉矩 (註 3)		加速起動轉矩 (註 4)		無負載運轉轉矩 (註 5)	
			arc-min	×10 ⁻⁴ rad		cN·m	kgf·cm	N·m	kgf·m	cN·m	kgf·cm
32	RA3	5	4.0	11.6	±15	64	6.5	3.3	0.34	179	18
		11				58	5.9	6.8	0.69	162	17
		15				56	5.7	8.9	0.91	155	16
		21				53	5.4	12	1.2		
		33				48	4.9	17	1.7		
		45				47	4.8	23	2.3	150	15
50	RA3	5	4.0	11.6	±15	111	11	5.8	0.59	241	25
		11				76	7.8	8.9	0.91	198	20
		15				71	7.2	11	1.2	173	18
		21				69	7.0	15	1.6		
		33				61	6.2	21	2.2		
		45				59	6.0	28	2.9	161	16
	RA5	5	3.0	8.7	±15	132	14	6.9	0.70	496	51
		11				97	9.9	11	1.2	459	47
		15				92	9.4	15	1.5	437	45
		21				90	9.2	20	2.1		
		33				82	8.4	29	2.9		
		45				80	8.2	38	3.9	427	44
65	RA5	5	3.0	8.7	±15	292	30	15	1.6	647	66
		12				177	18	23	2.3	532	54
		15				162	17	26	2.6	513	52
		20				147	15	31	3.2	494	50
		25				136	14	36	3.7	481	49
		40				127	13	51	5.2	460	47
		50				122	12	61	6.2	453	46

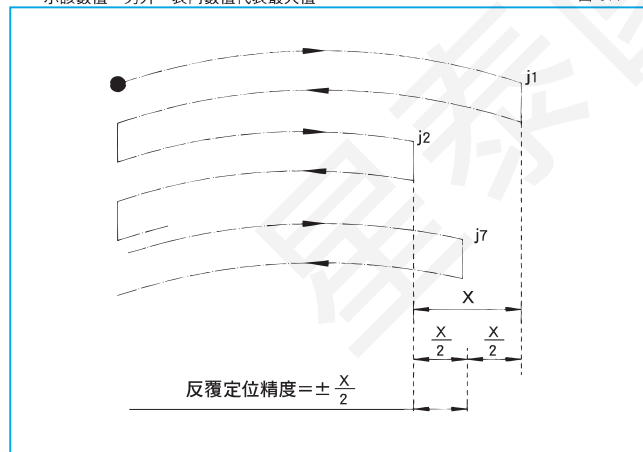
(註) 1. 角傳動精度係指任意旋轉角進行輸入時，①理論上旋轉的輸出旋轉角度和②實際上旋轉的輸出旋轉角度之間的差值。另外，表內數值代表最大值。

圖 071 -1



2. 反覆定位精度係指從相同方向上針對任意位置反覆執行 7 次定位後，測量輸出軸的停止位置並求出最大差值。測量數值以角度表示，並以最大差值的 1/2 加上 ± 符號表示該數值。另外，表內數值代表最大值。

圖 071 -2



3. 起動轉矩係指由輸入端施加轉矩時，輸出端開始旋轉瞬間的「開始起動轉矩」。另外，表內數值代表最大值。

表 071 -2

負載	無負載
HPG 減速機表面溫度	25℃

4. 加速起動轉矩係指由輸出端施加轉矩時，輸入端開始旋轉瞬間的「開始起動轉矩」。另外，表內數值代表最大值。

表 071 -3

負載	無負載
HPG 減速機表面溫度	25℃

5. 無負載運轉轉矩係指在無負載狀態下，為驅動減速機所必要的輸入端轉矩。另外，表內數值代表平均值。

表 071 -4

輸入轉速	直交部位型式 RA3	1500r/min
	直交部位型式 RA5	1300r/min
負載		無負載
HPG 減速機表面溫度		25℃

轉矩—扭轉特性

■直交軸型

表 072-1

型號	直交部位型式	減速比	背隙		Tr×0.15 時的單側扭轉量		扭轉剛性					
					D		A/B					
			arc-min	×10 ⁻⁴ rad	arc-min	×10 ⁻⁴ rad	kgf·m/arc-min	×100N·m/rad				
32	RA3	5	3.0	8.7	1.9	5.5	2.2	740				
		11					2.4	820				
		15					2.5	850				
		21					2.6	880				
		33					2.7	900				
		45						910				
50	RA3	5	3.0	8.7	2.7	7.9	3.9	1300				
		11			2.1	6.1	9.3	3100				
		15					11	3800				
		21					13	4300				
		33					14	4700				
		45						4800				
	RA5	5	3.0	8.7	1.7	4.9	7.5	2500				
		11			1.8	5.2	12	4100				
		15					13	4500				
		21					14	4700				
		33					15	4900				
		45						5000				
		65					RA5	5	3.0	8.7	2.3	6.7
					12	2.0		5.8			26	8600
15	29		9800									
20	32		11000									
25	34											
40	36		12000									
50	37											

■扭轉剛性（彎曲曲線）

若固定住減速機的輸入及護殼，並對輸出部位施加轉矩，輸出部位便會隨轉矩產生扭轉現象。若讓轉矩值依據①正轉額定輸出轉矩→②零→③反轉額定輸出轉矩→④零→⑤正轉額定輸出轉矩的順序逐漸變化，便可描繪出如圖 072-1「轉矩—扭轉角度線圖」的①→②→③→④→⑤循環。

從「0.15×額定輸出轉矩」到「額定輸出轉矩」的範圍內的斜率較低，HPG 系列的扭轉剛性值便是此斜率的平均值。

從「零轉矩」到「0.15×額定輸出轉矩」的範圍內的斜率較高，是因為咬合部位的輕微接觸不均，以及輕微負載時行星齒輪載重等間距不平衡等所造成的現象。

■總扭轉量（彎曲）的計算方法

以下為減速機從無負載狀態進入施加負載狀態時的單側扭轉量計算方法（平均值）。

公式 072-1

●公式

$$\theta = D + \frac{T - T_L}{\frac{A}{B}}$$

公式的記號

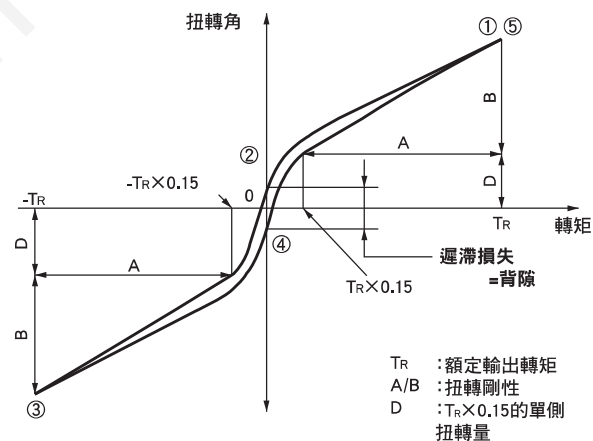
θ	總扭轉量	—
D	額定輸出轉矩×0.15轉矩的單側扭轉量	參閱圖072-1、表072-1
T	負載轉矩	—
T _L	額定輸出轉矩×0.15轉矩(=T _R ×0.15)	參閱圖072-1
A/B	扭轉剛性	參閱圖072-1、表072-1

■背隙（遲滯損失）

「轉矩—扭轉角度線圖」的零轉矩範圍②④稱為遲滯損失。HPG 系列的背隙被定義為從「正轉額定輸出轉矩」到「反轉額定輸出轉矩」時的遲滯損失。HPG 系列的背隙在出廠時預設為 3 分以下。

圖 072-1

轉矩—扭轉角度線圖

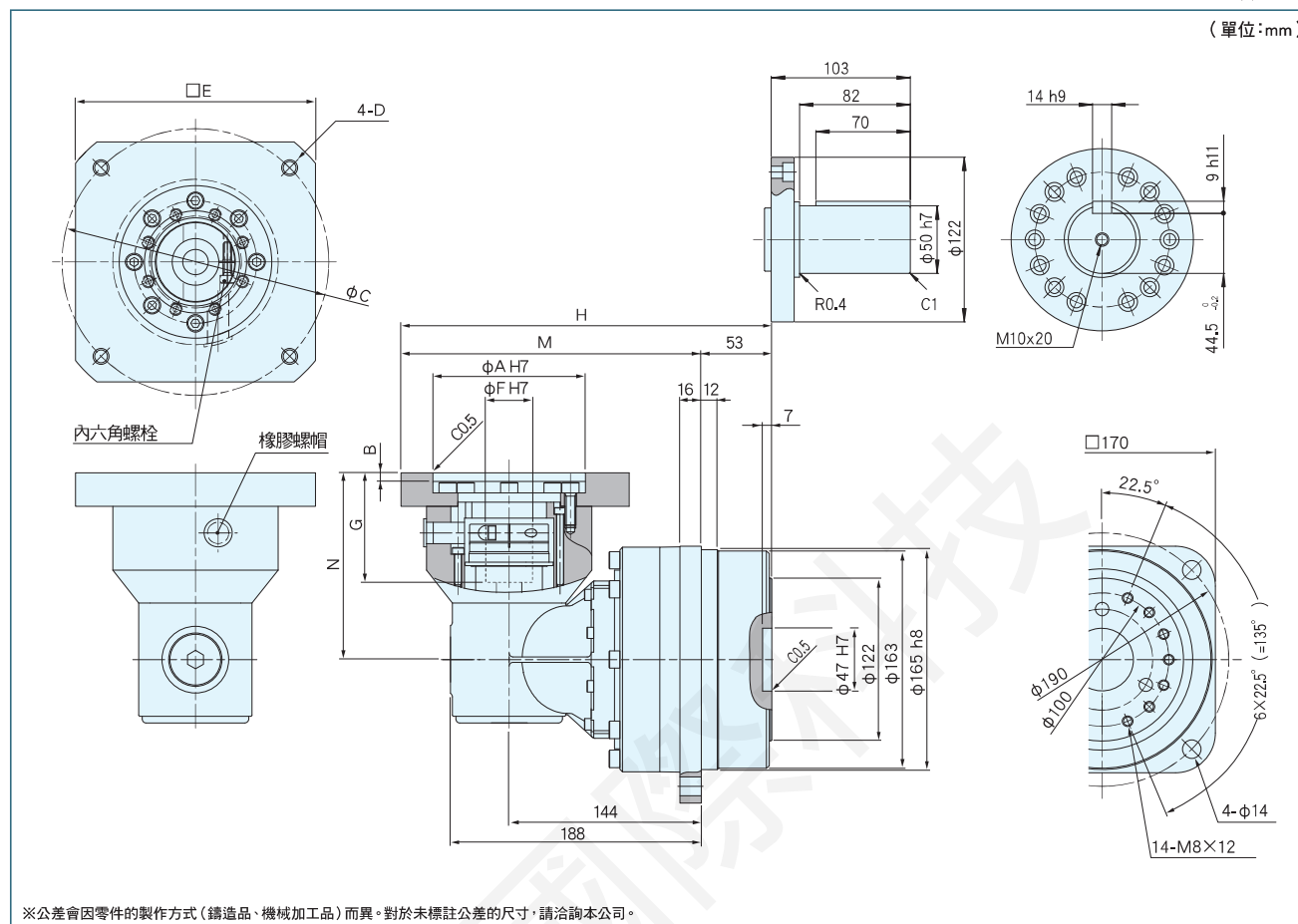


外觀尺寸圖—型號 50 RA3

本尺寸圖記載主要尺寸。關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱本公司提供的交貨規格圖。
本產品的 CAD 數據可由本公司官網下載。URL：<https://www.hds.co.jp/>

圖 074-1

(單位:mm)



尺寸表

表 074-1

單位:mm

	形狀記號 (註) 1	A (H7)	B	C	D	E	F (H7)		G	H	M	N	質量 (kg)	
							Min	Max					軸輸出	凸緣輸出
二段式減速型 (減速比 = 11、15、21、33、45)	BA □	110	6.5	145	M8×25	□ 130	10	35	81	262	209	140	24	21
	BB □	114.3		200	M12×25	□ 180				287	234		25	22
	NF □	95	10	115	M8×18	φ135		24	57	264.5	211.5	115	23.4	20.4
	NJ □				M6×12									

以上為代表性產品的尺寸表。關於上述以外的產品以及減速比 = 5 的產品，請洽詢本公司。

關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱本公司提供的交貨規格圖。

如需瞭解減速機單體及特殊安裝方法，請洽詢本公司。

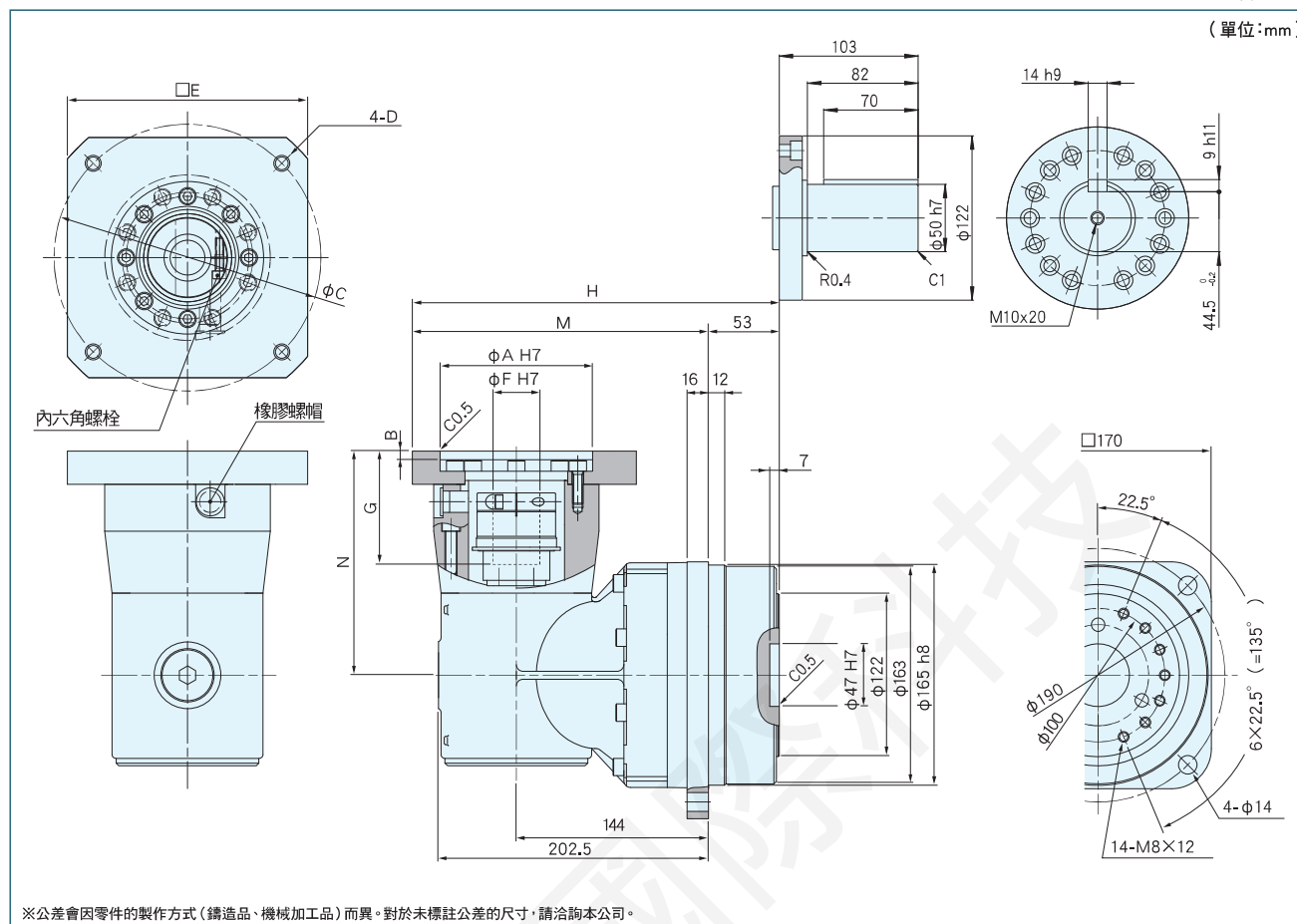
(註) 1. 形狀記號的□內為輸入軸連接器的記號。請使用官方網站的型式選擇工具 (URL:<https://hds-tech.jp/>)。

外觀尺寸圖—型號 50 RA5

本尺寸圖記載主要尺寸。關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱本公司提供的交貨規格圖。
本產品的 CAD 數據可由本公司官網下載。URL：<https://www.hds.co.jp/>

圖 075 -1

(單位:mm)



尺寸表

表 075 -1

單位:mm

	形狀記號 (註)1	A (H7)	B	C	D	E	F (H7)		G	H	M	N	質量 (kg)		
							Min	Max					軸輸出	凸緣輸出	
一段式減速型 (減速比=5)	BA □	110	6.5	145	M8×25	□ 130	19	42	84	262	209	168	23.7	20.7	
	BB □	114.3		200	M12×25	□ 180			85	287	234		200	24.9	21.9
	BF □	130		165	M10×25									116	25.9
	CB □	114.3		200											
二段式減速型 (減速比=11、15、21、33、45)	BA □	110	6.5	145	M8×25	□ 130	19	42	84	262	209	168	25.3	22.3	
	BB □	114.3		200	M12×25	□ 180			85	287	234		200	26.5	23.5
	BF □	130		165	M10×25									116	27.5
	CB □	114.3		200											

以上為代表性產品的尺寸表。關於上述以外的產品，請洽詢本公司。

關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱本公司提供的交貨規格圖。

如需瞭解減速機單體及特殊安裝方法，請洽詢本公司。

(註) 1. 形狀記號的□內為輸入軸連接器的記號。請使用官方網站的型式選擇工具 (URL:<https://hds-tech.jp/>)。

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (標準型)

伺服馬達用高性能減速機系列
CSG-GH系列

伺服馬達用高性能減速機系列
CSF-GH系列

伺服馬達用高性能減速機系列
HPG系列 (直交軸型)

