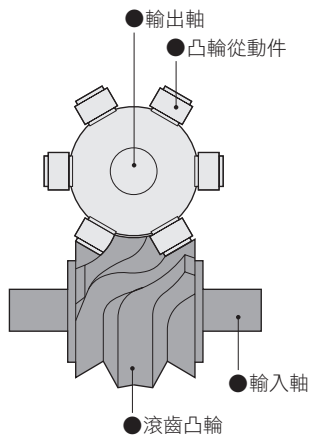
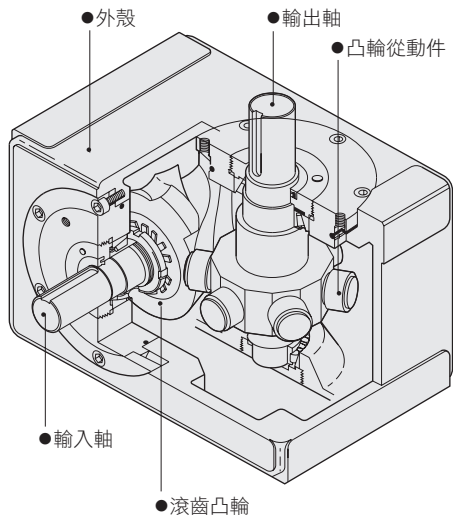


動作說明

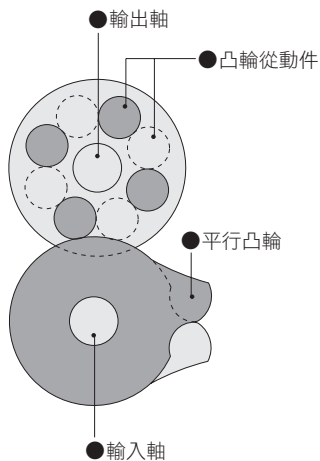
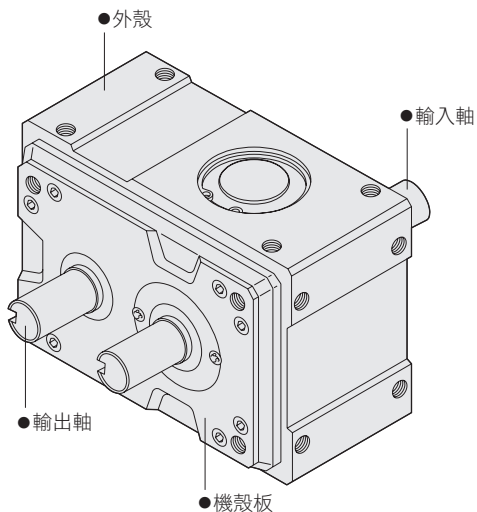
1. 各部位名稱與動作

各部位名稱

● 滾齒凸輪機構

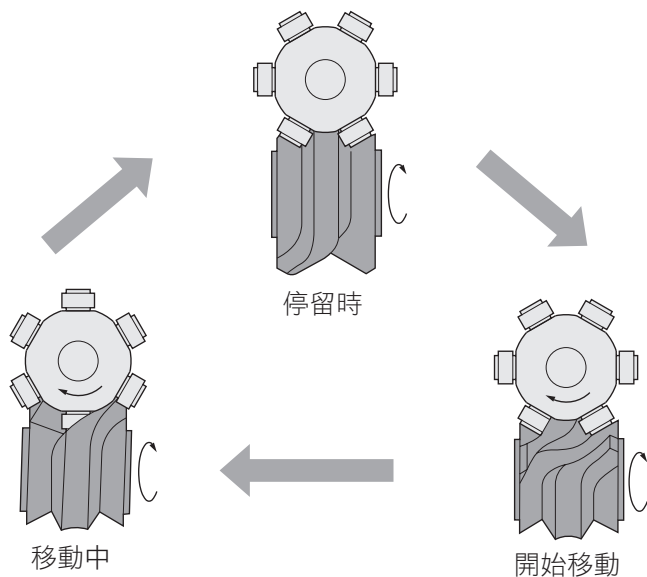


● 平行凸輪機構

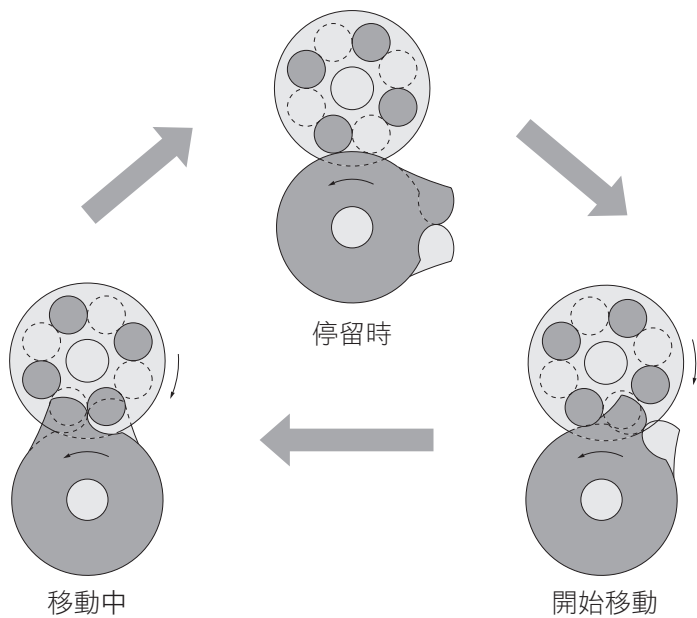


動作

●滾齒凸輪



●平行凸輪



動作說明

2. 分割數與分度角

2-1 分割數 (n)

INDEXMAN的輸出軸將反覆進行移動與停止的循環。其輸出軸轉1圈的期間內停止的位置數量即稱為分割數。例如，輸出軸轉1圈360°的期間，如果在等間隔的4個位置上停止，即輸出軸每次各移動90°，此90°即稱為擺角（ ψ ）。分割數與擺角之間的關係如下。

$$n = \frac{360}{\psi}$$

擺動系列的產品因輸出軸會搖動一定的角度，所以會以擺角來表示而非分割數。

2-2 分度角 (θh)

分度角是指輸出軸移動1分割位置時所需的輸入軸旋轉角度。

分度角的區間稱為分度區間，其外的區間則稱為停留區間。在停留區間內即使旋轉輸入軸，輸出軸也會維持停止狀態。雖然可根據規格在一定範圍內自由選擇分度角，但選擇時仍需視輸入軸的動作方式，主要依照2項標準進行選擇。

① 讓輸入軸連續旋轉時

輸出軸移動的時間和停止的時間比例，與分度角和停留角的比例一致。例如，若選擇的分度角為120°，停留角即為240°，移動與停止的時間比例為1：2。

② 讓輸入軸在每1分割位置停止時

由於移動與停止的時間比例可透過輸入軸停止的時間來調整，一般會在標準角度中選擇能力上對分度角有利的角度，如270°、300°等較大的角度。

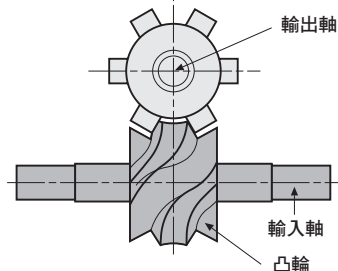
t_0 ：模組週期時間 (s)

t_1 ：分割時間 (s)

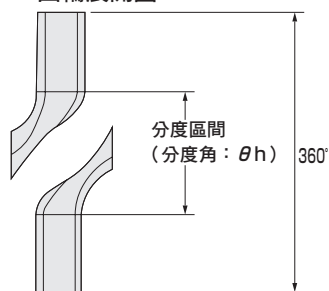
z ：停留數

$$\theta h = \frac{360 \cdot t_1}{z \cdot t_0}$$

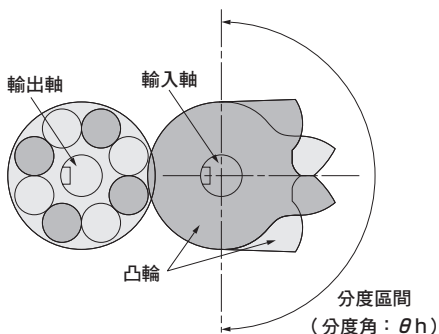
● 滾齒凸輪的分度角



凸輪展開圖



● 平行凸輪的分度角



2-3 停留數 (z)

停留數是指輸入軸旋轉1圈時，輸出軸進行分割的次數。

例如輸入軸旋轉1圈時，若進行1次分割，則停留數為1，並稱為單次停留。而停留2次以上則統稱為多次停留。

INDEXMAN基本上採用單次停留，分割數較多時則採用多次停留。

(註1)

擺動系列產品標準採用2次停留。

有時不同停留數也可能設定相同的分割數，此情況下停留數較多者在能力上較有利。

機種	RGIS		
尺寸	80	外殼材質	FC
分割數	16	軸類型	S軸
分度角	120°	模組週期時間	2s
凸輪曲線	MS		

(N·m)

停留數	動額定輸出扭力
1	30.0 (30rpm)
2	133.0 (15rpm)

表：相同規格下輸出扭力之比較

2-4 總分度角 (θt)

總分度角是指輸入軸旋轉1圈內所存在的分度角總和。

若採用單次停留，分度角與總分度角為相同。在本型錄中，型號、扭力表的規格等皆使用總分度角來標示。

$$\theta t = \theta h \times z \text{ (標準規格)}$$

3. 週期時間

模組週期時間 (t_0)

機械進行一個循環動作所需的時間稱為週期時間。每台機械有各自的週期時間，機械整體的週期時間稱為機械週期時間、構成機械的模組其週期時間則稱為模組週期時間。以下所述「週期時間」在未特別註明的情況下皆指「模組週期時間」。如讓INDEXMAN的輸入軸持續旋轉，機械週期時間與模組週期時間即相同。但是如果讓INDEXMAN的輸入軸於每1分割位置停止，機械週期時間與模組週期時間將會不同。此時必須將兩者分開思考。

選擇INDEXMAN的尺寸時應採用模組週期時間。

如果

t_1 ：分割時間 (s)

t_2 ：停留時間 (s)

N：輸入軸轉速 (rpm)

即為

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{60}{N \times z}$$

並且

t_m ：機械週期時間 (s)

t_s ：輸入軸停止時間 (s)

即為

$$t_m = t_0 + t_s$$

動作說明

4. 時序圖與鍵槽位置

4-1 時序圖

表示INDEXMAN輸出軸動作的圖表稱為時序圖。

採用標準模組時通常不會有什麼問題，但是在特殊規格下讓輸出軸執行複雜的動作時，就必需使用時序圖來說明其動作。

繪製時序圖的方式，即是在水平軸上標示輸入軸的旋轉角度（位置）（註2），再於垂直軸上標示輸出軸的旋轉角度（位置），以此來表示輸出軸相對於輸入軸的位置。

實際繪圖時，先畫出分度區間的起點與終點位置，再以直線連結這些點。（註3）

時序圖畫線方式如下所示。

●分度區間

由於輸入軸與輸出軸兩者皆會動，因此會呈現往右上揚或往右下降的線。往右上揚與往右下降的差異即對應凸輪的旋轉方向。無法透過原點的設定方式來決定往右上揚的直線是表示凸輪向右旋轉或向左旋轉。

●停留區間

即使輸入軸在旋轉，輸出軸仍呈停止狀態，因此為水平線。

繪製標準規格的時序圖時，其原點（輸入輸出軸的起點 0° 位置）為本型錄內記載的外觀圖的鍵槽位置。（但是為方便起見，擺動系列的輸出軸所畫出的是移動的中間位置。）若您在分度上有特殊動作的需求，並且欲在時序圖上指定其規格，在不產生問題的情況下請盡量配合此時序圖。

另外，如有特殊時序需讓輸入軸反轉，可能會無法如預期執行動作。此時必需與時序圖一併明確標記輸入輸出軸的旋轉方向。

（註2） 正確來說，水平軸應為時間，但由於INDEXMAN的輸入軸是以等速旋轉，因此輸入軸位置與時間為相同。

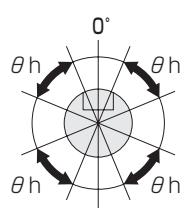
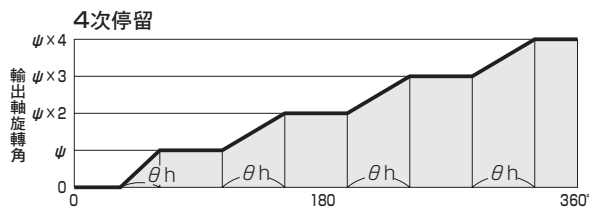
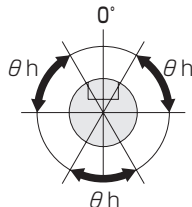
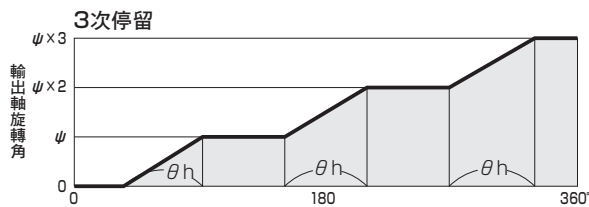
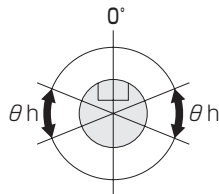
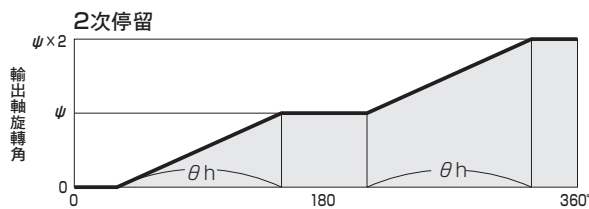
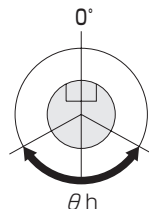
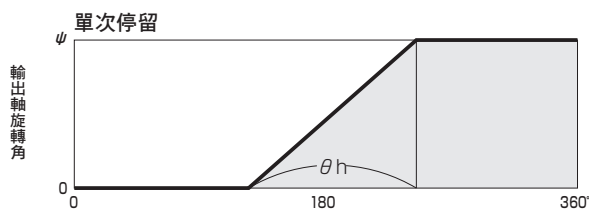
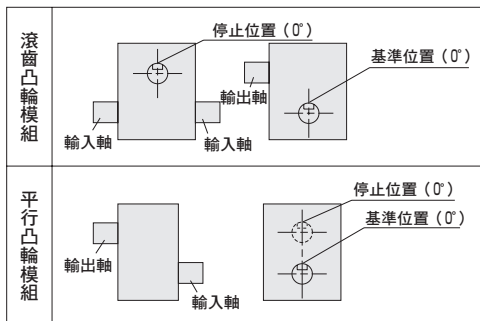
（註3） 由於時序圖的重點在於凸輪分度區間的起點與終點位置，因此實際上應當描繪圓滑曲線的分度區間，在時序圖上是以直線來呈現。

4-2 標準分度

若輸入軸鍵槽在「基準位置」上，標準的分度即位於凸輪停留區間的中央，而輸出軸則與輸入軸的旋轉相同，以「停止位置」為基準，根據各個所需的角度進行分割。

以下所示為標準分度的時序圖與輸入軸鍵槽位置之間的關係，以及其分度角。設計時請加以確認。

●輸入軸鍵槽位置與分度角 (θh)



輸入軸旋轉角

動作說明

4. 時序圖與鍵槽位置

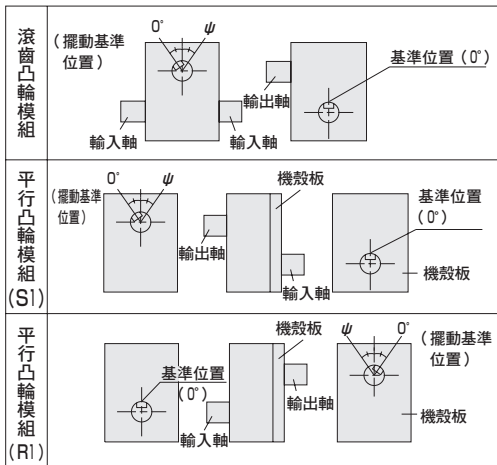
4-3 標準擺動

若輸入軸鍵槽位於「基準位置」上，標準的擺動即位於擺動凸輪的2個停留區間其中一方的停留區間的中央。此時，輸出軸將停在「擺動基準位置」上，並且隨著輸入軸的旋轉，在該位置上按照所需的角度進行擺動。

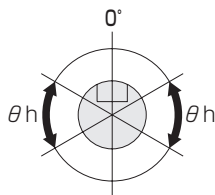
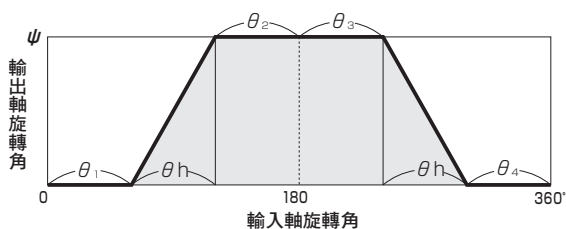
(註1) 產品規格 (D) 篇的外形尺寸圖中，輸出軸鍵槽畫於擺角的中間位置上。

輸入輸出軸以右圖的基準位置及擺動基準位置為基準 (0°)。設計時請加以確認。

(註2) 若輸出軸形狀為法蘭，其法蘭面的安裝孔位置也與鍵槽的相對位置相同。



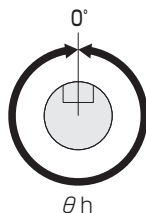
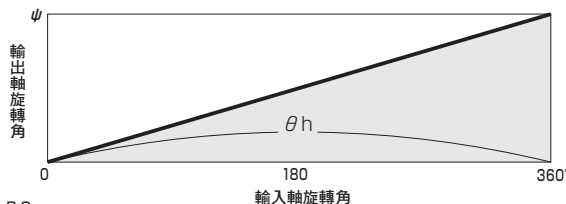
●輸入軸鍵槽位置與分度角 (θh)



4-4 標準減速機

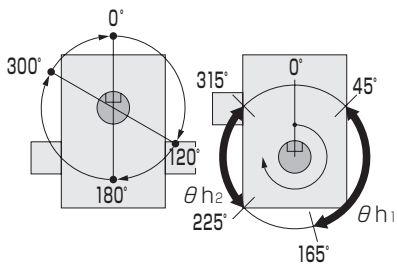
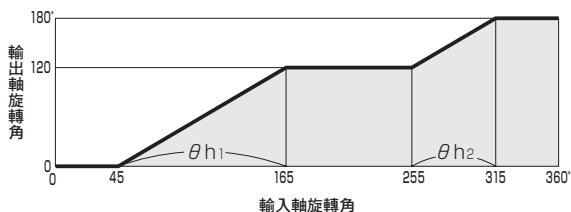
利用凸輪與凸輪從動件減速、背隙極小的減速機。輸入軸旋轉1圈 (360°) 的期間無停留區間，輸入軸的等速旋轉將直接減速並輸出。

●輸入軸鍵槽位置與分度角 (θh)

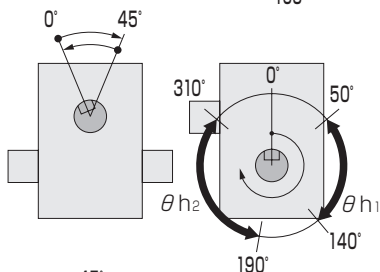
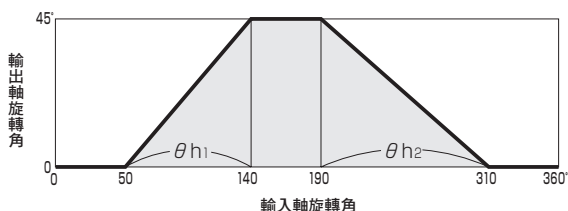


4-5 特殊時序圖範例

● 特殊分度 (不等分劃)

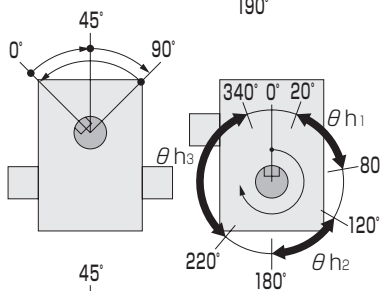
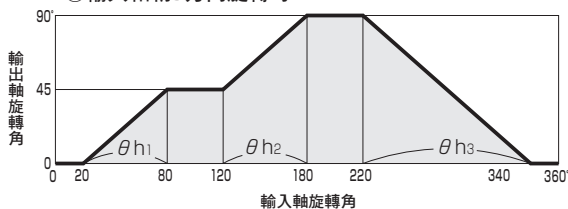


● 特殊擺動

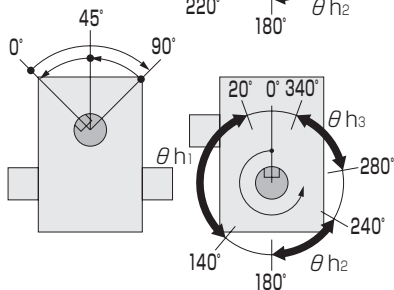
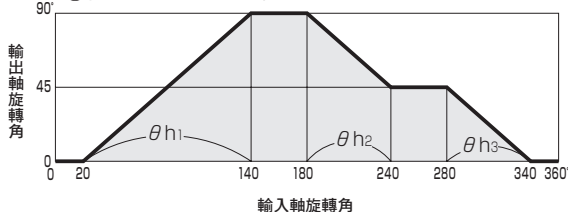


● 特殊擺動

① 輸入軸朝a方向旋轉時



② 輸入軸朝b方向旋轉時



如需訂購特殊時序的INDEXMAN，請於繪製時序圖時確認以下項目。

- ① 輸入輸出軸的鍵槽、安裝孔等的位置與設定為基準點(0°)的位置
- ② 輸入輸出軸的旋轉方向
- ③ 採用平行凸輪模組時的軸配置

動作說明

5. 凸輪曲線

概論

凸輪曲線是指利用凸輪驅動的輸出軸運動曲線。在INDEXMAN上，來自輸入軸的連續旋轉輸入將轉換成輸出軸的間歇動作。此情況一般而言只會著重於起點與終點的位置，但為了高速且順暢地移動工件，移動過程即變得十分重要。為方便討論工件的移動過程，此時將以運動曲線來表示移動方式，並稱其為凸輪曲線。運動曲線的特性值中，有位移(S)、速度(V)、加速度(A)、躍動(J)等。

標準曲線

凸輪曲線有各種不同曲線，目前廣泛使用MS曲線。由於INDEXMAN本身可用於各式各樣的用途，若考量以此作為泛用INDEXMAN的曲線，首先凸輪曲線也必須是一條平衡的曲線。因此各INDEXMAN製造商皆採用有良好平衡的MS曲線作為標準曲線並廣受使用。選擇凸輪曲線時，大多數情況下選擇標準的MS曲線就不會有問題。

自古以來凸輪就是存在於機械上的重要元件，並且陸續發明出各類形式的凸輪。然而，人們卻是在較新穎的凸輪問世，且凸輪加工精度提升、可自由展現凸輪形狀之後才開始思考凸輪曲線。

初期的凸輪是先定義凸輪的輪廓後再製造，對運動特性並未多加考量。然而現在的凸輪則是先定義輸出軸的運動特性，再產生可達到其特性的凸輪輪廓，因此能以高次元的方式在高精度與高頻率的相反特性之間取得平衡。

凸輪曲線的特性值

運動曲線的特性值中有位移(S)、速度(V)、加速度(A)、躍動(J)等。分別是將位移(S)以時間(T)依序進行微分後的值，其算式如下所示。

$$V = \frac{dS}{dT}$$

$$A = \frac{d^2S}{dT^2}$$

$$J = \frac{d^3S}{dT^3}$$

各個值的最大值會加上字母m，以Vm、Am等來標示。

實際進行設計時雖然會使用附有單位的值，但是在描述凸輪曲線時則使用無單位的無因次值。

無因次值與實際的(有因次)值之間的關係如下。若有因次的值為位移(s)、速度(v)、加速度(a)、躍動(j)

$$s = h \cdot S$$

$$v = \frac{h}{th} \cdot V$$

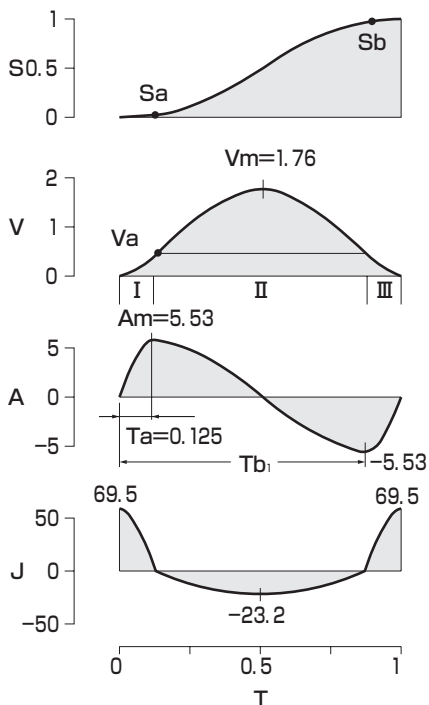
$$a = \frac{h}{th^2} \cdot A$$

$$j = \frac{h}{th^3} \cdot J$$

此處的h代表實際位移的大小，th則代表該位移發生時從開始到結束的時間。

MS：變形正弦曲線

變形正弦曲線是來回移動（變形）擺線曲線（正弦曲線）加速度峰值的曲線，各種運動特性值較小且平衡較佳，因此被廣泛使用。本公司也採用此曲線作為標準曲線。



常數的算式

$$T_a = \frac{1}{8}$$

$$A_m = \frac{1}{\frac{2T_a}{\pi} + \frac{2-8T_a}{\pi^2}}$$

$$V_a = \frac{2T_a A_m}{\pi}$$

$$S_a = \frac{2T_a^2 A_m}{\pi} - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2}$$

$$T = 1 - S_a$$

位移的算式

區間Ⅰ ($0 \leq T \leq T_a$)

$$S = \frac{2T_a A_m}{\pi} T - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \sin \frac{\pi T}{2T_a}$$

區間Ⅱ ($T_a < T \leq 1 - T_a$)

$$S = \frac{(1-2T_a)^2 A_m}{\pi^2} \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T-T_a)}{1-2T_a} \right\} + V_a(T-T_a) + S_a$$

區間Ⅲ ($1 - T_a < T \leq 1$)

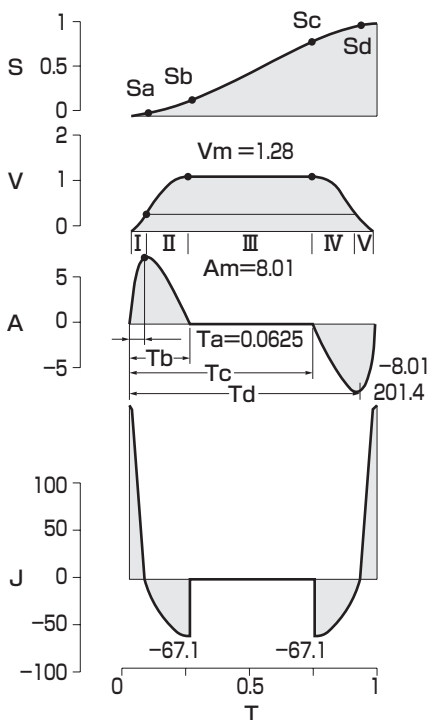
$$S = \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \left\{ \cos \frac{\pi(T-1+T_a)}{2T_a} - 1 \right\} + V_a(T-1+T_a) + S_b$$

動作說明

5. 凸輪曲線

MC：變形等速度曲線

變形等速度曲線在移動過程中有等速的部分。在運動特性上雖不如MS，但可用於移動過程中必需進行工件交遞，或必需等速移動工件的情況。此曲線一般稱為MCV50曲線，本公司則簡稱其為MC曲線。MCV50的數字部分（50）代表輸出軸以等速移動的時間比例，而MCV50即代表整體移動時間中的百分之五十是以等速移動。其他另有MCV25曲線。



常數的算式

$$Ta = \frac{1}{16}$$

$$Tb = \frac{1}{4}$$

$$Am = \frac{1}{\frac{2}{\pi} \left\{ \left(2 - \frac{8}{\pi} \right) TaTb + \left(\frac{4}{\pi} - 2 \right) Tb^2 + Tb \right\}}$$

$$Va = \frac{2TaAm}{\pi}$$

$$Sa = \frac{2Ta^2Am}{\pi} - \frac{4Ta^2Am}{\pi^2}$$

$$Vm = \frac{2TbAm}{\pi}$$

$$Sb = \frac{4(Tb-Ta)^2Am}{\pi^2} + Va(Tb-Ta) + Sa$$

$$Sc = 1 - Sb$$

$$Sd = 1 - Sa$$

位移的算式

區間 I (0 ≤ T ≤ Ta)

$$S = \frac{2TaAm}{\pi} T - \frac{4Ta^2Am}{\pi^2} \sin \frac{\pi T}{2Ta}$$

區間 II (Ta < T ≤ Tb)

$$S = \frac{4(Tb-Ta)^2Am}{\pi^2} \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T-Ta)}{2(Tb-Ta)} \right\} + Va(T-Ta) + Sa$$

區間 III (Tb < T ≤ 1 - Tb)

$$Sc = Vm(T - Tb) + Sb$$

區間 IV (1 - Tb < T ≤ 1 - Ta)

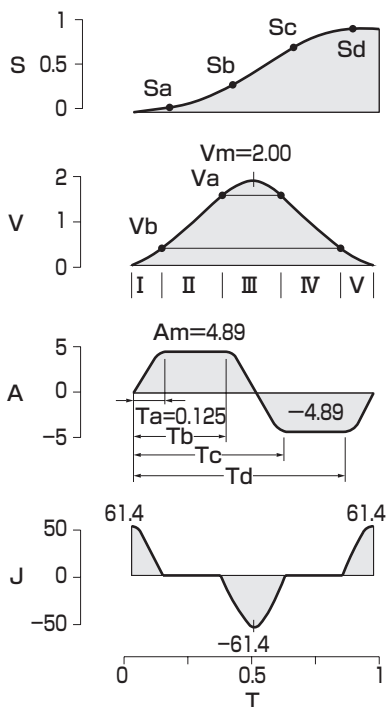
$$S = \frac{4(Tb-Ta)^2Am}{\pi^2} \sin \frac{\pi(T-1+Tb)}{2(Tb-Ta)} - \frac{2(Tb-Ta)Am}{\pi} \times (T-1+Tb) + Vm(T-1+Tb) + Sc$$

區間 V (1 - Ta < T ≤ 1)

$$S = \frac{4Ta^2Am}{\pi^2} \left\{ \cos \frac{\pi(T-1+Ta)}{2Ta} - 1 \right\} + Va(T-1+Ta) + Sd$$

MT：變形梯形曲線

變形梯形曲線是最大加速度的值較小、適用於高速凸輪的曲線。然而，由於加速度以外的特性值不佳，以綜合觀點來看，其平衡較MS差，因此除非特殊用途，否則一般較少使用MT。



常數的算式

$$T_a = \frac{1}{8}$$

$$A_m = \frac{1}{\frac{1}{4} - T_a + \frac{2}{\pi} T_a}$$

$$V_a = \frac{2T_a A_m}{\pi}$$

$$S_a = \frac{2T_a^2 A_m}{\pi} - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2}$$

$$V_b = A_m(0.5 - 2T_a) + V_a$$

$$S_b = \frac{A_m}{2} (0.5 - 2T_a)^2 + V_a(0.5 - 2T_a) + S_a$$

$$S_c = 1 - S_b$$

$$S_d = 1 - S_a$$

位移的算式

區間 I ($0 \leq T \leq T_a$)

$$S = \frac{2T_a A_m}{\pi} T - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \sin \frac{\pi T}{2T_a}$$

區間 II ($T_a < T \leq 0.5 - T_a$)

$$S = \frac{A_m}{2} (T - T_a)^2 + V_a(T - T_a) + S_a$$

區間 III ($0.5 - T_a < T \leq 0.5 + T_a$)

$$S = \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T - 0.5 + T_a)}{2T_a} \right\} + V_b(T - 0.5 + T_a) + S_b$$

區間 IV ($0.5 + T_a < T \leq 1 - T_a$)

$$S = -\frac{A_m}{2} (T - 0.5 - T_a)^2 + V_b(T - 0.5 - T_a) + S_c$$

區間 V ($1 - T_a < T \leq 1$)

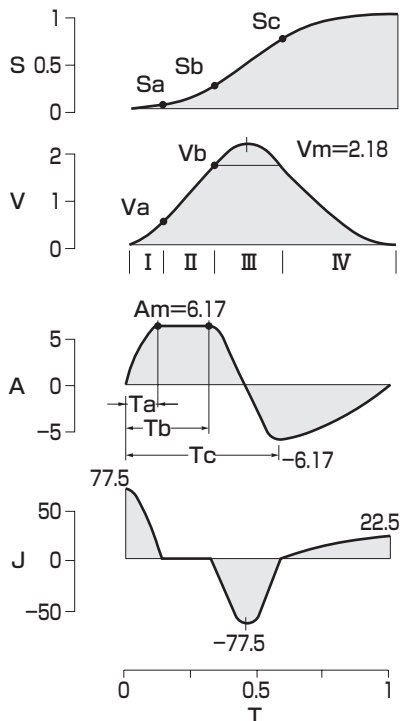
$$S = \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \left\{ \cos \frac{\pi(T - 1 + T_a)}{2T_a} - 1 \right\} + V_a(T - 1 + T_a) + S_d$$

動作說明

5. 凸輪曲線

TR : Trapecloid曲線

此曲線適用於欲減少停留時的殘留振動時。雖然並非所有情況皆適用，但是若具備充分剛性的機構在高速時的殘留振動會產生問題，此曲線相較於其他曲線更能降低殘留振動。然而比起凸輪曲線，振動問題通常是機械裝置的剛性、背隙負載等因素居多，因此採用此曲線並不見得是能解決殘留振動的根本對策。除此之外，由於此曲線為不對稱凸輪曲線，一旦輸入軸反轉就無法發揮性能，因此必需事先決定輸入輸出軸的旋轉方向。



常數的算式

$$T_a = \frac{1}{8}$$

$$T_b = \frac{2-6T_a+\pi T_a}{2+\pi}$$

$$T_c = \frac{2-2T_a+3\pi T_a}{2+\pi}$$

$$A_m = 1/\left\{\left(-\frac{3}{2}+\frac{4}{\pi}+\frac{4}{\pi^2}\right)T_a^2+\left(1+\frac{2}{\pi}\right)T_a T_b+\frac{1}{2}T_b^2+\left(\frac{2}{\pi}-\frac{4}{\pi^2}\right)(1-T_c)^2\right\}$$

$$V_a = \frac{2T_a A_m}{\pi} \quad S_a = \frac{2T_a^2 A_m}{\pi} - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2}$$

$$V_b = A_m(T_b-T_a)+V_a$$

$$S_b = \frac{A_m}{2}(T_b-T_a)^2+V_a(T_b-T_a)+S_a$$

$$S_c = \frac{8T_a^2 A_m}{\pi^2}+2V_b T_a+S_b$$

位移的算式

區間 I ($0 \leq T \leq T_a$)

$$S = \frac{2T_a A_m}{\pi} T - \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \sin \frac{\pi T}{2T_a}$$

區間 II ($T_a < T \leq T_b$)

$$S = \frac{A_m}{2}(T-T_a)^2+V_a(T-T_a)+S_a$$

區間 III ($T_b < T \leq T_c$)

$$S = \frac{4T_a^2 A_m}{\pi^2} \left\{1 - \cos \frac{\pi(T-T_b)}{2T_a}\right\} + V_b(T-T_b) + S_b$$

區間 IV ($T_c < T \leq 1$)

$$S = \frac{4(1-T_c)^2 A_m}{\pi^2} \left\{\cos \frac{\pi(T-T_c)}{4(1-T_c)} - 1\right\} + V_b(T-T_c) + S_c$$

凸輪曲線特性表與活用方法

以下所示為凸輪曲線特性表。表中數值皆為無因次值，因此必需進行簡單的計算才能轉換成實際具單位的值。

(例如) 分割數 = 6 分度角 = 270°

凸輪曲線 = MS 輸入軸轉速 = 60 (rpm)

針對以上所述規格的分度，試著算出輸出軸移動 11° 時的輸入軸位置與該地點的輸出軸角速度。

位移的大小(h) (此範例為輸出軸的擺角) 為 6 分割

$$h = \frac{360}{6} = 60^\circ$$

移動 60° 所需的時間 (th) 為

$$th = \frac{\theta h}{360} \times \frac{60}{N} \quad \theta h: \text{分度角} (^\circ)$$

N: 輸入軸轉速 (rpm)

$$th = \frac{270}{360} \times \frac{60}{60} = 0.75 \text{ (秒)}$$

首先，輸出軸位置 11° 若以無因次值來表示，即是

$$S = \frac{11}{60} = 0.1833$$

若在凸輪曲線特性表的無因次位移 (S) 中尋找此數值，即可找到相近的值 0.17789、0.19132。此時的無因次時間 (T) 分別為 0.30、0.31。根據此數值，透過比例補間法來算出 S=0.1833 時的無因次時間：

$$T = 0.3 + (0.31 - 0.3) \times \frac{(0.1833 - 0.17789)}{(0.19132 - 0.17789)} = 0.304$$

相同的，無因次速度 (V) 則算出：

$$V = 1.32295 + (1.36325 - 1.32295) \times \frac{(0.1833 - 0.17789)}{(0.19132 - 0.17789)} = 1.339$$

但由於輸入軸是以等速進行旋轉，因此視

無因次時間 = 無因次輸入軸位置

也不會有問題。也就是輸入軸位置 (θ) 為

$$\theta = \theta h \times T = 270 \times 0.304 = 82.08^\circ$$

並且，此時的速度 (v) 為

$$v = \frac{h}{th} \times V \times \frac{\pi}{180} = \frac{60}{0.75} \times 1.339 \times \frac{\pi}{180} = 107.12 \times \frac{\pi}{180} = 1.8696 \text{ (rad/s)}$$

凸輪曲線特性值一覽表

名稱	加速度曲線	Vm	Am	Jm	Qm
MS 變形正弦曲線		1.76	±5.53	+69.5 -23.2	±0.99
MC 變形等速度曲線 (MCV50)		1.28	±8.01	+201.4 -67.1	±0.72
變形等速度曲線 (MCV25)		1.48	±6.19	+103.8 -34.6	±0.83
MT 變形梯形曲線		2.00	±4.89	±61.4	±1.65
TR Trapezoid曲線		2.18	±6.17	±77.5	±1.76

5. 凸輪曲線特性表

● MS變形正弦曲線

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 Q=(A·V)/Am
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	69.46636	0.0000
0.0100	0.0001	0.00347	0.69284	68.91859	0.00043
0.0200	0.0009	0.01382	1.37475	67.28394	0.00344
0.0300	0.0031	0.03089	2.03498	64.58819	0.01137
0.0400	0.0073	0.05441	2.66311	60.87383	0.02621
0.0500	0.0142	0.08401	3.24925	56.19946	0.04938
0.0600	0.0243	0.11923	3.78415	50.63880	0.08162
0.0700	0.0382	0.15950	4.25936	44.27952	0.12289
0.0800	0.0564	0.20419	4.66741	37.22194	0.17240
0.0900	0.0792	0.25260	5.00185	29.57734	0.22856
0.1000	0.01070	0.30396	5.25740	21.46628	0.28909
0.1100	0.01400	0.35747	5.43004	13.01670	0.35114
0.1200	0.01785	0.41228	5.51705	4.36183	0.41147
0.1300	0.02225	0.46754	5.52674	-0.48493	0.46744
0.1400	0.02720	0.52277	5.51705	-1.45394	0.52173
0.1500	0.03270	0.57785	5.49767	-2.42040	0.57468
0.1600	0.03876	0.63269	5.46865	-3.38262	0.62590
0.1700	0.04536	0.68719	5.43004	-4.33890	0.67502
0.1800	0.05250	0.74126	5.38190	-5.28757	0.72167
0.1900	0.06018	0.79480	5.32432	-6.22696	0.76552
0.2000	0.06839	0.84771	5.25740	-7.15543	0.80622
0.2100	0.07713	0.89991	5.18125	-8.07134	0.84347
0.2200	0.08639	0.95131	5.09602	-8.97310	0.87697
0.2300	0.09616	1.00180	5.00185	-9.85911	0.90646
0.2400	0.10642	1.05131	4.89890	-10.72783	0.93168
0.2500	0.11718	1.09975	4.78735	-11.57773	0.95241
0.2600	0.12841	1.14703	4.66741	-12.40731	0.96847
0.2700	0.14012	1.19307	4.53928	-13.21513	0.97969
0.2800	0.15227	1.23779	4.40318	-13.99977	0.98594
0.2900	0.16487	1.28111	4.25936	-14.75984	0.98711
0.3000	0.17789	1.32295	4.10807	-15.49402	0.98315
0.3100	0.19132	1.36325	3.94957	-16.20102	0.97400
0.3200	0.20515	1.40192	3.78415	-16.87960	0.95968
0.3300	0.21935	1.43891	3.61208	-17.52856	0.94021
0.3400	0.23392	1.47414	3.43368	-18.14678	0.91566
0.3500	0.24883	1.50756	3.24925	-18.73315	0.88612
0.3600	0.26406	1.53911	3.05912	-19.28667	0.85173
0.3700	0.27961	1.56873	2.86363	-19.80635	0.81264
0.3800	0.29543	1.59636	2.66311	-20.29128	0.76905
0.3900	0.31153	1.62197	2.45792	-20.74061	0.72119
0.4000	0.32787	1.64551	2.24842	-21.15356	0.66929
0.4100	0.34443	1.66693	2.03498	-21.52940	0.61364
0.4200	0.36120	1.68620	1.81796	-21.86746	0.55453
0.4300	0.37815	1.70328	1.59776	-22.16717	0.49230
0.4400	0.39525	1.71814	1.37475	-22.42798	0.42728
0.4500	0.41250	1.73076	1.14933	-22.64945	0.35985
0.4600	0.42986	1.74112	0.92189	-22.83118	0.29036
0.4700	0.44732	1.74920	0.69284	-22.97286	0.21923
0.4800	0.46484	1.75498	0.46257	-23.07424	0.14685
0.4900	0.48241	1.75845	0.23149	-23.13514	0.07364
0.5000	0.50000	1.75960	0.00000	-23.15545	0.00000

●MS變形正弦曲線

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 $Q=(A \cdot V)/Am$
0.50000	0.50000	1.75960	0.00000	-23.15545	0.00000
0.51000	0.51759	1.75845	-0.23149	-23.13514	-0.07364
0.52000	0.53516	1.75498	-0.46257	-23.07424	-0.14685
0.53000	0.55268	1.74920	-0.69284	-22.97286	-0.21923
0.54000	0.57014	1.74112	-0.92189	-22.83118	-0.29036
0.55000	0.58750	1.73076	-1.14933	-22.64945	-0.35985
0.56000	0.60475	1.71814	-1.37475	-22.42798	-0.42728
0.57000	0.62185	1.70328	-1.59776	-22.16717	-0.49230
0.58000	0.63880	1.68620	-1.81796	-21.86746	-0.55453
0.59000	0.65557	1.66693	-2.03498	-21.52940	-0.61364
0.60000	0.67213	1.64551	-2.24842	-21.15356	-0.66929
0.61000	0.68847	1.62197	-2.45792	-20.74061	-0.72119
0.62000	0.70457	1.59636	-2.66311	-20.29128	-0.76905
0.63000	0.72039	1.56873	-2.86363	-19.80635	-0.81264
0.64000	0.73594	1.53911	-3.05912	-19.28667	-0.85173
0.65000	0.75117	1.50756	-3.24925	-18.73315	-0.88612
0.66000	0.76608	1.47414	-3.43368	-18.14678	-0.91566
0.67000	0.78065	1.43891	-3.61208	-17.52856	-0.94021
0.68000	0.79485	1.40192	-3.78415	-16.87960	-0.95968
0.69000	0.80868	1.36325	-3.94957	-16.20102	-0.97400
0.70000	0.82211	1.32295	-4.10807	-15.49402	-0.98315
0.71000	0.83513	1.28111	-4.25936	-14.75984	-0.98711
0.72000	0.84773	1.23779	-4.40318	-13.99977	-0.98594
0.73000	0.85988	1.19307	-4.53928	-13.21513	-0.97969
0.74000	0.87159	1.14703	-4.66741	-12.40731	-0.96847
0.75000	0.88282	1.09975	-4.78735	-11.57773	-0.95241
0.76000	0.89358	1.05131	-4.89890	-10.72783	-0.93168
0.77000	0.90384	1.00180	-5.00185	-9.85911	-0.90646
0.78000	0.91361	0.95131	-5.09602	-8.97310	-0.87697
0.79000	0.92287	0.89991	-5.18125	-8.07134	-0.84347
0.80000	0.93161	0.84771	-5.25740	-7.15543	-0.80622
0.81000	0.93982	0.79480	-5.32432	-6.22696	-0.76552
0.82000	0.94750	0.74126	-5.38190	-5.28757	-0.72167
0.83000	0.95464	0.68719	-5.43004	-4.33890	-0.67502
0.84000	0.96124	0.63269	-5.46865	-3.38262	-0.62590
0.85000	0.96730	0.57785	-5.49767	-2.42040	-0.57468
0.86000	0.97280	0.52277	-5.51705	-1.45394	-0.52173
0.87000	0.97775	0.46754	-5.52674	-0.48493	-0.46744
0.88000	0.98215	0.41228	-5.51705	4.36183	-0.41147
0.89000	0.98600	0.35747	-5.43004	13.01670	-0.35114
0.90000	0.98930	0.30396	-5.25740	21.46628	-0.28909
0.91000	0.99208	0.25260	-5.00185	29.57734	-0.22856
0.92000	0.99436	0.20419	-4.66741	37.22194	-0.17240
0.93000	0.99618	0.15950	-4.25936	44.27952	-0.12289
0.94000	0.99757	0.11923	-3.78415	50.63880	-0.08162
0.95000	0.99858	0.08401	-3.24925	56.19946	-0.04938
0.96000	0.99927	0.05541	-2.66311	60.87383	-0.02621
0.97000	0.99969	0.03089	-2.03498	64.58819	-0.01137
0.98000	0.99991	0.01382	-1.37475	67.28394	-0.00344
0.99000	0.99999	0.00347	-0.69284	68.91859	-0.00043
1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	69.46636	0.00000

5. 凸輪曲線特性表

● MC變形等速度曲線 (MCV50)

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 Q=(A·V)/Am
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	201.38070	0.00000
0.0100	0.00003	0.01002	1.99267	195.05395	0.00249
0.0200	0.00027	0.03944	3.86014	176.47125	0.01900
0.0300	0.00088	0.08641	5.48506	146.80021	0.05915
0.0400	0.00204	0.14799	6.76533	107.90517	0.12495
0.0500	0.00388	0.22030	7.62051	62.23006	0.20951
0.0600	0.00647	0.29880	7.99687	12.64480	0.29821
0.0700	0.00986	0.37887	7.99687	-4.21493	0.37812
0.0800	0.01404	0.45853	7.92673	-9.80610	0.45362
0.0900	0.01902	0.53722	7.80098	-15.32849	0.52303
0.1000	0.02478	0.61437	7.62051	-20.74335	0.58430
0.1100	0.03131	0.68945	7.38660	-26.01272	0.63558
0.1200	0.03856	0.76193	7.10087	-31.09963	0.67523
0.1300	0.04653	0.83130	6.76533	-35.96839	0.70189
0.1400	0.05518	0.89708	6.38234	-40.58486	0.71455
0.1500	0.06446	0.95880	5.95458	-44.91666	0.71253
0.1600	0.07434	1.01603	5.48506	-48.93340	0.69552
0.1700	0.08477	1.06837	4.97706	-52.60691	0.66362
0.1800	0.09569	1.11546	4.43415	-55.91142	0.61728
0.1900	0.10706	1.15695	3.86014	-58.82375	0.55737
0.2000	0.11881	1.19257	3.25905	-61.32347	0.48506
0.2100	0.13089	1.22206	2.63510	-63.39306	0.40189
0.2200	0.14323	1.24521	1.99267	-65.01798	0.30967
0.2300	0.15577	1.26186	1.33627	-66.18686	0.21044
0.2400	0.16844	1.27190	0.67048	-66.89148	0.10643
0.2500	0.18119	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.2600	0.19394	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.2700	0.20669	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.2800	0.21944	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.2900	0.23220	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3000	0.24495	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3100	0.25770	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3200	0.27045	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3300	0.28321	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3400	0.29596	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3500	0.30871	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3600	0.32146	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3700	0.33422	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3800	0.34697	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.3900	0.35972	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4000	0.37247	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4100	0.38523	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4200	0.39798	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4300	0.41073	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4400	0.42348	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4500	0.43624	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4600	0.44899	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4700	0.46174	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4800	0.47449	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.4900	0.48725	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.5000	0.50000	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000

●MC變形等速度曲線(MCV50)

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 $Q=(A \cdot V)/Am$
0.50000	0.50000	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.51000	0.51275	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.52000	0.52551	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.53000	0.53826	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.54000	0.55101	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.55000	0.56376	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.56000	0.57652	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.57000	0.58927	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.58000	0.60202	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.59000	0.61477	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.60000	0.62753	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.61000	0.64028	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.62000	0.65303	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.63000	0.66578	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.64000	0.67854	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.65000	0.69129	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.66000	0.70404	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.67000	0.71679	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.68000	0.72955	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.69000	0.74230	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.70000	0.75505	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.71000	0.76780	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.72000	0.78056	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.73000	0.79331	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.74000	0.80606	1.27526	0.00000	0.00000	0.00000
0.75000	0.81881	1.27526	0.00000	-67.12690	0.00000
0.76000	0.83156	1.27190	-0.67048	-66.89148	-0.10643
0.77000	0.84423	1.26186	-1.33627	-66.18686	-0.21044
0.78000	0.85677	1.24521	-1.99267	-65.01798	-0.30967
0.79000	0.86911	1.22206	-2.63510	-63.39306	-0.40189
0.80000	0.88119	1.19257	-3.25905	-61.32347	-0.48506
0.81000	0.89294	1.15695	-3.86014	-58.82375	-0.55737
0.82000	0.90431	1.11546	-4.43415	-55.91142	-0.61728
0.83000	0.91523	1.06837	-4.97706	-52.60691	-0.66362
0.84000	0.92566	1.01603	-5.48506	-48.93340	-0.69552
0.85000	0.93554	0.95880	-5.95458	-44.91666	-0.71253
0.86000	0.94482	0.89708	-6.38234	-40.58486	-0.71455
0.87000	0.95347	0.83130	-6.76533	-35.96839	-0.70189
0.88000	0.96144	0.76193	-7.10087	-31.09963	-0.67523
0.89000	0.96869	0.68945	-7.38660	-26.01272	-0.63558
0.90000	0.97522	0.61437	-7.62051	-20.74335	-0.58430
0.91000	0.98098	0.53722	-7.80098	-15.32849	-0.52303
0.92000	0.98596	0.45853	-7.92673	-9.80610	-0.45362
0.93000	0.99014	0.37887	-7.99687	-4.21493	-0.37812
0.94000	0.99353	0.29880	-7.99687	12.64480	-0.29821
0.95000	0.99612	0.22030	-7.62051	62.23006	-0.20951
0.96000	0.99796	0.14799	-6.76533	107.90517	-0.12495
0.97000	0.99912	0.08641	-5.48506	146.80021	-0.05915
0.98000	0.99973	0.03944	-3.86014	176.47125	-0.01900
0.99000	0.99997	0.01002	-1.99267	195.05395	-0.00249
1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	201.38070	0.00000

5. 凸輪曲線特性表

● 變形等速度曲線 (MCV25)

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 Q=(A·V)/Am
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	103.78659	0.00000
0.0100	0.00002	0.00518	1.03302	102.33316	0.00086
0.0200	0.00014	0.02056	2.03710	98.01360	0.00676
0.0300	0.00046	0.04573	2.98413	90.94888	0.02203
0.0400	0.00108	0.07997	3.84758	81.33687	0.04967
0.0500	0.00209	0.12232	4.60327	69.44678	0.09090
0.0600	0.00355	0.17160	5.23003	55.61163	0.14489
0.0700	0.00554	0.22643	5.71030	40.21892	0.20874
0.0800	0.00809	0.28528	6.03065	23.69976	0.27774
0.0900	0.01125	0.34648	6.18208	6.51681	0.34580
0.1000	0.01503	0.40840	6.19053	-1.20737	0.40815
0.1100	0.01942	0.47021	6.16881	-3.13548	0.46828
0.1200	0.02443	0.53171	6.12786	-5.05382	0.52601
0.1300	0.03005	0.59271	6.06779	-6.95640	0.58060
0.1400	0.03628	0.65301	5.98880	-8.83728	0.63134
0.1500	0.04311	0.71242	5.89113	-10.69061	0.67755
0.1600	0.05053	0.77077	5.77510	-12.51059	0.71861
0.1700	0.05852	0.82786	5.64105	-14.29157	0.75392
0.1800	0.06708	0.88353	5.48942	-16.02797	0.78299
0.1900	0.07619	0.93760	5.32066	-17.71439	0.80536
0.2000	0.08582	0.98989	5.13531	-19.34557	0.82065
0.2100	0.09598	1.04025	4.93395	-20.91643	0.82859
0.2200	0.10662	1.08852	4.71720	-22.42205	0.82895
0.2300	0.11774	1.13454	4.48574	-23.85775	0.82160
0.2400	0.12931	1.17818	4.24029	-25.21905	0.80652
0.2500	0.14129	1.21930	3.98162	-26.50171	0.78375
0.2600	0.15368	1.25778	3.71054	-27.70173	0.75344
0.2700	0.16644	1.29348	3.42788	-28.81535	0.71580
0.2800	0.17954	1.32630	3.13453	-29.83912	0.67115
0.2900	0.19296	1.35613	2.83140	-30.76983	0.61989
0.3000	0.20665	1.38290	2.51945	-31.60459	0.56247
0.3100	0.22060	1.40650	2.19964	-32.34079	0.49946
0.3200	0.23477	1.42687	1.87297	-32.97614	0.43144
0.3300	0.24913	1.44394	1.54046	-33.50865	0.35909
0.3400	0.26364	1.45766	1.20315	-33.93666	0.28313
0.3500	0.27827	1.46799	0.86208	-34.25885	0.20430
0.3600	0.29299	1.47489	0.51833	-34.47420	0.12342
0.3700	0.30776	1.47835	0.17296	-34.58204	0.04128
0.3800	0.32255	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.3900	0.33733	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4000	0.35212	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4100	0.36691	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4200	0.38170	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4300	0.39649	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4400	0.41127	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4500	0.42606	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4600	0.44085	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4700	0.45564	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4800	0.47042	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.4900	0.48521	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.5000	0.50000	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000

●變形等速度曲線(MCV25)

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 $Q=(A \cdot V)/Am$
0.50000	0.50000	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.51000	0.51479	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.52000	0.52958	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.53000	0.54436	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.54000	0.55915	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.55000	0.57394	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.56000	0.58873	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.57000	0.60351	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.58000	0.61830	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.59000	0.63309	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.60000	0.64788	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.61000	0.66267	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.62000	0.67745	1.47878	0.00000	0.00000	0.00000
0.63000	0.69224	1.47835	-0.17296	-34.58204	-0.04128
0.64000	0.70701	1.47489	-0.51833	-34.47420	-0.12342
0.65000	0.72173	1.46799	-0.86208	-34.25885	-0.20430
0.66000	0.73636	1.45766	-1.20315	-33.93666	-0.28313
0.67000	0.75087	1.44394	-1.54046	-33.50865	-0.35909
0.68000	0.76523	1.42687	-1.87297	-32.97614	-0.43144
0.69000	0.77940	1.40650	-2.19964	-32.34079	-0.49946
0.70000	0.79335	1.38290	-2.51945	-31.60459	-0.56247
0.71000	0.80704	1.35613	-2.83140	-30.76983	-0.61989
0.72000	0.82046	1.32630	-3.13453	-29.83912	-0.67115
0.73000	0.83356	1.29348	-3.42788	-28.81535	-0.71580
0.74000	0.84632	1.25778	-3.71054	-27.70173	-0.75344
0.75000	0.85871	1.21930	-3.98162	-26.50171	-0.78375
0.76000	0.87069	1.17818	-4.24029	-25.21905	-0.80652
0.77000	0.88226	1.13454	-4.48574	-23.85775	-0.82160
0.78000	0.89338	1.08852	-4.71720	-22.42205	-0.82895
0.79000	0.90402	1.04025	-4.93395	-20.91643	-0.82859
0.80000	0.91418	0.98989	-5.13531	-19.34557	-0.82065
0.81000	0.92381	0.93760	-5.32066	-17.71439	-0.80536
0.82000	0.93292	0.88353	-5.48942	-16.02797	-0.78299
0.83000	0.94148	0.82786	-5.64105	-14.29157	-0.75392
0.84000	0.94947	0.77077	-5.77510	-12.51059	-0.71861
0.85000	0.95689	0.71242	-5.89113	-10.69061	-0.67755
0.86000	0.96372	0.65301	-5.98880	-8.83728	-0.63134
0.87000	0.96995	0.59271	-6.06779	-6.95640	-0.58060
0.88000	0.97557	0.53171	-6.12786	-5.05382	-0.52601
0.89000	0.98058	0.47021	-6.16881	-3.13548	-0.46828
0.90000	0.98497	0.40840	-6.19053	-1.20737	-0.40815
0.91000	0.98875	0.34648	-6.18208	6.51681	-0.34580
0.92000	0.99191	0.28528	-6.03065	23.69976	-0.27774
0.93000	0.99446	0.22643	-5.71030	40.21892	-0.20874
0.94000	0.99645	0.17160	-5.23003	55.61163	-0.14489
0.95000	0.99791	0.12232	-4.60327	69.44678	-0.09090
0.96000	0.99892	0.07997	-3.84758	81.33687	-0.04967
0.97000	0.99954	0.04573	-2.98413	90.94888	-0.02203
0.98000	0.99986	0.02056	-2.03710	98.01360	-0.00676
0.99000	0.99998	0.00518	-1.03302	102.33316	-0.00086
1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	103.78659	0.00000

5. 凸輪曲線特性表

● MT變形梯形曲線

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 Q=(A·V)/Am
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	61.42597	0.0000
0.0100	0.0001	0.00307	0.61264	60.94161	0.00038
0.0200	0.0008	0.01222	1.21563	59.49616	0.00304
0.0300	0.0027	0.02732	1.79944	57.11243	0.01006
0.0400	0.0065	0.04811	2.35487	53.82799	0.02318
0.0500	0.0125	0.07429	2.87317	49.69466	0.04367
0.0600	0.0215	0.10543	3.34615	44.77761	0.07217
0.0700	0.0338	0.14104	3.76636	39.15439	0.10867
0.0800	0.0498	0.18056	4.12718	32.91368	0.15245
0.0900	0.0700	0.22336	4.42291	26.15391	0.20210
0.1000	0.0946	0.26878	4.64888	18.98167	0.25563
0.1100	0.1238	0.31610	4.80154	11.51008	0.31050
0.1200	0.1578	0.36456	4.87848	3.85697	0.36384
0.1300	0.1967	0.41343	4.88812	0.00000	0.41343
0.1400	0.2405	0.46231	4.88812	0.00000	0.46231
0.1500	0.2892	0.51119	4.88812	0.00000	0.51119
0.1600	0.3428	0.56007	4.88812	0.00000	0.56007
0.1700	0.4012	0.60895	4.88812	0.00000	0.60895
0.1800	0.4646	0.65783	4.88812	0.00000	0.65783
0.1900	0.5328	0.70671	4.88812	0.00000	0.70671
0.2000	0.6059	0.75559	4.88812	0.00000	0.75559
0.2100	0.6839	0.80448	4.88812	0.00000	0.80448
0.2200	0.7668	0.85336	4.88812	0.00000	0.85336
0.2300	0.8546	0.90224	4.88812	0.00000	0.90224
0.2400	0.9472	0.95112	4.88812	0.00000	0.95112
0.2500	1.0448	1.00000	4.88812	0.00000	1.00000
0.2600	1.1472	1.04888	4.88812	0.00000	1.04888
0.2700	1.2546	1.09776	4.88812	0.00000	1.09776
0.2800	1.3668	1.14664	4.88812	0.00000	1.14664
0.2900	1.4839	1.19552	4.88812	0.00000	1.19552
0.3000	1.6059	1.24441	4.88812	0.00000	1.24441
0.3100	1.7328	1.29329	4.88812	0.00000	1.29329
0.3200	1.8646	1.34217	4.88812	0.00000	1.34217
0.3300	2.0012	1.39105	4.88812	0.00000	1.39105
0.3400	2.1428	1.43993	4.88812	0.00000	1.43993
0.3500	2.2892	1.48881	4.88812	0.00000	1.48881
0.3600	2.4405	1.53769	4.88812	0.00000	1.53769
0.3700	2.5967	1.58657	4.88812	0.00000	1.58657
0.3800	2.7578	1.63544	4.87848	-3.85697	1.63221
0.3900	2.9238	1.68390	4.80154	-11.51008	1.65408
0.4000	3.0946	1.73122	4.64888	-18.98167	1.64649
0.4100	3.2700	1.77664	4.42291	-26.15391	1.60755
0.4200	3.4498	1.81944	4.12718	-32.91368	1.53621
0.4300	3.6338	1.85896	3.76636	-39.15439	1.43236
0.4400	3.8215	1.89457	3.34615	-44.77761	1.29692
0.4500	4.0125	1.92571	2.87317	-49.69466	1.13190
0.4600	4.2065	1.95189	2.35487	-53.82799	0.94033
0.4700	4.4027	1.97268	1.79944	-57.11243	0.72619
0.4800	4.6008	1.98778	1.21563	-59.49616	0.49434
0.4900	4.8001	1.99693	0.61264	-60.94161	0.25028
0.5000	0.50000	2.00000	0.00000	-61.42597	0.00000

● MT變形梯形曲線

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 $Q=(A \cdot V) / A_m$
0.50000	0.50000	2.00000	0.00000	-61.42597	0.00000
0.51000	0.51999	1.99693	-0.61264	-60.94161	-0.25028
0.52000	0.53992	1.98778	-1.21563	-59.49616	-0.49434
0.53000	0.55973	1.97268	-1.79944	-57.11243	-0.72619
0.54000	0.57935	1.95189	-2.35487	-53.82799	-0.94033
0.55000	0.59875	1.92571	-2.87317	-49.69466	-1.13190
0.56000	0.61785	1.89457	-3.34615	-44.77761	-1.29692
0.57000	0.63662	1.85896	-3.76636	-39.15439	-1.43236
0.58000	0.65502	1.81944	-4.12718	-32.91368	-1.53621
0.59000	0.67300	1.77664	-4.42291	-26.15391	-1.60755
0.60000	0.69054	1.73122	-4.64888	-18.98167	-1.64649
0.61000	0.70762	1.68390	-4.80154	-11.51008	-1.65408
0.62000	0.72422	1.63544	-4.87848	-3.85697	-1.63221
0.63000	0.74033	1.58657	-4.88812	0.00000	-1.58657
0.64000	0.75595	1.53769	-4.88812	0.00000	-1.53769
0.65000	0.77108	1.48881	-4.88812	0.00000	-1.48881
0.66000	0.78572	1.43993	-4.88812	0.00000	-1.43993
0.67000	0.79988	1.39105	-4.88812	0.00000	-1.39105
0.68000	0.81354	1.34217	-4.88812	0.00000	-1.34217
0.69000	0.82672	1.29329	-4.88812	0.00000	-1.29329
0.70000	0.83941	1.24441	-4.88812	0.00000	-1.24441
0.71000	0.85161	1.19552	-4.88812	0.00000	-1.19552
0.72000	0.86332	1.14664	-4.88812	0.00000	-1.14664
0.73000	0.87454	1.09776	-4.88812	0.00000	-1.09776
0.74000	0.88528	1.04888	-4.88812	0.00000	-1.04888
0.75000	0.89552	1.00000	-4.88812	0.00000	-1.00000
0.76000	0.90528	0.95112	-4.88812	0.00000	-0.95112
0.77000	0.91454	0.90224	-4.88812	0.00000	-0.90224
0.78000	0.92332	0.85336	-4.88812	0.00000	-0.85336
0.79000	0.93161	0.80448	-4.88812	0.00000	-0.80448
0.80000	0.93941	0.75559	-4.88812	0.00000	-0.75559
0.81000	0.94672	0.70671	-4.88812	0.00000	-0.70671
0.82000	0.95354	0.65783	-4.88812	0.00000	-0.65783
0.83000	0.95988	0.60895	-4.88812	0.00000	-0.60895
0.84000	0.96572	0.56007	-4.88812	0.00000	-0.56007
0.85000	0.97108	0.51119	-4.88812	0.00000	-0.51119
0.86000	0.97595	0.46231	-4.88812	0.00000	-0.46231
0.87000	0.98033	0.41343	-4.88812	0.00000	-0.41343
0.88000	0.98422	0.36456	-4.87848	3.85697	-0.36384
0.89000	0.98762	0.31610	-4.80154	11.51008	-0.31050
0.90000	0.99054	0.26878	-4.64888	18.98167	-0.25563
0.91000	0.99300	0.22336	-4.42291	26.15391	-0.20210
0.92000	0.99502	0.18056	-4.12718	32.91368	-0.15245
0.93000	0.99662	0.14104	-3.76636	39.15439	-0.10867
0.94000	0.99785	0.10543	-3.34615	44.77761	-0.07217
0.95000	0.99875	0.07429	-2.87317	49.69466	-0.04367
0.96000	0.99935	0.04811	-2.35487	53.82799	-0.02318
0.97000	0.99973	0.02732	-1.79944	57.11243	-0.01006
0.98000	0.99992	0.01222	-1.21563	59.49616	-0.00304
0.99000	0.99999	0.00307	-0.61264	60.94161	-0.00038
1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	61.42597	0.00000

5. 凸輪曲線特性表

● TR Trapecloid

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 Q=(A·V)/Am
0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	77.54006	0.00000
0.01000	0.00001	0.00387	0.77336	76.92864	0.00049
0.02000	0.00010	0.01543	1.53453	75.10400	0.00384
0.03000	0.00035	0.03448	2.27149	72.09493	0.01269
0.04000	0.00082	0.06074	2.97263	67.94888	0.02926
0.05000	0.00158	0.09378	3.62689	62.73123	0.05512
0.06000	0.00271	0.13308	4.22396	56.52427	0.09110
0.07000	0.00426	0.17804	4.75441	49.42590	0.13718
0.08000	0.00629	0.22792	5.20988	41.54804	0.19244
0.09000	0.00884	0.28196	5.58318	33.01495	0.25512
0.10000	0.01194	0.33929	5.86844	23.96120	0.32269
0.11000	0.01563	0.39902	6.06115	14.52956	0.39195
0.12000	0.01993	0.46020	6.15827	4.86878	0.45929
0.13000	0.02484	0.52188	6.17044	0.00000	0.52188
0.14000	0.03036	0.58358	6.17044	0.00000	0.58358
0.15000	0.03651	0.64529	6.17044	0.00000	0.64529
0.16000	0.04327	0.70699	6.17044	0.00000	0.70699
0.17000	0.05065	0.76870	6.17044	0.00000	0.76870
0.18000	0.05864	0.83040	6.17044	0.00000	0.83040
0.19000	0.06726	0.89211	6.17044	0.00000	0.89211
0.20000	0.07649	0.95381	6.17044	0.00000	0.95381
0.21000	0.08633	1.01552	6.17044	0.00000	1.01552
0.22000	0.09680	1.07722	6.17044	0.00000	1.07722
0.23000	0.10788	1.13892	6.17044	0.00000	1.13892
0.24000	0.11957	1.20063	6.17044	0.00000	1.20063
0.25000	0.13189	1.26233	6.17044	0.00000	1.26233
0.26000	0.14482	1.32404	6.17044	0.00000	1.32404
0.27000	0.15837	1.38574	6.17044	0.00000	1.38574
0.28000	0.17254	1.44745	6.17044	0.00000	1.44745
0.29000	0.18732	1.50915	6.17044	0.00000	1.50915
0.30000	0.20272	1.57086	6.17044	0.00000	1.57086
0.31000	0.21874	1.63256	6.17044	0.00000	1.63256
0.32000	0.23537	1.69426	6.17032	-0.49473	1.69423
0.33000	0.25262	1.75578	6.11673	-10.20898	1.74050
0.34000	0.27048	1.81628	5.96667	-19.76223	1.75630
0.35000	0.28894	1.87480	5.72252	-29.00381	1.73871
0.36000	0.30797	1.93043	5.38812	-37.78799	1.68568
0.37000	0.32754	1.98228	4.96875	-45.97623	1.59623
0.38000	0.34760	2.02954	4.47102	-53.43939	1.47058
0.39000	0.36811	2.07146	3.90277	-60.05979	1.31019
0.40000	0.38901	2.10739	3.27298	-65.73300	1.11782
0.41000	0.41023	2.13675	2.59157	-70.36957	0.89743
0.42000	0.43172	2.15909	1.86929	-73.89636	0.65408
0.43000	0.45339	2.17404	1.11753	-76.25777	0.39374
0.44000	0.47517	2.18138	0.34815	-77.41655	0.12308
0.45000	0.49699	2.18098	-0.42673	-77.35442	-0.15083
0.46000	0.51877	2.17287	-1.19487	-76.07236	-0.42076
0.47000	0.54043	2.15715	-1.94418	-73.59060	-0.67967
0.48000	0.56189	2.13408	-2.66282	-69.94827	-0.92095
0.49000	0.58308	2.10403	-3.33946	-65.20282	-1.13871
0.50000	0.60395	2.06747	-3.96344	-59.42908	-1.32799

● TR Trapecloid

無因次時間 T	無因次位移 S	無因次速度 V	無因次加速度 A	無因次躍動 J	扭力係數 $Q=(A \cdot V)/Am$
0.50000	0.60395	2.06747	-3.96344	-59.42908	-1.32799
0.51000	0.62441	2.02497	-4.52492	-52.71810	-1.48496
0.52000	0.64443	1.97721	-5.01503	-45.17573	-1.60698
0.53000	0.66394	1.92494	-5.42606	-36.92091	-1.69272
0.54000	0.68291	1.86897	-5.75151	-28.08383	-1.74208
0.55000	0.70131	1.81021	-5.98626	-18.80385	-1.75617
0.56000	0.71911	1.74956	-6.12660	-9.22732	-1.73713
0.57000	0.73630	1.68800	-6.17043	0.04171	-1.68800
0.58000	0.75287	1.62631	-6.16591	0.86297	-1.62511
0.59000	0.76883	1.56471	-6.15318	1.68309	-1.56033
0.60000	0.78417	1.50327	-6.13225	2.50096	-1.49397
0.61000	0.79889	1.44209	-6.10317	3.31551	-1.42637
0.62000	0.81301	1.38124	-6.06596	4.12564	-1.35785
0.63000	0.82652	1.32080	-6.02067	4.93028	-1.28874
0.64000	0.83943	1.26085	-5.96737	5.72835	-1.21936
0.65000	0.85174	1.20148	-5.90613	6.51880	-1.15001
0.66000	0.86346	1.14275	-5.83703	7.30058	-1.08101
0.67000	0.87460	1.08476	-5.76015	8.07263	-1.01263
0.68000	0.88516	1.02758	-5.67561	8.83394	-0.94517
0.69000	0.89515	0.97127	-5.58351	9.58349	-0.87889
0.70000	0.90459	0.91593	-5.48398	10.32028	-0.81403
0.71000	0.91347	0.86162	-5.37715	11.04334	-0.75085
0.72000	0.92182	0.80841	-5.26317	11.75169	-0.68955
0.73000	0.92964	0.75638	-5.14217	12.44441	-0.63033
0.74000	0.93695	0.70559	-5.01433	13.12055	-0.57339
0.75000	0.94376	0.65612	-4.87982	13.77923	-0.51888
0.76000	0.95008	0.60802	-4.73881	14.41957	-0.46695
0.77000	0.95593	0.56136	-4.59149	15.04071	-0.41771
0.78000	0.96131	0.51621	-4.43806	15.64183	-0.37128
0.79000	0.96626	0.47262	-4.27872	16.22213	-0.32772
0.80000	0.97077	0.43065	-4.11369	16.78084	-0.28711
0.81000	0.97487	0.39036	-3.94318	17.31721	-0.24946
0.82000	0.97858	0.35181	-3.76742	17.83052	-0.21480
0.83000	0.98192	0.31503	-3.58665	18.32010	-0.18312
0.84000	0.98489	0.28009	-3.40110	18.78530	-0.15438
0.85000	0.98752	0.24702	-3.21103	19.22548	-0.12855
0.86000	0.98984	0.21588	-3.01668	19.64008	-0.10554
0.87000	0.99185	0.18670	-2.81831	20.02853	-0.08528
0.88000	0.99358	0.15953	-2.61620	20.39032	-0.06764
0.89000	0.99505	0.13439	-2.41060	20.72497	-0.05250
0.90000	0.99627	0.11133	-2.20179	21.03203	-0.03972
0.91000	0.99728	0.09037	-1.99005	21.31109	-0.02914
0.92000	0.99809	0.07154	-1.77566	21.56178	-0.02059
0.93000	0.99872	0.05486	-1.55891	21.78377	-0.01386
0.94000	0.99919	0.04036	-1.34008	21.97677	-0.00877
0.95000	0.99953	0.02806	-1.11947	22.14051	-0.00509
0.96000	0.99976	0.01798	-0.89737	22.27477	-0.00261
0.97000	0.99990	0.01012	-0.67408	22.37939	-0.00111
0.98000	0.99997	0.00450	-0.44988	22.45421	-0.00033
0.99000	1.00000	0.00113	-0.22509	22.49915	-0.00004
1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	22.51413	0.00000

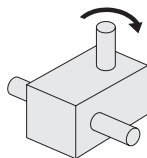
特性值說明

容許值、特性值說明

● 動額定輸出扭力

動額定輸出扭力是指在INDEXMAN輸出軸移動中可施加於輸出軸的最大扭力。

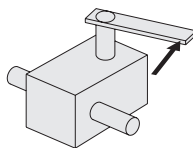
選擇INDEXMAN的尺寸時，應考量工件重量、移動速度、分割數以及分度角等所有條件，最終算出施加於INDEXMAN輸出軸的負載扭力後，再根據此數值進行尺寸選擇。輸出扭力表內記載有各機種、規格的不同轉數可容許的額定扭力值。



● 靜額定輸出扭力

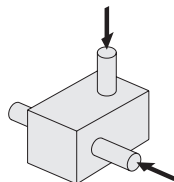
靜額定輸出扭力是指INDEXMAN輸入軸停止時，在凸輪的停留角內可施加於輸出軸的最大扭力值。

與動額定輸出扭力相同，即使為同一尺寸，靜額定輸出扭力值仍視分割數、分度角等規格而異。一旦對輸出軸施加超出此數值的扭力，可能會造成內部結構零件損壞。



● 輸入輸出軸容許軸向力

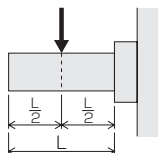
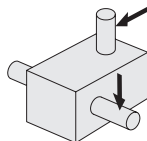
容許軸向力是指在軸線上、往軸線的平行（軸向力）方向可施加的最大力量。雖然在輸入軸上不會產生問題，但輸出軸方面則會有工作台移動負載的限制。



● 輸入輸出軸容許徑向力

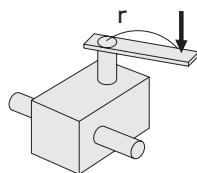
容許徑向力是指往軸線的直角（徑向）方向可施加的最大力量。安裝於輸入軸的滑輪張力，或5號方式等輸出軸呈水平狀態時的工作台移動負載會受到限制。數值代表可對軸的中央施加的力量。

關於施力於軸前端或軸延長的需求，請洽詢本公司。



● 輸出軸容許彎曲力矩

輸出軸容許彎曲力矩是指對偏離輸出軸軸心位置可施加的最大負載。單位為 (N·m)，負載的作用點位置 (r) × 負載的大小即是彎曲力矩。



● 輸入軸慣性力矩

指輸入軸及凸輪慣性力矩的總和。在選擇離合器煞車時會需要此數值。如需使用離合器煞車進行啟動停止，一般是由凸輪停留部位執行，因此無必要考量輸出軸慣性力矩的負載。

● 輸出軸慣性力矩

指輸出軸單體的慣性力矩。一般而言不常使用，但是在選擇高速旋轉的馬達時，必需對負載端的慣性力矩施加輸出軸慣性力矩。這是因為低速旋轉時輸出軸慣性力矩的值極小，對負載端的慣性力矩而言微不足道，但是在高速旋轉下輸出軸慣性力矩的比例則會變大。換句話說，輸出軸本身也變成負載。如果在選擇馬達時忽略輸出軸的慣性力矩，可能會因容量不足而導致無法正常動作，請務必注意。

● 內部摩擦扭力

此為INDEXMAN單體來旋轉輸入軸時所需的扭力。INDEXMAN為講求精度會加載預壓，即使是無負載的情況下旋轉時也必需有某個程度的扭力。因此在選擇減速機、馬達時必需考量此數值。

精度說明

分割精度

INDEXMAN有2種分割精度的概念。一種是實際運轉時的狀態，或有負載作用的狀態下的動態分割精度，另一種則是停止狀態或負載未作用的狀態下的靜態分割精度。

通常單獨言及分割精度時，指的即是靜態分割精度。

而會對此精度造成影響的可能因素很多，如輸出軸的加工精度、凸輪從動件的精度、軸承的精度，以及組裝調整的方法等。本公司將這些因素納入考量，藉由將輸出軸和轉塔的一體化，以及開發出高精度凸輪從動件等來解決精度的問題。

靜態分割精度

靜態分割精度是指INDEXMAN單體靜態測量的分割精度。

與分割精度有深度關聯的項目另有重複精度及停留精度。

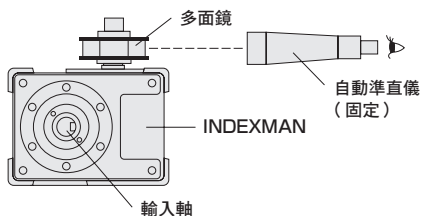
分割精度

INDEXMAN的分割精度是指目標位置與實際移動的位置之間的差。此目標位置代表距離基準站的角度，每一站皆設定有目標值。並且根據每一站所獲得的值的最大值、最小值來計算分割精度。另外，基準站代為本型錄外形尺寸圖內所標示的位置。

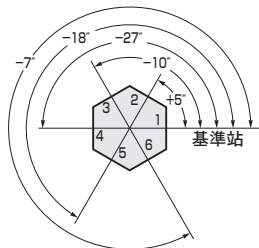
測量角度時需使用自動準直儀或高精度編碼器。如欲使用自動準直儀，請於INDEXMAN的輸出軸上安裝面數與欲測量的分割數相同的多面鏡（如分割數為6，即6面鏡）。自動準直儀向該多面鏡發射光線，同時接收其反射光，以光的偏移量來顯示角度。

只要多面鏡具備足夠的精度，其數值即是INDEXMAN的分割精度。

使用自動準直儀測量分割精度



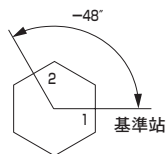
6度的分割精度測量範例



測量位置	測量值
1	0
2	+5°
3	-10°
4	-27°
5	-18°
6	-7°

分割精度 ±16

擺動的分割精度測量範例



測量位置	測量值
1	0
2	-48

分割精度 ±24"

重複精度

重複精度是指在相同條件下重複測量時的偏差程度，最大值以”（秒）來表示。

● 旋轉方向

此精度代表各分割的定位重現性，是凸輪機構被評價為高可靠性機構具代表性的特性。視機械裝置所需的精度特性不同，重複精度與分割精度各有不同的使用方式。

例如執行擺動動作時，通常分割精度並不重要，而是更重視重複精度。

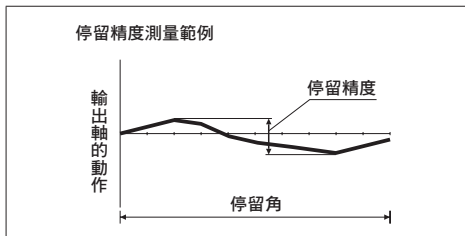
● 升程方向

此精度代表上端、下端的定位重現性，是凸輪機構被評價為高可靠性機構的具代表性的特性。

停留精度

停留精度是指在凸輪的停留區間內讓輸入軸旋轉時的輸出軸動作。

停留部正如其名，即是輸出軸停止的區間，但正確來說並非完全停止的狀態，而是會因各零件的誤差而有些微的移動，並以「秒」來表示該動作的最大差異。



動態分割精度

動態分割精度是指INDEXMAN於安裝後實際運轉狀態下的分割精度。因此，自動機械設備的精度將是如此動態分割精度來評價整體設備。

會影響INDEXMAN動態分割精度的要素相當多，例如所使用負載、剛性、凸輪曲線、輸入輸出軸的驅動系統、壽命，以及靜態分割精度等。如欲進行設備的設計，在選擇機種、計算負載，以及設計驅動系統時，務必考量這些必要的要素。

● 參考文獻

牧野洋、自動機械機構學、(1976)、日刊工業新聞社

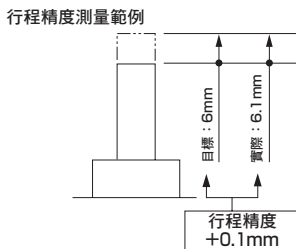
機械工學便覽、(1986)、日本機械學會

JIS Z8203、國際單位系統(SI)及其使用方法、(1985)、日本規格協會

行程精度

取放模組的行程精度是指目標行程與實際行程之間的差。

如圖d所示，測量從下端往上端或上端往下端的行程即可求出行程精度。



扭力保護器、扭力限制器精度

● 復位精度

指釋放（跳脫）後復位時的位置偏移量。

● 釋放（跳脫）扭力的變動

指釋放扭力的變動範圍。

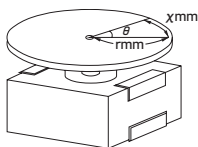
（代表TGX反覆跳脫時的鄰接跳脫扭力的差異。）

● 失效運動（扭力保護器）

指施加扭力（T）並釋放時，與原始位置之間的位置偏移量。

扭力（T）= 設定扭力的1/2

分割精度之計算



$$(\pm)x = 2\pi r \frac{(\pm)\theta}{360 \times 60 \times 60} \\ = 0.00000485 \times r \times \theta$$

角度θ 半徑r	10°	20°	30°	60°	90°
100 mm	0.005	0.010	0.015	0.029	0.044
200 mm	0.010	0.019	0.029	0.058	0.087
300 mm	0.015	0.029	0.044	0.087	0.131