SYNTEC TECHNOLOGY CO.,LTD.

銑床程式制作說明書

匯出日期：2023-05-10
修改日期：2020-08-15

英文文件 English Document: Mill Machine Program Manual.

SYNTEC

1 G碼指令一覽表.

名詞定義

說明	定義	范例
模態G碼	以下兩列情況可視為模態G碼 : 1. 在G碼關閉前，該G碼功能持續有效，接續單節之軸向引數受此G碼指令影響 2. 在執行同組的其他G碼前，該G碼功能持續有效，接續單節之軸向引數受此G碼指令影響	1. e.g. G43、G44、G49 執行G43、G44后，若未使用G49關閉，則刀長補嘗持續有效 2. e.g. G00、G01 程序范例 G00 X0. // 執行G00 Y0. // 執行G00 G01 X100. // 執行G01 Y100. // 執行G01
非模態G碼	G碼指令只在單節有效，且軸向引數只在G碼指令中的程序段影響	e.g. G04 程序范例 G01 X1. // 執行G01 G04 X3. // 執行G04 X5. // 執行G01

項目	功 能 名 稱	模態	分組	解除指令	備注
G00	直線快速定位	O	插補模式(Interpolation mode)	執行同組其他G碼	
G01	直線插補、切削進給	O			
G02	圓弧插補（順時鐘）	O			
G02.4	三點圓弧插補（順時鐘）	O			
G03	圓弧插補（逆時鐘）	O			
G03.4	三點圓弧插補（逆時鐘）	O			
G04	暫停指定時間	X		無	

G04.1	軸群間同步等待	X			
G05	高速高精模式	O		G05 P0	
G05.1	路徑平滑模式	O		G05.1 Q0	
G06.2	NURBS曲線插補	O		G05 P0	
G09	確實停止檢測	X		無	
G10	可程序資料輸入	X			
G10.9	直半徑軸編程切換	X			
G12.1	極座標插補	O	極坐標插補模式(Polar interpolation mode)	G13.1	
G15	極座標命令取消	O	極座標命令模式(Polar command mode)	G15	
G16	極座標命令	O			
G17	設定**X-Y**工作平面	O	平面選擇模式(Working plane mode)	執行同組其他G碼	
G18	設定**Z-X**工作平面	O			
G19	設定**Y-Z**工作平面	O			
G22	第二軟體行程極限	O	行程限制模式(Stroke check mode)	G23	
G23	取消第二軟體行程極限	O			
G28	參考點回歸	X		無	
G29	從參考點回歸	X			
G30	任意參考點回歸	X			
G31	跳越指令	X			

G31.10/ G31.11	多軸多訊號跳越機能	X			
G33	螺牙切削	O	插補模式(Interpolation mode)	執行同組其他G碼	
G37	自動對刀I	X		無	
G37.2	自動對刀II	X			
G37.3	自動對刀III	X			
G40	刀具半徑補償消除	O	刀具半徑補償模式 (Cutter compensation mode)	G40	
G41	刀具半徑左補償	O			
G42	刀具半徑右補償	O			
G43	刀具長度正補償	O	刀具長度補償模式 (Cutter compensation mode)	G49	
G43.4	刀尖點控制	O			五軸
G44	刀具長度負補償	O			
G49	刀具長度補償取消	O			
G45	刀具偏置(一倍正補償)	X		無	
G46	刀具偏置(一倍負補償)	X			
G47	刀具偏置(兩倍正補償)	X			
G48	刀具偏置(兩倍負補償)	X			
G50	比例功能取消	O	尺寸模式(Scaling mode)	G50	
G51	比例功能	O			

G50.1	鏡像機能取消	O		G50.1	
G51.1	鏡像機能	O			
G52	局部座標系統設定	O		G52 X0.0 Y0.0 Z0.0	
G52.1	軸移除	X	軸移除/軸借用功能(Axis removal/Axis borrowing function)	執行G52.1	
G52.2	軸借用	X			
G53	機械座標系統定位	X		無	
G53.1	斜平面加工刀具對正	X			五軸
G54	工作座標系統設定	O		Pr3229	
G59	工作座標系統設定	O			
G61	確實停止檢測	O	切削進給控制模式(Cutting feed control mode)	執行同組其他G碼	
G64	切削模式	O			※
G65	單一宏程序程序呼叫	X		無	※
G66	模式宏程序程序呼叫	O		G67	※
G67	模式宏程序程序呼叫取消	O			
G68	座標旋轉開始	O	旋轉模式(Coordinate rotation mode)	G69	
G68.2	斜平面加工	O			五軸
G69	座標旋轉取消	O			
G70	英制單位加工	O	英、公制模式(Input dimension mode)	執行同組其他G碼	
G71	公制單位加工	O			

G73	高速啄式鉆孔循環	O	插補模式(Interpolation mode)	1. 執行G80
				說明 : 解除后，回復之前插補模式
				e.g.
				G00 X0.
				G74 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.;
				X15.; // 執行G74
				G80;
				Y15.; // 執行G00
				2. 執行其他插補模式G碼
				說明 : 解除后，變更為該插補模式
				e.g.
				G00
				G74 X5. Y5. Z-10. R-5. Q3.;
				X15.; // 執行G74
				G01;
				Y15.; // 執行G01
				注 : G00、G01、G02、G03、G02.4、G03.4、G33、G73~G89為插補模式	

G74	左手攻牙循環	O			
G76	精細搪孔循環	O			
G80	取消循環	O			
G81	鉆孔循環	O			
G82	孔底暫停鉆孔循環	O			
G83	啄式鉆孔循環	O			
G84	攻牙循環	O			
G84.48	攻牙回退指令	O			
G85	鉆孔循環	O			
G86	高速鉆孔循環	O			
G87	背面精細搪孔循環	O			
G88	半自動精細搪孔循環	O			
G89	孔底暫停搪孔循環	O			
G90	絕對位置輸入方式	O	絕對、增量命令模式(Input command mode)	執行同組其他G碼	
G91	相對位置輸入方式	O			
G92	絕對零點座標系統設定	O	座標系設定模式(Coordinate system setting mode)	執行同組其他G碼	
G92.1	絕對零點坐標系統預設	O			
G93	反時間進給	O	加工進給模式(Feed mode)	執行同組其他G碼	

G94	每分鐘進給（mm/min.）	O			
G95	每轉進給量（mm/rev.）	O			
G96	等表面切削速度	O	主軸速度模式(Spindle speed mode)	G97	
G97	等表面切削速度取消	O			
G98	復歸到初始點	O		執行同組其他G碼	
G99	復歸到R點	O			
G120.1	多組加工條件	O		G121	
G134	圓周孔循環	X		無	
G135	角度直線孔循環	X			
G136	圓弧孔循環	X			
G137.1	棋盤孔循環	X			

※SYNTEC 900M G code 采用國際通用 RS274D 規格, 與FANUC 0M 規格唯一差異是 G70, G71（公,英制）相對 G20,G21

SYNTEC

2 G 碼指令說明

2.1 G00：直線快速定位

2.1.1 **指令格式**

G00 [P1] X_ Y_ Z_ [F1=_];

X_ Y_ Z_: 指定點座標

P1: 啟用指定速度指令

F1: 進給速率 mm/min or inch/min

2.1.2 **說明**

各軸在無切削狀態下，以最短距離快速移動至指定點，X、Y、Z為終點的座標，以G90/G91決定絕對或是增量值。

2.1.3 **注意事項**

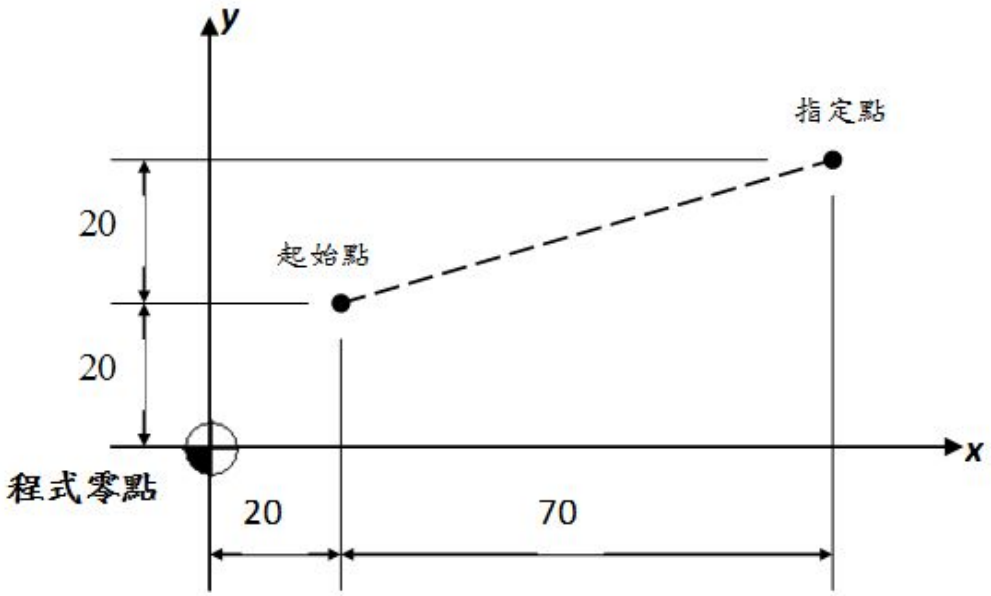
1. 其運動方式可由 Pr411 設定（0：線性 , 1：各軸獨立以最高速度移動）
2. G00 指令後必須同時下 P1、F1=_，指定速度才會有效。若是沒有下 P1，則系統不會參考 F1=_ 指定速度移動，仍會使用 Pr461~Pr480 設定之速度。
3. 當G00指令後同時下 P1 F1=_，若Pr411 = 0，合成速度會受 F1 命令和 Pr461~Pr480 設定值所限制；若 Pr411 = 1，各軸速度會受 F1 命令和 Pr461~Pr480 設定值所限制。
4. 當G00指令後同時下 P1 F1=_，仍然聽從 R18 來設定倍率。
   當進給百分比為 0~100% 時，其實際最高速度不會超過 Pr461~Pr480 設定值或是 F1 設定之數值。
   當進給百分比為 F0 時（Pr3207=2、R18=1），其實際最高速度不會超過 Pr461~Pr480 設定值的5倍。
5. G00 指令不支援進給軸選擇功能（G10 L1100 P1002 R_）。
6. F1 單位為 mm/min or inch/min，支援 G70/G71 英制/公制單位設定指令。
7. F1 單位為 mm/min or inch/min，永遠維持 G94 每分鐘進給量；G93 反時間進給、G95 每轉進給量設定于該單節無效。

SYNTEC

2.1.4 **程序范例**

范例一:

圖例:



程序說明:

1. 方式一（**絕對值**）: G90 G00 X90.0 Y40.0;
   //以指定點和程序零點之差值，做直線移動至指定點

2. 方式二（**增量值**）: G91 G00 X70.0 Y20.0;
   //以指定點和起始點之差值，做直線移動至指定點

范例二:

參數設定 Pr411 = 0、Pr461 = Pr462 = 10000

```
G71
G0 P1 X500. Y500. F1=12000.
G1 X0. Y0.
M30
```

因為兩軸移動量相同，所以若沒有下 F1=_，換算速度應為 $\sqrt{10000^2 + 10000^2} = 14142.1$。故指令下 G0 P1 F1=12000 之后，最高進給速度限制到 12000。



2.2 G01: 直線插補、切削進給

英文版 English Version: G01: Linear Interpolation, Cutting Feed

2.2.1 **指令格式**

G01 X_ Y_ Z_ F__;
X、Y、Z: 指定點座標
F: 進給速率
G94模式下單位為mm/min(inch/min) <- **銑床系統開機預設值**
G95模式下單位為mm/rev(inch/rev) <- **車床系統開機預設值**

2.2.2 **說明**

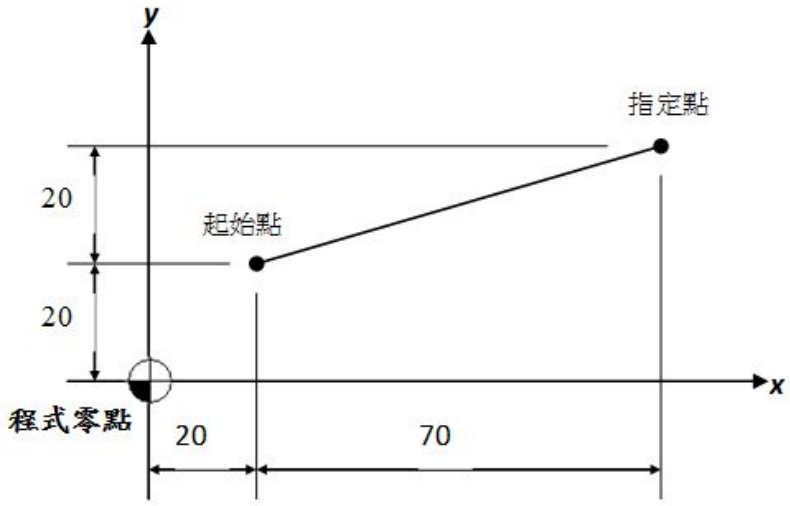
G01直線插補指令乃依工作程式指示，執行直線切削之模式，以G90/G91決定絕對值或是增量值型態，按F引數所設的進給速率速度行進，到指定點位置。

2.2.3 **注意事項**

1. G01模式的最高速度，受限於切削時的最高速度(Pr405)，或是各軸切削時的最高速度(Pr621~Pr640)。
2. G94模式下的預設速度為1000mm/min(inch/min)；G95模式下的預設速度為1.mm/rev(inch/rev)。
3. G94/G95的預設狀況可通過參數Pr3836設定(重新開機後才生效)。

2.2.4 **程式范例**

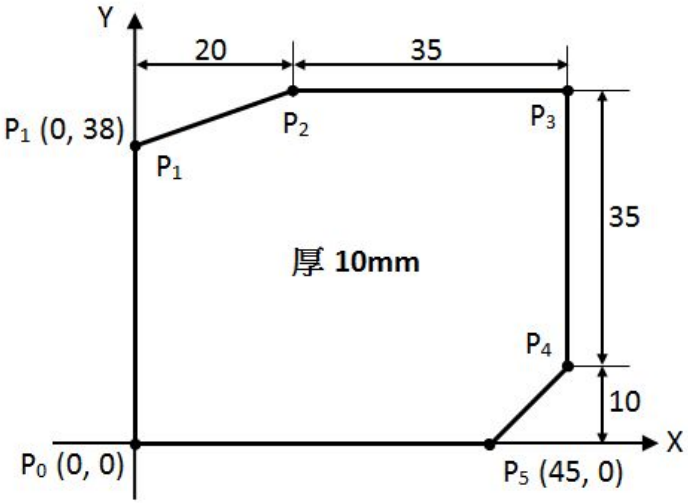
范例一:



1. 方式一（**絕對值**）： G90 G01 X90.0 Y40.0;
   //以程式零點為相對座標，移動至指定點

2. 方式二（**增量值**）： G91 G01 X70.0 Y20.0;
   //以指定點和起始點之差值，移動至指定點

范例二：加工實例



程式說明:

1. 絕對值方式:
   N001 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0;//快速定位至P_0點上方
   N002 G90 G01 Z-10.0 F1000;
   //直線切削至工件深底，進給速率1000mm/min
   N003Y38.0;//P_0 -> P_1
   N004X20.0 Y45.0; //P_1-> P_2
   N005X55.0;//P_2 -> P_3

N006Y10.0;//P_3 -> P_4
N007X45.0 Y0.0;//P_4 -> P_5
N008X0.0;//P_5 -> P_0
N009 G00 Z10.0;//快速定位回到P_0點上方
N010 M30;//程式結束

2. 增量值方式
N001 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0;//快速定位至P_0點上方
N002 G91 G01 Z-20.0 F1000;
//直線切削至工件深底，進給速率1000mm/min
N003Y38.0;//P_0 -> P_1
N004X20.0 Y7.0;//P_1 -> P_2
N005X35.0;//P_2 -> P_3
N006Y-35.0;//P_3 -> P_4
N007X-10.0 Y-10.0;//P_4 -> P_5
N008X-45.0;//P_5 -> P_0
N009 G00 Z20.0;//快速定位回到P_0點上方
N011 M30;//程式結束

2.3 G02.4/G03.4：三點圓弧插補

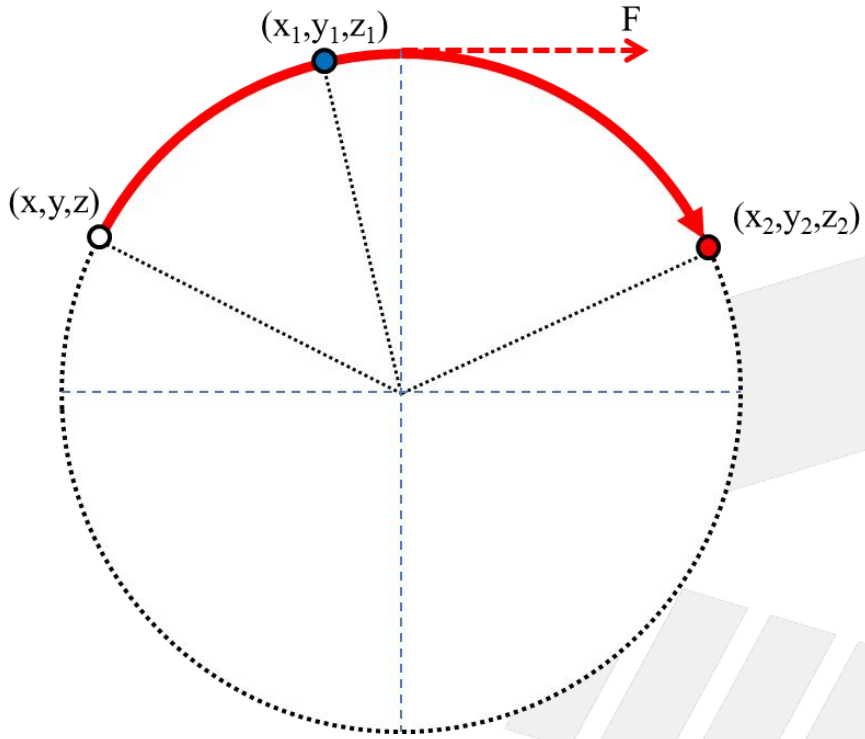
2.3.1 **指令格式**

$$\left\{\begin{array}{l} G02.4 \\ G03.4 \end{array}\right\} X1\_\ Y1\_\ Z1\_\ \alpha 1\_\ \beta 1\_\ F\_;\ \text{//第一程序段(圓弧中間點)}$$

$$X2\_\ Y2\_\ Z2\_\ \alpha 2\_\ \beta 2\_;\ \text{//第二程序段(圓弧終點)}$$

X1_ Y1_ Z1_α1_β1_：第一程序段(圓弧中間點);
X2_ Y2_ Z2_α2_β2_：第二程序段(圓弧終點);
F：進給率速率;
α、β：X、Y與Z軸向以外的軸向，若不需要可不指定;

X、Y、Z：若省略任一軸向指定點座標，則會跟上一指定點相同值



(x,y,z)：圓弧起點(上一單節終點)
(x_1,y_1,z_1)：圓弧中間點
(x_2,y_2,z_2)：圓弧終點

2.3.2 說明

G02.4/G03.4三點圓弧插補，為利用空間中已知給定的三點，透過幾何關系計算，得出一個可依照三點順序，連接起來的圓弧插補功能。使用時只需給予圓弧中間點與終點座標值(G02.4或G03.4前一個單節終點即為圓弧起始點)，加上圓弧切線速率，就可以畫出一空間中的三點圓弧。

2.3.3 注意事項

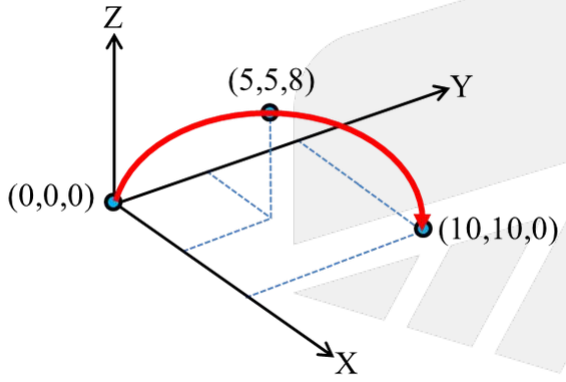
1. 有效版本10.116.16B(含)之後版本，且需要開啟Option19，若無開啟Option19下使用G02.4/G03.4，會觸發COR-100警報(該機型不支援此G碼指令)。
2. G02.4命令與G03.4命令動作相同，可互相取代，且支援絕對量/增量指令。
3. G02.4/G03.4的前一個單節終點為此圓弧的起點。
4. G02.4/G03.4命令兩行視為一組，可連續指定，前一個圓弧的終點會成為下一個圓弧的起點，但F引數只能下在奇數行。若命令總行數為奇數或是F引數下在偶數行時，會觸發COR-134警報(G02.4/G03.4指令格式錯誤)。
5. 若構成圓弧的三個點位於同一直線上時或是其中有任意兩點重合時（例如指定整圓，會造成起終點相同），會以直線插補模式(G01)進行插補，插補路徑由起點到中間點，再由中間點到終點。
6. 單節執行時，在一次循環啟動時會從圓弧起點移動到圓弧終點，不會停止在圓弧的中間點。
7. 使用此功能時，必須先關閉刀具刀尖功能，以及不支援,A、,C及,R等指令，否則會觸發COR-133警報(G02.4/G03.4插補模式下不支援此命令)。
8. 在G02.4/G03.4插補模式下，不可使用G53機械座標定位；也不可在G53機械座標定位後，下一個單節就接G02.4/G03.4指令。以上兩種情形都會造成圓弧路徑走錯。

9. 如果在第一程序段省略α/β指令，僅在第二程序段中指定時，從圓弧的起點到中間點時，未指定的α/β軸向不移動，而由圓弧中間點往終點移動時，α/β軸也會移動到指定的位置。
10. 承上，如果在第二程序段省略α/β指令，僅在第一程序段中指定時，則在由圓弧起點往中間點移動時，α/β軸會移動到指定的位置，而從圓弧的中間點到終點時，未指定的α/β軸向不移動。

2.3.4 程序范例

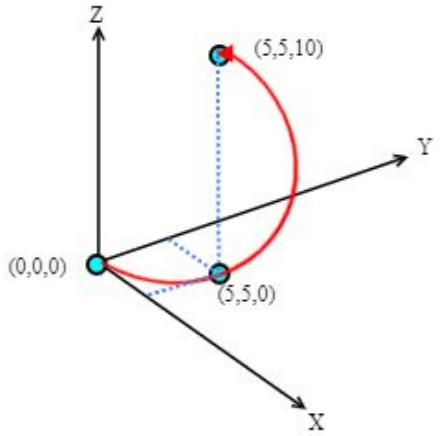
范例一:

```
G90 G01 X0 Y0 Z0 F5000
G02.4 X5. Y5. Z8. F1000
X10. Y10. Z0.
```



范例二:

```
G90 G01 X0 Y0 Z0 F5000
G02.4 X5. Y5. F1000
Z10.
```



2.4 G02/G03：螺旋插補

2.4.1 **指令格式**

1.

$$G17\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}X\_\ Y\_\ \left\{\begin{matrix}R\_\\I\_J\_\end{matrix}\right\}Z\_\ F\_;$$

X、Y：圓弧終點座標;
Z：直線終點座標;
R：圓弧半徑;
I、J：圓弧起點到圓心的向量;
F：進給率速率;

2.

$$G18\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}X\_\ Z\_\ \left\{\begin{matrix}R\_\\I\_K\_\end{matrix}\right\}Y\_\ F\_;$$

X、Z：圓弧終點座標;
Y：直線終點座標;
R：圓弧半徑;
I、K：圓弧起點到圓心的向量;
F：進給率速率;

3.

$$G19\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}Y\_\ Z\_\ \left\{\begin{matrix}R\_\\J\_K\_\end{matrix}\right\}X\_\ F\_;$$

Y、Z：圓弧終點座標;
X：直線終點座標;
R：圓弧半徑;
J、K：圓弧起點到圓心的向量;
F：進給率速率;

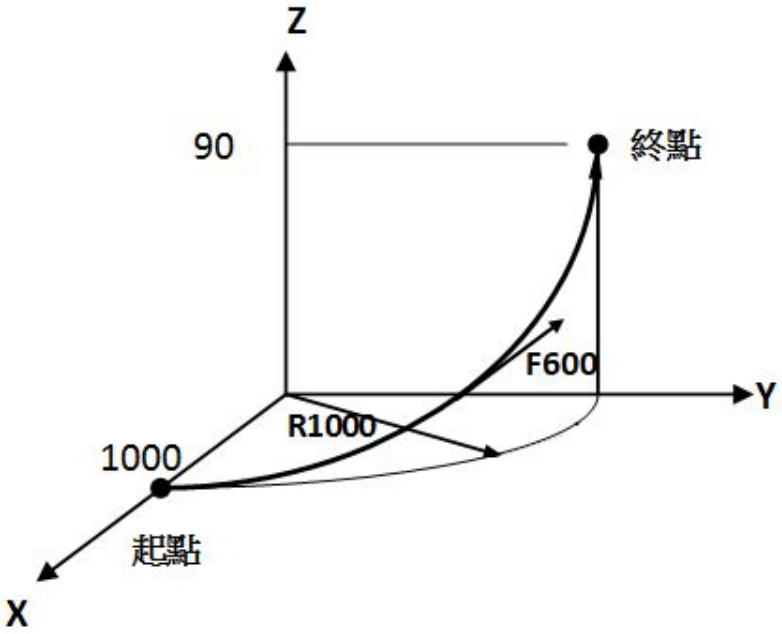
2.4.2 **說明**

當垂直於圓弧平面的第三軸有位移量時，G02/G03指令的動作就是螺旋插補。螺旋插補的圓弧平面的選擇與圓弧插補時一樣。螺旋插補的指令以平面選擇G碼（G17/G18/G19）指定圓弧插補執行的平面。
G17模式：X-Y平面為圓弧插補平面，Z軸直線插補軸。
G18模式：Z-X平面為圓弧插補平面，Y軸直線插補軸。
G19模式：Y-Z平面為圓弧插補平面，X軸直線插補軸。

2.4.3 **注意事項**

1. G02/G03未下任何R、I、J、K時，該單節將視同G01執行。
2. G02/G03所給定的X、Y、Z、I、J、K、R引數失當時，例如：G17模式下，K引數不為零，系統將發出[COR-006 圓弧終點不在圓弧上]警報，此警報可透過Pr3807作警報范圍的調整。

2.4.4 **程序范例**



程序說明:
G17 G03 X0.0 Y1000.0 R1000.0 Z90.0 F600;
// 對X-Y平面圓弧，逆時鐘方向（**CCW**），Z軸直線插補
// 切削率600mm/min做螺旋切削

2.5 G02/G03：螺線插補、圓錐插補

2.5.1 **指令格式**

G17 G02/G03 X_ Y_ I_ J_ L_ F_;
G18 G02/G03 Z_ X_ K_ I_ L_ F_;
G19 G02/G03 Y_ Z_ J_ K_ L_ F_;
X_ Y_ Z_：終點座標;
I_ J_ K_：起點到圓心的向量;
L_：圈數;
F：進給速率;

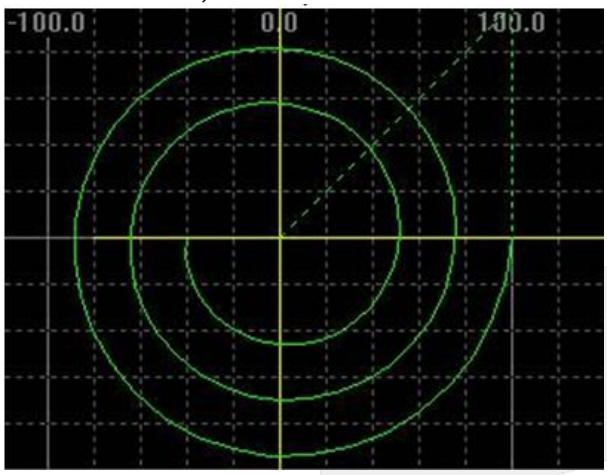
2.5.2 **說明**

螺線插補語法上與圓弧插補G02/G03相似，差別只在於多一個需求圈數L引數，L為整數，不滿一圈部分視為一圈。當G02/G03指令有下L圈數時，就視為螺線插補，起點半徑與終點半徑就允許不一樣，且不會發出圓弧終點不在圓弧上警報。螺旋插補時，加上垂直軸命令時，就是圓錐插補。

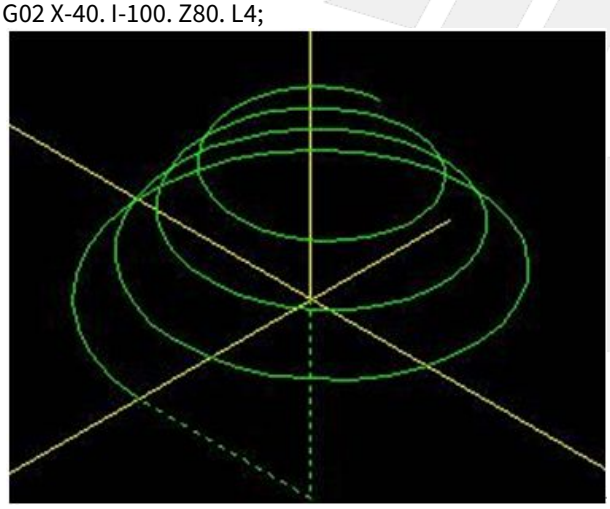
目前在6系列的機型上，不支援此指令

2.5.3 **程式范例**

G17 G00 X100. Y0 Z0;
G02 X-40. I-100. L3;



G17 G00 X100. Y0 Z0;
G02 X-40. I-100. Z80. L4;



2.6 G02/G03：順時針、逆時針圓弧插補

2.6.1 **指令格式**

1. **X-Y**平面圓弧插補：

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X\_ \ Y\_ \left\{ \begin{matrix} R\_ \\ I\_ \ J\_ \end{matrix} \right\} F\_;$$

2. **Z-X**平面圓弧插補:

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X\_ \ Z\_ \left\{ \begin{matrix} R\_ \\ I\_K\_ \end{matrix} \right\} F\_;$$

3. **Y-Z**平面圓弧插補:

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y\_ \ Z\_ \left\{ \begin{matrix} R\_ \\ J\_K\_ \end{matrix} \right\} F\_;$$

X、Y、Z：圓弧終點座標
I、J、K：圓弧起點到圓心的向量值（算法：圓心座標—起點座標）
R：圓弧半徑
F：進給率速率
G90/G91決定絕對或是增量

2.6.2 **說明**

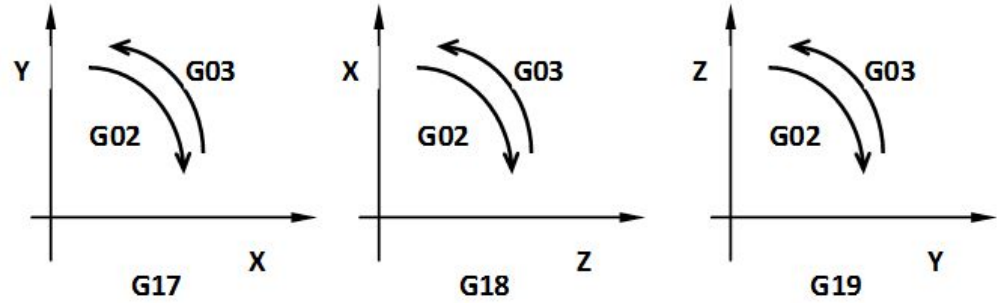
G02、G03指令可使刀具依指定平面、座標系統、圓弧尺寸與圓弧進給率速率執行**圓弧**插補的動作，而刀具運動的方向由G02（順時鐘方向）、G03（逆時鐘方向）來決定。一般圓弧插補依照五個要素列表如下:

設定資料			**指令**	**定義**
1	平面選擇		G17	X-Y平面設定
			G18	X-Z平面設定
			G19	Y-Z平面設定
2	刀具路徑方向		G02	順時鐘方向
			G03	逆時鐘方向
3	終點位置	G90	X、Y、Z中之二軸	所切削圓弧之終點座標
		G91	X、Y、Z中之二軸	從起點到終點之向量值
4	起點到圓心之距離		I、J、K中之二軸	自圓弧起點到圓心之向量值
	圓弧半徑		R	圓弧半徑

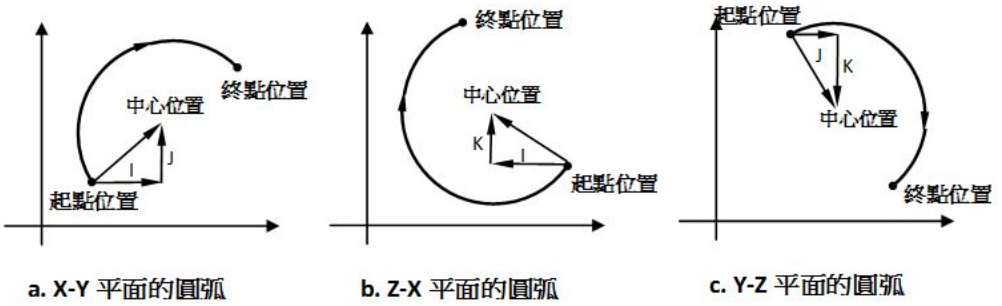
5	進給率速率	F	沿圓弧之進刀速率

圖例:

1. G02、G03之方向



2. I、J、K之定義:



a. X-Y 平面的圓弧　b. Z-X 平面的圓弧　c. Y-Z 平面的圓弧

3. R 的使用:

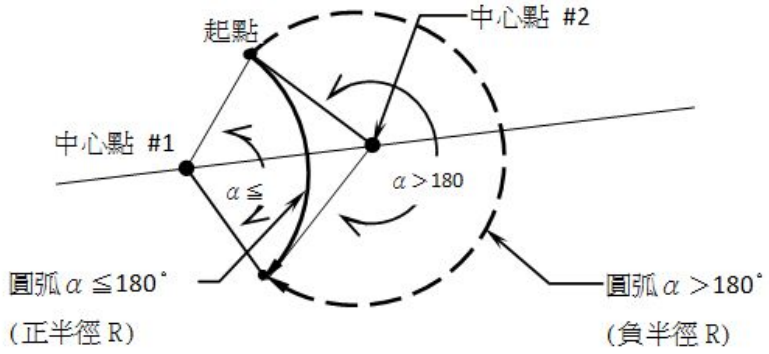
- 圓周角θ≦180°時，R值取**正**值。

$$\left\{\begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix}\right\} X\_ \ Y\_ \ R25.0;$$

- 圓周角180° < θ < 360°時，R值取**負**值。

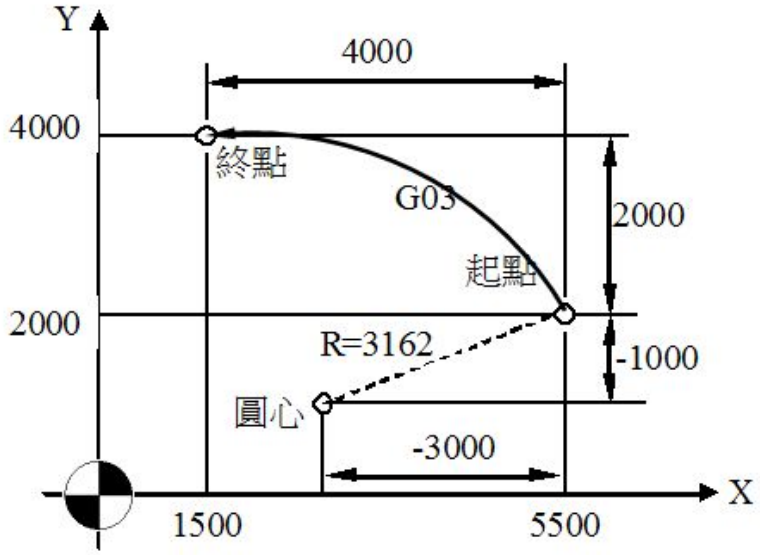
$$\left\{\begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix}\right\} X\_ \ Y\_ \ R-25.0;$$

- 圓周角θ為360°時，只能使用**I**、**J**、**K**值。



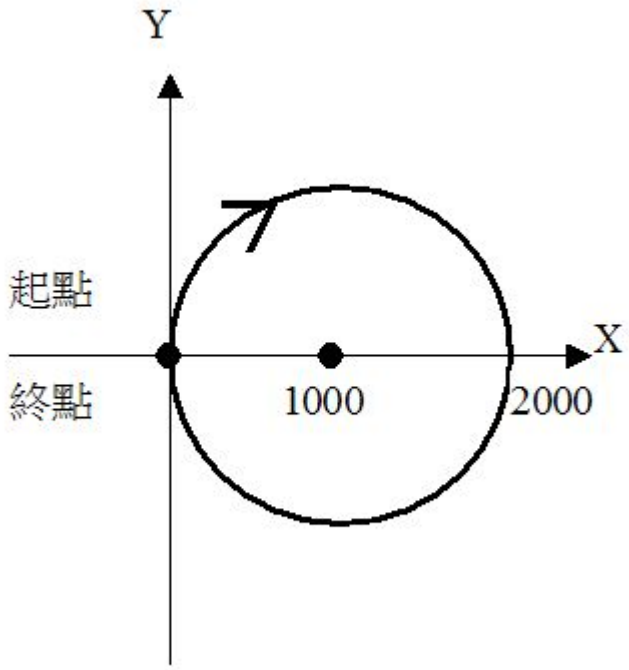
2.6.3 **程序范例**

范例一:



G90 G00 X5500 Y2000; //快速定位至圓弧起點
G17 G90 G03 X1500 Y4000 I-3000 J-1000 F200;//**絕對值**指令
（G17 G91 G03 X-4000 Y2000 I-3000 J-1000 F200;//**增量值**指令）

范例二: （全圓周插補）



G90 G00 X0 Y0;
G02 I1000 F100; //切削一全圓周

2.7 G04.1：軸群間同步等待

2.7.1 **指令格式**

G04.1 P_ [Q_]

P：等待訊號的編號
Q：輸入要互相等待的CNC主系統軸群，未下Q引數則代表全部CNC主系統軸群互相等待；十進制

Q引數格式說明:

1. Q引數指定要互相等待的軸群，目前至多支援4個軸群，各軸群對應Q引數輸入數值如下所示:

軸群ID	Q引數(十進制數字)
1	1
2	2
3	3
4	4

2. 以4個軸群屬於CNC主系統軸群為例(Pr731=4)，若要使1、2、4軸群互相等待，則Q引數需由1、2、4所組成，例如：Q124。

3. Q引數後的數字順序沒有限制，以下六種組合皆是指1、2、4軸群要互相等待:
   Q124、Q142、Q241、Q214、Q412、Q421
4. 當等待訊號P相同時，只要Q所帶數字對應的軸群確實存在，不同軸群Q引數的數字順序不一致，等待也是有效的；以下狀況皆代表相同的Q引數，且1、2、4軸群確實會互相等待:
   a. 第一軸群的加工程序下 G04.1 P2 Q124
   b. 第二軸群的加工程序下 G04.1 P2 Q241
   c. 第三軸群的加工程序下 G04.1 P2 Q412

2.7.2 說明

1. 跨軸群間若有同步之需求，可使用 G04.1 來完成。例如：參閱程式范例三，於 $1 變動 $2 主要主軸轉速，若想要 $2 在 G95 模式下所對應的進給速度也隨之改變，應在 $1、$2 分別使用 G04.1 停止程式預解進行軸群執行狀態更新，避免 $2 使用舊的主軸轉速，導致進給速度錯誤。
2. 以雙程式為例，第一軸群中的 G04.1 P1 [Q12] 與第二軸群中的 G04.1 P1 [Q12] 會互相等待，直到同步後再繼續往下一單節執行。
3. 同理，第一軸群中的 G04.1 P2 [Q12] 與第二軸群中的 G04.1 P2 [Q12] 會互相等待，直到同步後再繼續往下一單節執行；其余依此類推。
4. 各軸群的加工程序中，同樣Q引數之G04.1的數量需相同（包括不帶Q引數），且P後面之數字須依照順序由小而大依序使用。

$1	$2	$3
G00 X0. **G04.1 P1** G01 X10. F1000 G04.1 P2 Q13 X20. G04.1 P3 Q13 X30. G04.1 P5 Q13 X40. **G04.1 P6** M30	G00 Y0. **G04.1 P1** G01. Y10. F1000 Y15. *G04.1 P4 Q23* Y20. **G04.1 P6** M99	G00 Z0. **G04.1 P1** G01 Z10. F1000 G04.1 P2 Q13 Z25. G04.1 P3 Q13 Z40. *G04.1 P4 Q23* Z55. G04.1 P5 Q13 Z70. **G04.1 P6** M99

*由上表可看到，未帶Q引數（所有軸群）的G04.1，每個軸群同樣有2個；Q13的G04.1，第一及第三軸群同樣有3個；Q23的G04.1，第二及第三軸群同樣有1個。

5. 需自動重復加工數個工件時，請於第一群組程式最末端編入M99，但需注意若要讓各群組程式能同步反覆加工，必須於各群組之M99前編入相同之G04.1 P_ 碼，如上表$1~$3結尾皆有G04.1 P6。

2.7.3 注意事項

1. 以下狀況發生時，觸發警報「COR-137 G04.1 P引數的順序錯誤」
   a. 未下Q引數時，P引數不同
   b. Q引數相同時，P引數不同
   c. P引數相同時，Q引數不同
2. 以下狀況發生時，觸發警報「COR–144 G04.1 Q引數的內容錯誤」
   a. Q引數不為正整數
   b. Q引數指定的軸群不存在
   c. Q引數指定軸群不包含當下軸群，例：在第一軸群的加工程序下G04.1 P1 Q23
3. 為避免相容性異動，G04.1保留可不帶Q引數的規格，此時代表指定所有的主系統軸群

4. 非CNC主系統軸群之加工程序，與其引用之副程式的編寫方式，皆不支援G04.1
5. 執行G04.1等待功能時，系統視為加工中。范例如下(顯示為第一軸群加工狀態)

環境：C40 On, G-code每個cycle start執行一行
說明：$1和$2單行執行結束，第一軸群為單節停止狀態

說明：$1等待$2，第一軸群為加工中..狀態


2.7.4 程式范例

程式一:

$1	**$2**
G04.1 P1; G01 X50. F2000; G04.1 P2; Z100.; G04.1 P3; X0.; G04.1 P4; Z0.; G04.1 P5; M99;	G04.1 P1; G01 X250. F3000; G04.1 P2; Z500.; G04.1 P3; X0; G04.1 P4; Z0; G04.1 P5; M99;

程式二:

$1	$2	$3

G04.1 P1 Q12; // $1與$2同步
G01 X50. F2000;
Z100.;
X0.;
Z0.;
G04.1 P2; // 全部軸群同步一起反覆加工
M99;
	G04.1 P1 Q12; // $1與$2同步
	G01 X25. F3000;
	Z50.;
	X0.;
	Z0.;
	G04.1 P2; // 全部軸群同步一起反覆加工
	M99;
		G00 X10. Z10.;
		G04 X1.;
		X0. Z0.;
		G04 X1.;
		
		G04.1 P2; // 全部軸群同步一起反覆加工
		M99;

程式三：兩主軸同期後，雙系統各自進行外徑切削。請特別留意雙系統G04.1P_以及基礎主軸S引數先後關系，若順序擺放錯誤，將導致第二系統的F引數不如預期。

$1	$2
G04.1 P1 // 與$2同步 M03 S30 G114.1 R0 // 啟用主軸同期 G04.1 P2 // 與$2同步 G01 U10. 1. U-10. G04.1 P3 // 與$2同步，等待$2切削完畢才變動主軸轉速 M03 S60 // 主軸同期中，變動第一主軸轉速 G04.1 P4 // 與$2同步 G04.1 P5 // 與$2同步，等待$2切削完畢才解除主軸同期 G113 // 解除主軸同期 M05 G04.1 P6 // 與$2同步，避免$1太快執行到 M30，導致$2未做完 M30	G04.1 P1 // 與$1同步，避免$2 M99回到檔頭繼續執行 M13 S15 G04.1 P2 // 與$1同步，第二主軸轉速同步為 30 RPM G01 U10. F2. // G95下，進給速度為 30*2 = 60 mm/min U-10. G04.1 P3 // 與$1同步 G04.1 P4 // 與$1同步，第二主軸轉速同步為 60 RPM G01 U10. // G95下，進給速度為 60*2 = 120 mm/min U-10. G04.1 P5 // 與$1同步 M15 G04.1 P6 // 與$1同步 M99

2.8 G04：暫停指令

2.8.1 **指令格式**

$$G04 \left\{ \begin{matrix} X\_ \\ P\_ \end{matrix} \right\} Q\_$$

X：暫停時間（有小數點，以秒為單位；無小數點，以毫秒為單位。）

P：暫停時間（以毫秒為單位，不接受小數點）

Q：跳躍訊號來源，範圍：101~132，分別對應C101~C132

2.8.2 說明

當執行某些加工行程需要延遲的地方時（錐坑、柱坑、魚眼坑、銑削轉角），可使用G04讓主軸正常轉動，各軸均暫停移動一段時間，使孔深精確或得到真正直角，才轉換至下一個單節，達到所要求精度。

2.8.3 注意事項

- G04指令只在單一單節有效。

2.8.4 程式范例

```
G04 X2500;   //停留 2.5秒
G04 X2.5;    //停留 2.5秒
G04 P2500;   //停留 2.5秒
G04 P2.5;    //停留 2毫秒（不接受小數點）
```

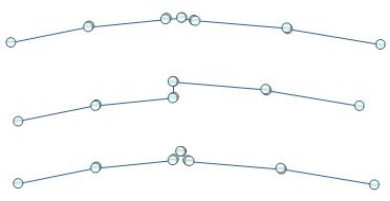
2.9 G05.1：路徑平滑模式

2.9.1 指令格式

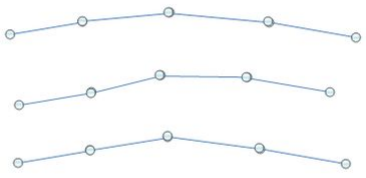
G5.1 $\left\{ \begin{matrix} Q1 \\ Q2 \end{matrix} \right\}$ E_：啟動平滑功能
G5.1 Q0：關閉平滑功能
Q：啟動/關閉平滑功能，其中啟動功能可分為Q1/Q2兩種模式
E：平滑的允許最大路徑誤差，單位為IU(公制mm/英制inch)

2.9.2 說明

根據G05.1所帶的E引數，對加工路徑進行修飾平滑，以達縮短加工時間且提升切削平穩性的目的。E引數越大，則平滑後的軌跡與原始路徑差異越大。



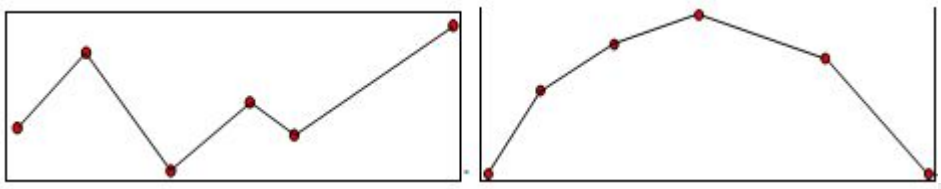
不平順的加工單節



平滑過的加工單節

1. Q1適用情境：如下左圖所示，NC路徑崎嶇不平雜點較多。

2. Q2適用情境：如下右圖所示，NC路徑曲率一致，但是打點密度較疏，一般起因於CAD/CAM的加工精度設較低。



2.9.3 注意事項

1. 此功能僅支援銑床CE系統，有效版本始於10.114.56。
2. E引數輸入上限為1.0，單位1mm/1inch。當輸入大於1.0，內訂為1.0。(10.116.56B, 10.118.12J 版本以前, E引數輸入上限為 0.1mm)
3. 指令不完整(例如少下Q或E)，或是指令不正確(例如Q值錯誤，或E值小於等於0)，系統發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。
4. G61/G63模式之下，禁止使用啟動平滑功能的指令(G5.1)，否則系統發出【COR-106在G61或G63模式下禁止使用G5.1路徑平滑】警報。
5. 承上，G5.1模式中啟用G61/G63，系統將停止平滑功能，直到跳出G61/G63模式後再啟動。
6. 平滑的動作，只對G5.1 Q1/Q2 E_到G5.1 Q0之間的G01指令有效。
7. 在G5.1模式之下，下達刀長補正指令(如G43)或座標轉換指令(如G54)，若下一個指令為G01，則不進行平滑動作，之後的G01指令回復平滑動作。
8. 若設定UVW為XYZ軸增量指令(Pr3809=1)，此功能關閉。

2.9.4 程式范例

```
N001 G05.1 Q1 E0.01//開啟平滑模式，允許誤差為10um
N002 G90 G01 F2000
N003 X-0.002 Y-0.001//以下指令進行平滑
N004 X-0.003 Y-0.003
N005 X-0.004 Y-0.005
N006 X-0.005 Y-0.007
N007 X-0.007 Y-0.008
N008 X-0.008 Y-0.009
N009 X-0.011 Y-0.010
N010 X-0.013 Y-0.012
N011 X-0.014 Y-0.013
N012 X-0.015 Y-0.015
N013 X-0.016 Y-0.018
N014 G05.1 Q0//關閉平滑模式
N015 M30//程式結束

N001 G05.1 Q2 E0.01//開啟平滑模式，允許誤差為10um
N002 G91 G01 F2000
N003 X-0.002 Y-0.001//以下指令進行平滑
N004 X-0.001 Y-0.002
N005 X-0.001 Y-0.002
N006 X-0.001 Y-0.002
N007 X-0.002 Y-0.001
N008 X-0.001 Y-0.001
N009 X-0.003 Y-0.001
```

N010 X-0.002 Y-0.002
N011 X-0.001 Y-0.001
N012 X-0.001 Y-0.002
N013 X-0.001 Y-0.003
N014 G05.1 Q0//關閉平滑模式
N015 M30//程式結束

2.10 G05：高精軌跡控制功能 (XYZ幾何軸)

2.10.1 **指令格式**

啟動G05高精軌跡控制模式：
G05P10000
G05P10000 E_
G05E_

關閉G05高精軌跡控制模式：
G05 P0
G05

P：指定開啟或是關閉G05高精軌跡控制模式，P值設10000為開啟，0為關閉。若有設E值，則P值內定為10000；E值及P值皆未設定，則P值內定為0。
E：根據此誤差值，控制器自動調整參數或路徑，單位：公制mm、英制inch。

2.10.2 **說明**

1. G05高精軌跡控制模式 (HPCC)包含兩大核心：
   a. 曲線擬合：根據容許的幾何軸誤差值Pr407，進行曲線的嵌合，達到理想上的連續平滑路徑。
   b. 參數最佳化：根據使用者所下的容許誤差值E或是加工誤差容許量TOL，自動調整核心內部參數，并且進行精度的補償，使得最後的加工結果，接近一開始所下的容許誤差值。
2. 相關參數
   a. Pr407：曲線嵌合誤差(um)，此參數用於曲線擬合。
   b. TOL：加工誤差容許量(um)，此參數用於參數最佳化，在啟用功能時若未設定E值，則參考此參數（參數位置：參數設定→ 高速高精參數→ 快速參數設定）。
3. 啟用功能說明
   下表為使用G碼開啟HPCC，各情境如下：

指令	Pr3808(SPA)	平滑等級	啟用功能
G05 P10000	0	0~9	曲線擬合
	1~5	0	
G05 P10000	1~5	1~9	曲線擬合 參數最佳化(參考TOL)
G05 P10000 E_	1~5	0~9	曲線擬合 參數最佳化(參考E值)

指令	Pr3808(SPA)	平滑等級	啟用功能
G05 E_			

下表為使用Pr3802開啟HPCC，不需要下G05，加工時預設開啟HPCC功能，各情境如下:

Pr3802	Pr3808(SPA)	平滑等級	啟用功能
2	0	0~9	曲線擬合
	1~5	0	
2	1~5	1~9	曲線擬合 參數最佳化

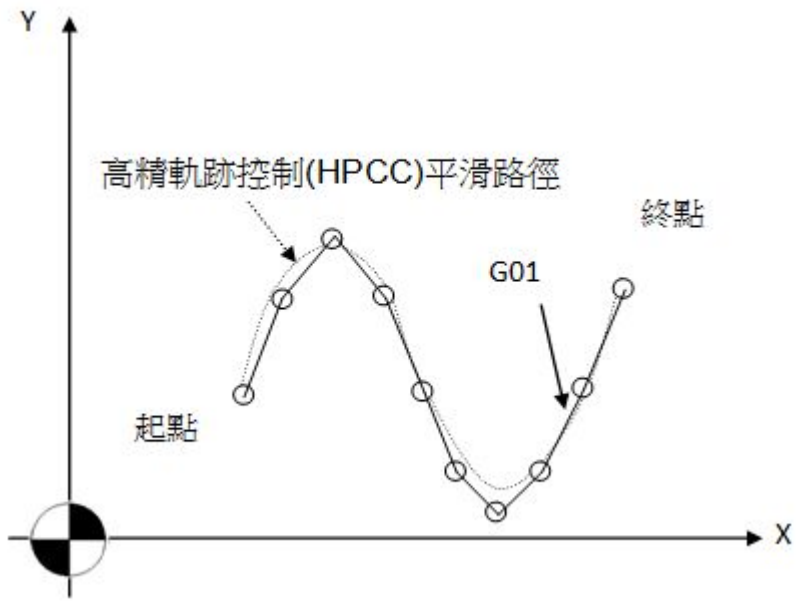
注1：在10.116.36(含)以後的版本，核心使用的是新版SPA2.0(ZPEC)，不支援參數最佳化，其原因可參照"注2"。
在10.116.6(含)~10.116.35(含)之間的版本，核心使用的是原始SPA，支援參數最佳化。
注2：因SPA2.0(ZPEC) 的精度控制大幅提升，故不需支援參數最佳化即可拉高精度。
注3：E_ 和 參數最佳化有效版本止於 10.116.54A(含)之前。

2.10.3 注意事項

1. G05模式僅在銑床CE版本上才有，其中高精軌跡控制模式（HPCC）為軟體功能option 11，欲使用請先向原廠購買啟用；參數最佳化功能，則需要在SPA功能啟動（Pr3808不為0，建議設5）時，才會有作用。
2. E引數的值，必須為正值，輸入太小，則會導致加工太慢或是一直停頓。
3. 進行參數最佳化時，會根據Pr401及Pr408，當作參數的極限值，最後的加速度及圓弧速度，并不會超過預設參數的設置。
4. 在車床系統或Pr3809設定為1時（加工程序中UVW為XYZ軸增量運動指令），高精軌跡控制模式無法啟動。
5. 高精軌跡控制功能僅接受半徑軸（Pr281~=0）。
6. 高精軌跡控制模式下，確實停止檢測（G09/G61）會無效。
7. 高精軌跡控制模式下，下G61/G63，會停止高精軌跡控制功能，直至跳出G61/G63模式後自動重新啟動高精軌跡控制。
8. 在G61/G63模式之下，禁止啟動高精軌跡控制功能，否則系統會發出警報。
9. P引數只能為10000或是0，若輸入錯誤，系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。
10. 高精軌跡控制模式支援暫停、急停、復位、進給倍率變動，但不支援單節停止（C40/M00）以及反向手輪模擬。
    a. 如果需要使用單節停止C40，請在加工前就on C40或在關閉 HPCC 模式下使用。
    b. 不支援單節停止C40，這是指不能保證能與未開啟高精軌跡控制模式時會停在同一個位置上，這是因為單節可能被平滑掉，導致C40會停在平滑後的位置上。
11. 高精軌跡控制模式支援後加減速、SPA功能、以及機構補償功能，但不支援單節停止禁止（#1502）、進給倍率禁止變動（#1504）。
12. 高精軌跡控制模式下，人機行號顯示會領先實際位置。
13. 高精軌跡控制模式下，最多支援三個幾何軸，不支援旋轉軸。若要支援旋轉軸，請參照G05 高精軌跡控制功能(含旋轉軸)頁面中，其程序的指令規格與軟體版本的限制 。
14. 高精軌跡控制模式下，軸禁止功能（R603）會同時檢查X、Y、Z三個幾何軸。

15. 高精軌跡控制模式下，不支援反時間進給功能（G93）。
16. 高精軌跡控制模式下，不支援圖形模擬。
17. 高精軌跡控制模式下，不能正常支援剩余距離的顯示，這是因為此模式下，顯示的是離曲線終點的距離而非單節的終點（因為單節終點可能被平滑掉）。
18. 高精軌跡控制模式下，不支援中斷型副程式呼叫功能之中斷訊號(C49)。
19. 10.116.54B, 10.118.1及之后版本，已移除快速參數設定功能，改用多組加工條件。加工監控頁面亦將平滑等級的設定輸入框移除。

2.10.4 **程式范例**




```
N001 G0 X3. Y4. Z0.
N002 G05 P10000 // 啟動高精軌跡控制模式，插值平滑化曲線。
N003 G01 X3.8 Y6.1 F5000.
N004 X4.6 Y7.
N005 X5.4 Y6.1
N006 X6.1 Y4.
N007 X6.9 Y1.9
N008 X7.7 Y1.
N009 X8.5 Y1.9
N010 X9.3 Y4.
N011 X10. Y6.1
N012 G05 P0 // 關閉高精軌跡控制模式。
N013 M30
```

2.11 G05：高精軌跡控制功能 (含旋轉軸)

2.11.1 **指令格式**

啟動G05高精軌跡控制模式 (HPCC):
G05 P10000 X0 Y0 Z0 (α_) (β_)

關閉G05高精軌跡控制模式 (HPCC):
G05 P0
G05

P　　：指定開啟或是關閉G05高精軌跡控制模式 (HPCC)，P值設10000為開啟，0為關閉。
X Y Z　:指定要進行平滑的幾何軸軸向之軸名稱，引數必須為0。
(α_) (β_) : 指定要進行平滑的旋轉軸軸向之軸名稱，引數為容許誤差，必須為正(>0)，引數單位可見"說明"。

2.11.2 說明

1. G05高精軌跡控制模式 (HPCC)
    a. 曲線擬合：根據容許的幾何軸誤差值Pr407及指令給定的旋轉軸容許誤差值(α_) (β_) ，進行曲線的嵌合，達到理想上的連續平滑路徑。

2. 相關參數
    a. Pr407：曲線嵌合誤差(um)，此參數用於幾何軸的曲線擬合。
    b. Pr17、Pr3241：用於設定(α_) (β_) 引數的單位，下表舉常見案例，其余設定方式可按參數的連結。

參數	**Pr17 = 2, Pr3241 = 0**	
程式	G05 P10000 X0 Y0 A0.1 B0.3 ... G05 P0	G05 P10000 X0 Y0 A100 B300 ... G05 P0
說明	開啟HPCC功能并設定平滑軸向為X、Y、A、B軸， A軸的平滑容許誤差為0.1deg， B軸的平滑容許誤差為0.3deg。	開啟HPCC功能并設定平滑軸向為X、Y、A、B軸， A軸的平滑容許誤差為0.1deg， B軸的平滑容許誤差為0.3deg。

2.11.3 注意事項

1. G05模式僅在銑床CE版本上才有，其中高精軌跡控制模式為軟體功能option 11，欲使用請先向原廠購買啟用。
2. 在10.116.36(含)以後之版本，高精軌跡控制模式才支援G05 P10000 X0 Y0 Z0 (α_) (β_)此指令規格，可設定1~3個幾何軸與0~2個旋轉軸為平滑軸向，最多同時支援三個幾何軸及兩個旋轉軸。
3. 在車床系統或Pr3809設定為1時（加工程序中UVW為XYZ軸增量運動指令），高精軌跡控制模式無法啟動。
4. 高精軌跡控制模式下，僅接受半徑軸（Pr281~=0）。
5. 高精軌跡控制模式下，確實停止檢測（G09/G61）會無效。
6. 高精軌跡控制模式下，下G61/G63，會停止高精軌跡控制功能，直至跳出G61/G63模式後自動重新啟動高精軌跡控制。
7. 在G61/G63模式之下，禁止啟動高精軌跡控制功能，否則系統會發出警報。
8. 高精軌跡控制模式下，啟用RTCP模式(G43.4)/STCP模式(G43.4 L1)，會自動關閉HPCC模式，等離開RTCP/STCP模式後(G49)，會自動啟動高精軌跡控制。
9. 在RTCP模式(G43.4)/STCP模式(G43.4 L1)下，禁止啟用HPCC功能，否則系統會發出警報【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】。
10. P引數只能為10000或是0，若輸入錯誤，系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。

11. 僅使用G05 P10000啟用高精軌跡控制模式（HPCC），後面未設定平滑軸向時，預設平滑軸向為X軸、Y軸及Z軸(等同於G05 P10000 X0 Y0 Z0)。
12. 啟用指令G05 P10000 X0 Y0 Z0 α_ β_，α、β代表旋轉軸，旋轉軸的部分指定的容許誤差單位會受到參數17以及參數3241影響，在下列情況系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報：
    a. 當指定超過五個軸向時。
    b. 幾何軸設定引數不為0時。
    c. 旋轉軸設定引數為0時。
    d. 沒有設定幾何軸軸向，卻有設定旋轉軸軸向時。
    e. 指定超過兩個旋轉軸向時。
    f. 任一軸向引數為負數時。

    特別提及，X、Y、Z不建議設為旋轉軸型態，α、β軸不建議設為線性軸型態。亦指，此功能建議線性軸數量至多3個，旋轉軸數量至多為2個。
13. 高精軌跡控制模式支援暫停、急停、復位、進給倍率變動，但不支援單節停止（C40/M00）以及反向手輪模擬。
    a. 如果需要使用單節停止C40，請在加工前就on C40或在關閉 HPCC 模式下使用。
    b. 不支援單節停止C40，這是指不能保證能與未開啟高速高精模式時會停在同一個位置上，這是因為單節可能被平滑掉，導致C40會停在平滑後的位置上。
14. 高精軌跡控制模式支援後加減速、SPA功能、以及機構補償功能，但不支援單節停止禁止（#1502）、進給倍率禁止變動（#1504）。
15. 高精軌跡控制模式下，人機行號顯示會領先實際位置。
16. 高精軌跡控制模式下，若出現非平滑軸向的指令或是幾何軸移動量為零的單節，會暫時關閉高精軌跡控制功能，不發出警報。
17. 高精軌跡控制模式下，軸禁止功能（R603）會同時檢查X、Y、Z三個幾何軸與α、β兩個旋轉軸。
18. 高精軌跡控制模式下，不支援反時間進給功能（G93）。
19. 高精軌跡控制模式下，不支援圖形模擬。
20. 高精軌跡控制模式下，不能正常支援剩余距離的顯示，這是因為此模式下，顯示的是離曲線終點的距離而非單節的終點（因為單節終點可能被平滑掉）。
21. 高精軌跡控制模式下，不支援中斷型副程式呼叫功能之中斷訊號(C49)。
22. Reset時會自動取消線性軸與旋轉軸之HPCC功能。

2.11.4 程式范例

```
N001 G0 X3. Y4. Z0. B0.
N002 G05 P10000 X0 Z0 B0.002   // 啟動高精軌跡控制模式 (HPCC)模式，平滑軸向為X軸、Z軸及B軸，B軸容許誤差為0.002Degree(在Pr17=2，Pr3241=0的情形下)，插值平滑化曲線。
N003 G01 X3.8 Z6.1 B3.4 F5000
N004 X4.6 Z7.
N005 X5.4 B6.1
N006 X6.1 Z4. B3.6
N007 X6.9 Z1.9
N008 X7.7 B1.
N009 Z8.5 B1.9
N010 Z9.3 B4.
N011 X10. Z6.1 B1.
N012 G05 P0       // 關閉高精軌跡控制模式 (HPCC)模式。
N013 M30
```

2.12 G06.2： NURBS曲線插補

英文版 English Version: G06.2： NURBS Curve Interpolation

2.12.1 指令格式

G05 P10000;//高速高精模式啟動

:

G06.2 P_K_X_Y_Z_R_F__;//NURBS曲線插補

K_X_Y_Z_R_;

K_X_Y_Z_R_;

K_X_Y_Z_R_;

K_;

K_;

K_;

K_;

:

G05 P0;//高速高精模式關閉

P：NURBS曲線階數 （2 ~ 4），如使用者未輸入則系統內定為4
K：NURBS曲線節點值
X、Y、Z：NURBS控制點座標
R：NURBS曲線權重值 （0.001 ~ 1000），如使用者未輸入則系統內定為1.0
F：NURBS曲線最大進給速率 mm/min，如使用者未輸入則系統內定為前一條曲線的最大進給速率

2.12.2 說明

G06.2切削指令乃依工作程式指示，執行NURBS曲線插補，以G90/G91決定絕對值或是增量值型態，按F引數所設的進給速率速度進行NURBS曲線切削。(此功能僅在CE系統提供)

2.12.3 注意事項

1. 不支援單節執行以及手輪負向模擬。

2.12.4 程式范例

N001 G0 X0.0 Y0.0 Z0.0

N002 G05 P10000//高速高精模式啟動

N003 G06.2 P3 K0.0 X0.0 Y0.0 Z0.0 R1.0 F5000.

//執行NURBS曲線插補

N004 K0.0 X0.0 Y5.0 Z0.0 R1.0

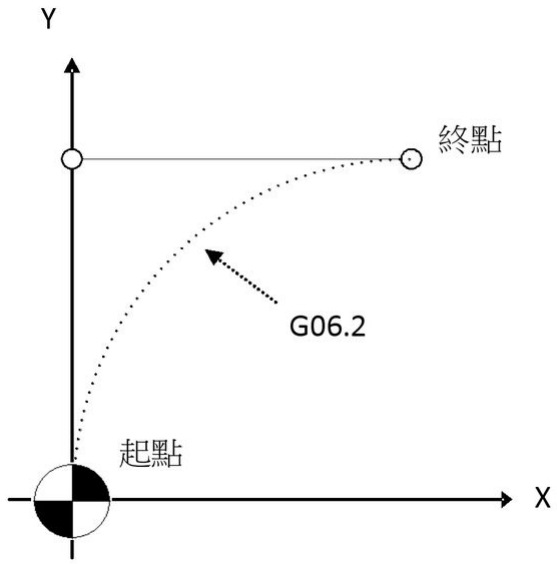
N005 K0.0 X5.0 Y5.0 Z0.0 R1.0

N006 K1.0

N007 K1.0

N008 K1.0

N009 G05 P0//高速高精模式關閉



2.13 G09/G61：確實停止檢測

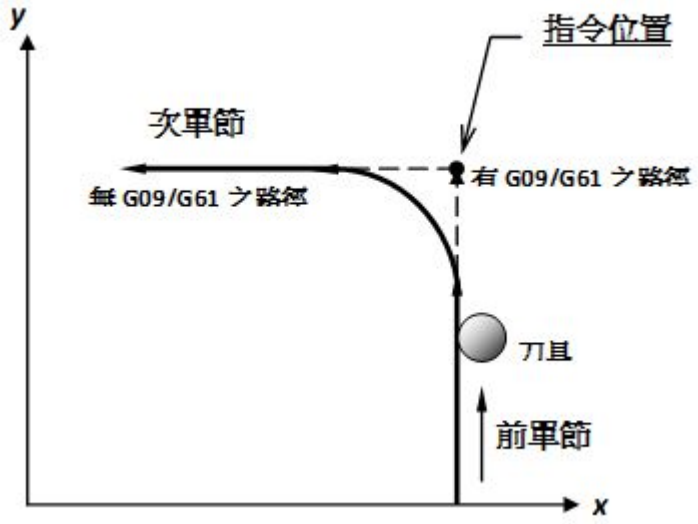
2.13.1 **指令格式**

G09 X__ Y__ Z__ ;
G61;
X、Y、Z：指定轉角位置座標

2.13.2 **說明**

加工進行遇到轉角時，有時因刀具移動速度過快或伺服系統延遲的關系，無法確實依照轉角形狀切削而切成少許圓角，造成誤差，但是在要求絕對直角精度之場合時，可使用G09或G61功能達成，使其刀具接近轉角減速，位置到達一定狀態（CNC參數所設之寬幅范圍內）確認後，次一單節的指令才會開始執行。G09確實停止檢測僅在含有G09指令之單節有效;G61確實停止檢測在G61指令後的切削指令（G01~G03）均做正確停止檢測，直到自動轉角進給百分率（G62）及攻牙模式（G63）或切削模式（G64）指定為止，持續有效。
注 :
G01檢查視窗 : 參數421-440 ,
G00檢查視窗 : 參數481-500

2.13.3 **圖例**



2.14 G10：可程式資料輸入

2.14.1 **指令格式**

$$G10 \begin{Bmatrix} L10 \\ L11 \\ L12 \\ L13 \end{Bmatrix} P\_ \quad R\_ \quad ;$$

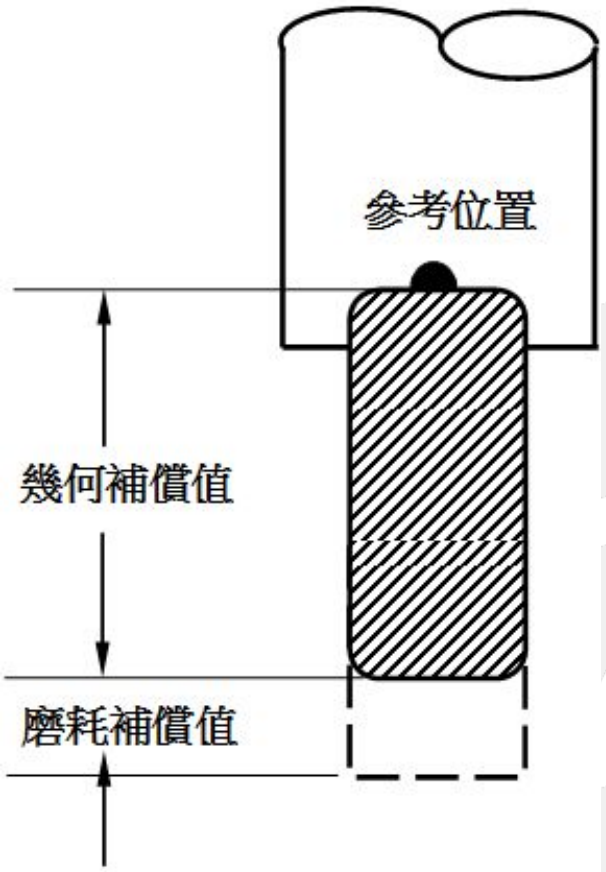
L10 用於刀具長（H）幾何補正量
L11 用於刀具長（H）磨耗補正量
L12 用於刀具徑（D）幾何補正量
L13 用於刀具徑（D）磨耗補正量

P：刀具補正號碼;
R：刀具補正值（刀具長或刀具直徑資料）；

2.14.2 **說明**

1. G10指令就是直接利用程式指令方式來輸入**刀具補正量**。
2. 在絕對指令模式（G90）下是絕對值，G10之設定值為新的補正值;在增量指令模式（G91）下是增量值，G10之設定值為目前值加上新補正值。
3. 此語法僅適用於Pr3816=0/1，輸入單軸補償值。
4. 不支援PLC軸控制元件(PLC Axis)。

2.14.3 **圖例**



2.15 G12.1/G13.1：啟動、取消極座標插補

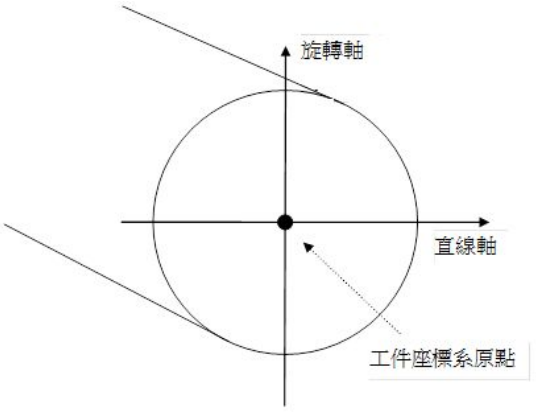
指令格式

G12.1 X *C*; // 啟動極座標插補方式;
… // (指令直角座標系中的直線或圓弧插補,
… // 直角座標系由直線軸和回轉軸組成)
G13.1; //極座標插補方式取消
X：程式零點相較旋轉中心的X方向偏心量
C：程式零點相較旋轉中心的C方向偏心量

2.15.1 **說明**

1. 極座標插補功能是將輪廓控制由直角座標系中程式的指令轉換成一個直線軸運動（刀具的運動）和一個回轉軸的運動（工件的運動）。

2. 極座標插補平面，G12.1 啟動極座標插補方式并選擇一個極座標插補平面（如下圖）。極座標插補在該平面上完成。



3. G12.1 之後，C絕對座標顯示為負的C方向偏心量；X的絕對座標受到，X為直半徑軸影響，詳細說明如下:
   a. X為半徑軸，在極座標插補中，X軸會使用半徑軸編程。X絕對座標顯示為G12.1之前的座標扣除X方向偏心量:
      G0 X50. C90. // 絕對座標 X = 50, C =90
      G12.1 X10. C5. // 絕對座標 X = 50 - 10 = 40, C = 0 - 5 = -5
      G13.1 // 絕對座標 X = 50, C = 90
   b. X為直徑軸，在極座標插補中，X軸會使用半徑軸編程。X絕對座標顯示為G12.1之前的座標除以二後扣除X方向偏心量:
      G0 X50. C90. // 絕對座標 X = 50, C =90
      G12.1 X10. C5. // 絕對座標 X = 50/2 - 10 = 15, C = 0 - 5 = -5
      G13.1 // 絕對座標 X = 50, C = 90

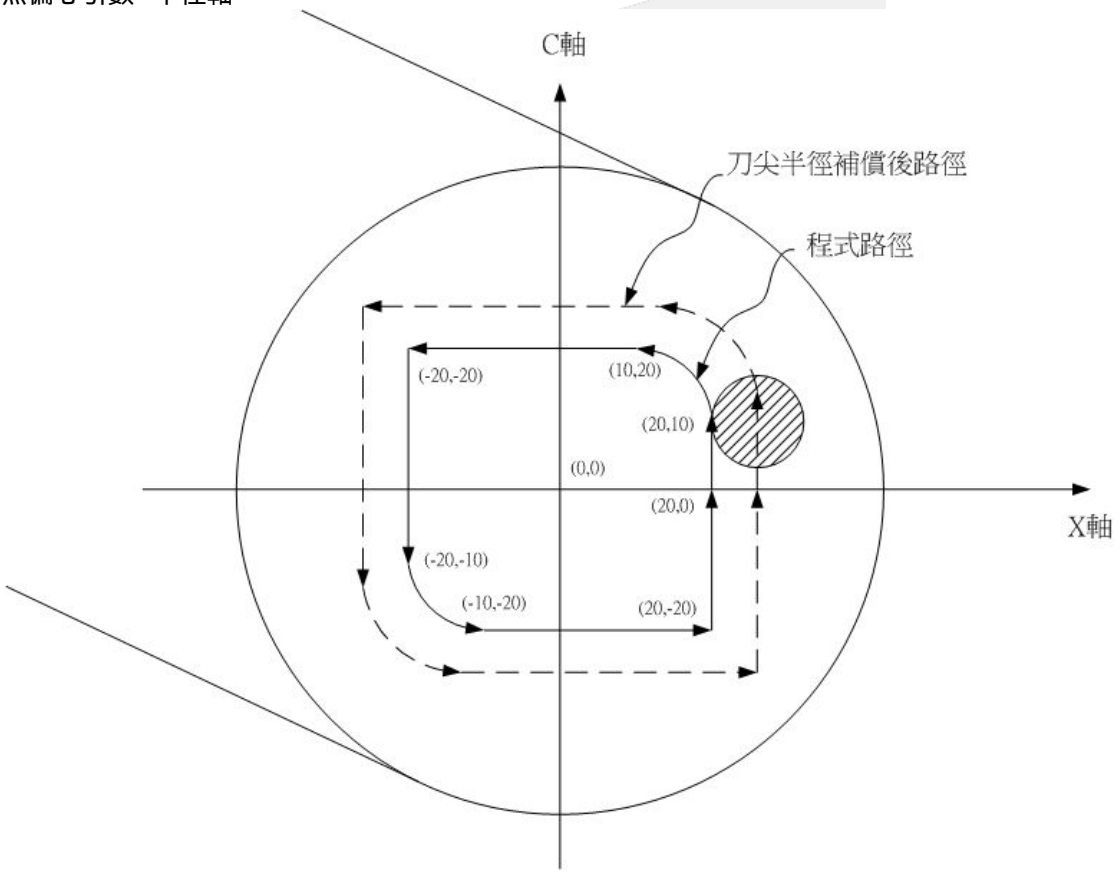
2.15.2 **注意事項**

1. 偏心引數功能有效版本始於10.116.11。
2. 關機或系統復位後，極座標插補功能被取消。
3. 極座標插補中可使用以下G碼:
   G01直線插補
   G02/G03 圓弧插(IJR引數同一般寫法)
   G04暫停
   G40/G41/G42刀尖刀尖
   G65/G66/G67用戶程式呼叫
4. 極座標插補啟動後，工作平面功能(G17/G18/G19)被取消，會強制指定為G12.1的工作平面(未客制下是G17)；待極座標插補取消或是系統復位後，系統回復極座標插補啟動前所指定之工作平面。
5. 極座標插補啟動後，座標系無法改變(G50/G52/G53/G54~G59)。
6. 刀徑補償功能啟用(G41/G42)下不能啟動或取消極座標插補功能，必須在刀徑補償功能取消(G40)時方可使用。
7. 極座標插補啟動後，若需要開啟刀徑補償功能(G41/G42)，必須多下一個移動量為0的帶刀單節，以確保路徑正確性。
8. 極座標插補模式下，刀徑補償不能選擇預看模式(PR3815=1)。
9. 程式再啟動：對於G12.1方式中的程式段，不能進行程式的再啟動，以避免路徑錯誤。
10. 切換到極座標後，會以當時的C軸角度為假想0度規劃動作，故執行G12.1前，請先執行C軸定位的動作，確保後續的量角度相同。(可參考范例)
11. 目前不支援在沒有開啟Z軸的情況下使用此功能，否則可能造成G02/G03路徑錯誤。
12. 極座標插補功能不能和五軸刀尖點功能(G43.4/G43.5) 混用。

13. 在極座標插補功能(G12.1)模式中，不可以使用直/半徑軸編程切換指令(G10.9)，會跳出警報 COR-325。
14. 當使用者先下過 G10.9 X_，後又啟動極座標插補功能(G12.1)，在極座標插補中，X軸會使用半徑軸編程。取消極座標插補功能(G13.1)之後，X軸會回復到參數原始設定值。如果想要回復到 G10.9 的設定值，請重新指定 G10.9 X_。
15. 若刀具從C軸機構中心位置開始移動，移動方式可能分成兩階段，分別為：先做C軸定位，再做X軸移動，此為正確動作，并非各軸不聯動；其動作成因在于極坐標插補為非線性機構轉換，存在一奇異點(singular point)就在C軸機構中心，而機構在奇異點的移動表現是較為特殊的。

2.15.3 程式范例

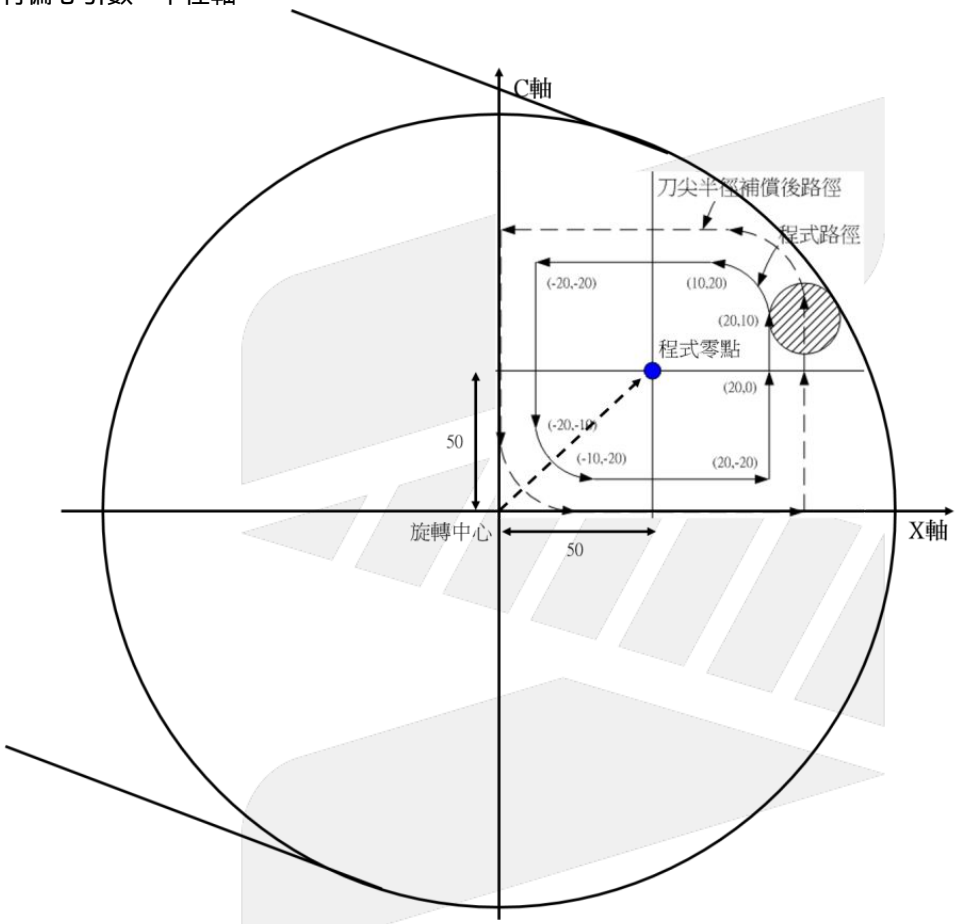
1. 無偏心引數 - 半徑軸




```
T0101;
G00 X110. C0. Z0.; //到定位點
G40 G94;
G12.1;//極座標插補開始
//使用直角座標系X-C平面編寫程式
G42 X55. ;//增加一個移動量為0的單節
G01 X20. F100.;
C10.;
G03 X10. C20. R10.;
G01 X-20.;
C-10.;
G03 X-10. C-20. R10.;
G01 X20.;
```

C0;
G40 X55.;
G13.1;//極座標插補取消
M30

2. 有偏心引數 – 半徑軸



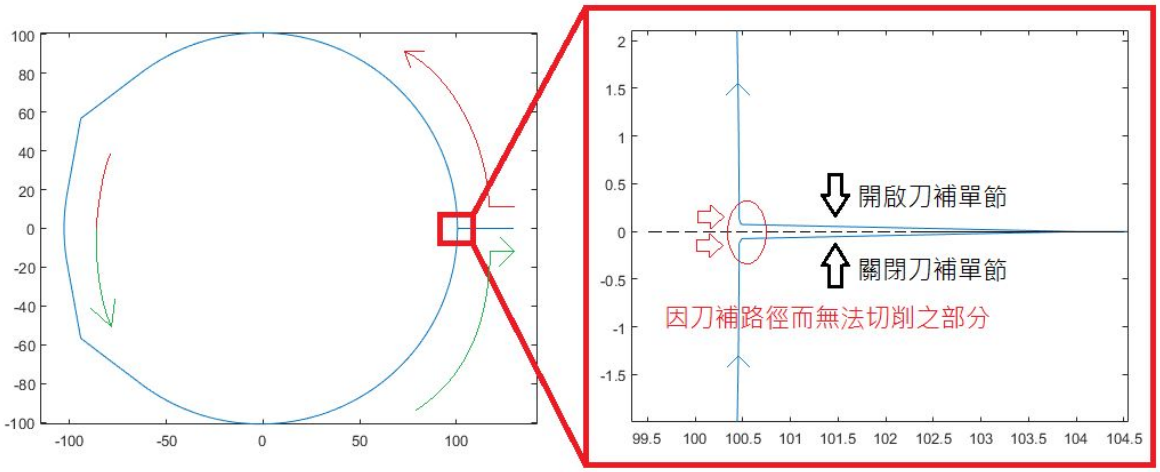
T0101
G00 X110. C0. Z0.; //到定位點
G40 G94;
G12.1 X50. C50.;//極座標插補開始，偏心(50, 50)
//使用直角座標系X-C平面編寫程式
G42 X55.;//增加一個移動量為0的單節
G01 X20. F100.;
C10.;
G03 X10. C20. R10.;
G01 X-20.;
C-10.;
G03 X-10. C-20. R10.;
G01 X20.;
C0;
G40 X55.;
G13.1;//極座標插補取消
M30

3. 指定任意軸+刀徑補償
   G12.1之預設軸X為線性軸、C為旋轉軸，但由於機臺配置不同，故有時需改以Y軸作為線性軸，此時可使用「可程式資料輸入(G10)」，產生客制G12.1。

```
G10 L1301 X_ C_ R_;
X_ 線性軸ID
C_ 旋轉軸ID
R_ 1 : Enable / 0 : Disable

例( 客制G012001, Y線性軸 C旋轉軸 ):
%@MACRO
IF (#1012<>40) THEN
  ALARM( 17 );
END_IF;
IF (#1018=96) THEN
  ALARM( 18 );
END_IF;

#30:=AXID(Y); // 取得Y軸ID
#31:=AXID(C); // 取得C軸ID
// get Y axis diameter/radius programming before G12.1 enable
#34 := ROUND( POW( 2, #30 ) );
#35 := #1814 AND #34;

IF (#25 = #0) THEN
  #25 := 0;
END_IF;
IF (#3 = #0) THEN
  #3 := 0;
END_IF;
IF ((#30=#0) OR (#30<=0) OR (#31=#0) OR (#31<=0)) THEN
  ALARM( 19 );
  M99;
END_IF;

// 狀態備份
#32:=#1004;
#2048:=#1002;
#2049:=#1008;
// 當使用到圓弧指令、刀具半徑補正指令或極座標命令時，必須先用G17、G18、G19來設定切削平面
G91 G19 Y0 C0;
G94;
G90 G10 L1301 X#30 C#31 I#25 J#3 R1; // 啟用極座標插補模式，指定為Y-C
IF ( #35 = 0 ) THEN
  Y( #1412 - #25 ) C-#3;
ELSE
  Y( #1412 / 2.0 - #25 ) C-#3;
END_IF;

WAIT();
G#32;
```

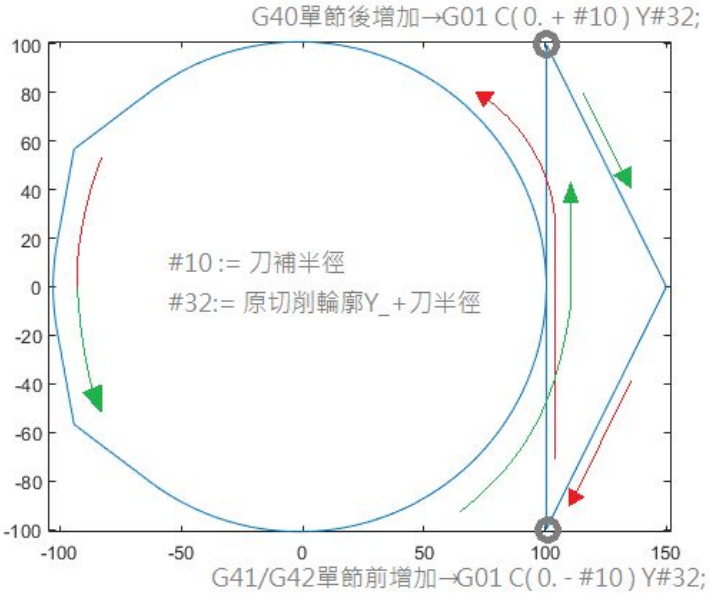
M99;

極座標插補下開啟刀補時，如直接給定切削輪廓軌跡，工件下刀處可能有部分無切削(請參照下圖)



故建議加工檔應設計適當帶刀單節，讓路徑可以沿輪廓切線進入。假設切削輪廓頭尾位置命令皆C0.，而最簡易的規劃為:
G41/G42前和G40後，各補一個移動單節貼齊切削輪廓切線路徑加刀徑補償後的位置，而C_軸依路徑方向移動至少刀半徑之距離(方向則依原路徑方向決定)。
詳細請參考以下范例，Y-C極座標 + 刀徑補償(增加帶刀單節)

例(使用客制G12.1 + 刀徑補償)

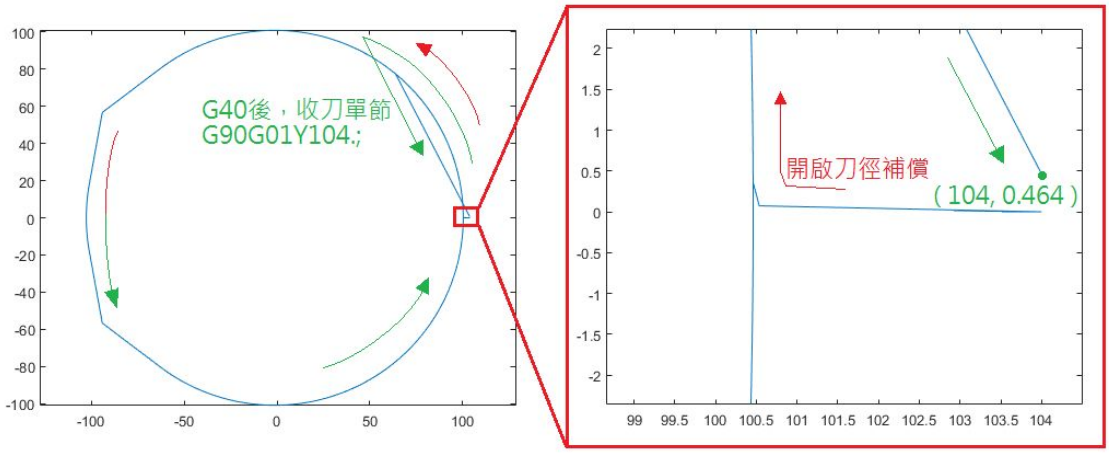


%@MACRO // 橘色可以用藍色MACRO code撰寫取代
G90 G00X0.Y150. C0. Z0. F1500 ;
M03 S3000;
M08;
G40;

```
G90 G10 L12 P13 R99.86;  // #10 := 99.86; 刀半徑99.86
                         // G90 G10 L12 P13 R#10; 設定刀號13之刀半徑
G12.1;                   // 開啟客制Y-C極座標插補

G90G01 F1600;
G01 C-99.86 Y100.462;    // #32 := 0.602 + #10; 切削輪廓加上刀半徑，故99.86 + 0.602 = 100.462
                         // #G01 C( 0. - #10 ) Y#32; 補適當帶刀單節，Y_移動至100.462，而C_移動刀半徑之距離
G42 D13 C0. Y0.602;
// 切削輪廓
// ====================
G03 C0.464 Y0.383 R0.602;
G03 C0.536 Y-2.952 R2.69;
G03 C-0.536 Y-2.952 R3.0;
G03 C-0.464 Y0.383 R2.69;
G03 C0. Y0.602 R0.602;
// ====================
G40;
G01 C99.86 Y100.462;     // G01 C( 0. + #10 ) Y#32; 補適當收刀單節，C_移動刀半徑之距離
                         // 收刀單節仍受到刀補規格影響，故應該下在G13.1前
// ====================
G90 G01 C0. Y150.;       // 回到定位點
G13.1;                   // 關閉極座標插補
M30;
```

※注：刀補過程中，請盡量不要有宣告工作平面的動作，會觸發暫時關閉刀補之動作而產生錯誤之路徑

4. 退刀路徑造成過切之范例
   承第三點，工件下刀處有部分沒辦法切削到的問題，若以規畫重復路徑方式移動至C≠0.，則需要在退刀時需同時注意Y-C之路徑。此范例中於G40後下G90 G01 Y104.，直覺會認為路徑應延Y軸移動至104.處，但因此單節是為收刀單節，且沒有下C之命令，故C會移動至前一單節所下之命令(G03 C0.464 Y0.383 R0.602;)，使得取消刀徑補償後移動至(104.0, 0.464)之位置，從下圖中可以看到收刀路徑由切削路徑內側移動而造成工件過切。故如果真的希望路徑延Y方向水平移出，則此單節應該放置於G40前，但須注意這牽扯刀補路徑轉折，故可能無法正常刀補(此例中即會發警報刀具半徑太大)。路徑之修正方式請參照第三點之范例。




```
%@MACRO
G90 G01X0.Y104.C0.Z0.F1500 ;
```

```
M03 S3000;
M08;
G40;

G90 G10 L12 P13 R99.86;    // 設定刀號13之刀半徑
G12.1;

G90G01 F1600;
G42D13 C0. Y0.602 ;
// 切削輪廓
// ====================
G03 C0.464 Y0.383 R0.602;
G03 C0.536 Y-2.952 R2.69;
G03 C-0.536 Y-2.952 R3.0;
G03 C-0.464 Y0.383 R2.69;
G03 C0. Y0.602 R0.602;
G03 C0.464 Y0.383 R0.602; // 多磨的路徑，磨去因刀徑補償而未切削部分
// ====================
G40;                    // 關閉刀補
G90 G01 Y104.;            // 收刀單節，因無指定C之座標
                        // 收至( 104.0, 0.464 )造成過切
// ====================
G13.1;                  // 關閉極座標插補
M30;
```

2.16 G15/G16：極座標命令

英文版 English Version: G15/G16： Polar Coordinates Command Mode

2.16.1 指令格式

```
G16;        極座標命令設定
G__X_Y_
  :                          } 極座標命令
  :
G15;        極座標命令取消
```

X：極座標半徑值
Y：極座標角度（「+值」為逆時鐘方向，「—值」 為順時鐘方向）

2.16.2 說明

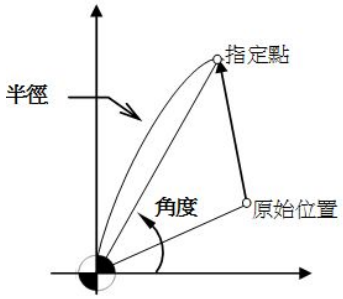
第一行啟動極座標模式，G16為極座標命令模式開始，G15為極座標命令模式取消，可以極座標（半徑和角度）方式輸入端點座標，且受G90/G91影響。

第一個引數是半徑，第二個引數是角度。

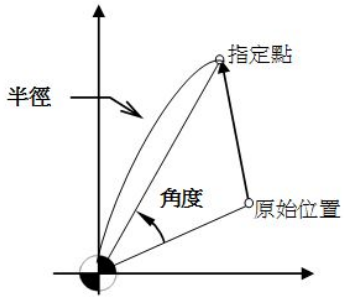
絕對指令或增量指令是由G90或G91決定，G90是絕對指令，G91是增量指令，當為絕對量時，半徑或角度的增加都是從原點起，當為增量時，角度或半徑都是從上一點的半徑或角度累加。

2.16.3 圖示

1. 當極座標原點在工作座標零點上

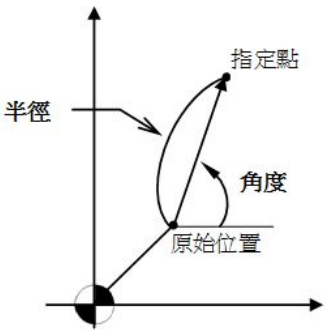


a. 當角度被指定用
在絕對值情況下

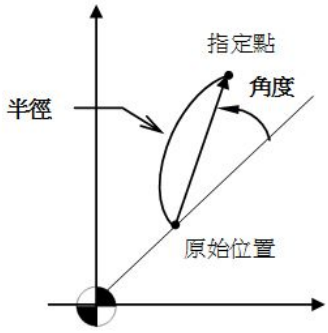


b. 當角度被指定用
在增量值情況下

2. 當極座標原點在一般的位置上



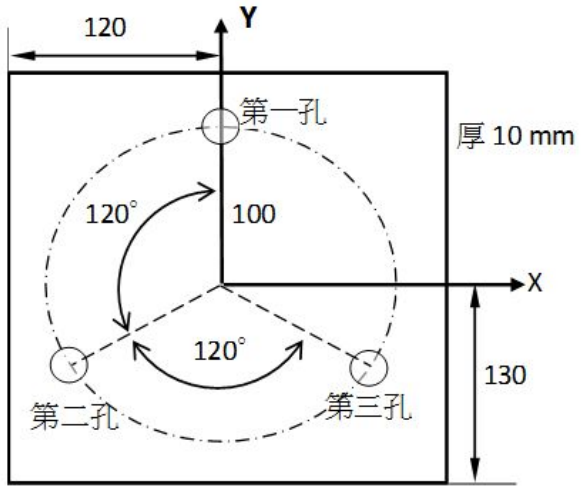
a. 當角度被指定用
在絕對值情況下



b. 當角度被指定用
在增量值情況下

SYNTEC

2.16.4 **程式范例**



1. 絕對指令方式:
   N001 T1 S1000 M03;
   //1號刀具（直徑10mm鉆頭），主軸正轉1000rpm
   N002 G17 G90 G16;
   //設定X-Y平面，絕對值模式，啟動極座標模式
   N003 G99 G81 Z-12.0 R2.0 F600 K0;
   //執行鑽孔循環，鉆深12mm，切削率600mm/min，回程到R點
   N004 X100.0 Y90.0;
   //給定一個距離100mm，角度90度（第一孔）
   N005 Y210.0;
   //給定一個距離100mm及角度210度，自原點啟算（第二孔）
   N006 Y330.0;
   //給定一個距離100mm及角度330度，自原點啟算（第三孔）
   N007 G15 G80 M05;
   //極座標模式取消，循環取消，主軸停止
   N008 M30;//程式結束

2. 增量指令方式:
   N001 T1 S1000 M03;
   //1號刀具（直徑10 mm鉆頭），主軸正轉1000rpm
   N002 G17 G90 G16;
   //設定X-Y平面，絕對值方式，啟動極座標模式
   N003 G99 G81 Z-12.0 R2.0 F600 K0;
   //執行鑽孔循環，鉆深12mm，切削率600mm/min，回程到R點
   N004 X100.0 Y90.0;
   //給定一個距離100mm，角度90度（第一孔）
   N005 G91 Y120.0 K2;
   //增量指令，角度從上一點累加120度（第二孔）
   N006 Y120.0;
   //增量指令，角度從上一點累加120度（第三孔）
   N007 G15 G80 M05;
   //極座標模式取消，循環取消，主軸停止
   N008 M30;//程式結束

2.17 G17/G18/G19：工作平面設定

2.17.1 **指令格式**

G17：設定**X-Y**工作平面
G18：設定**Z-X**工作平面
G19：設定**Y-Z**工作平面

2.17.2 **說明**

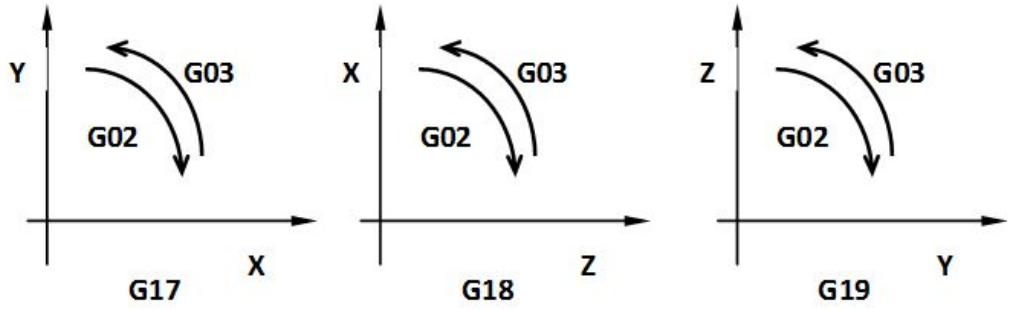
1. 當使用到圓弧指令、刀具半徑補正指令或極座標命令時，必須先用G17、G18、G19來設定切削平面，告知控制器加工平面（內定為G17）。
2. 切削平面上的X、Y、Z方向，實際對應的軸向稱之為幾何軸，幾何軸的選定規則如下:
    a. 控制器會根據**軸名稱**將軸向分成三種類別。
        i. X類別：X，X1~X99，U，U1~U99，A，A1~A99。
        ii. Y類別：Y，Y1~Y99，V，V1~V99，B，B1~B99。
        iii. Z類別：Z，Z1~Z99，W，W1~W99，C，C1~C99。
    b. X類別的軸向有資格被選為X方向的軸；Y類別的軸向有資格被選為Y方向的軸；Z類別的軸向有資格被選為Z方向的軸。
    c. 同一類別里面，若有多個軸時，將參考上述描述的順序，越前面的越優先被選用。
    d. 若某個類別都沒有對應的軸向被宣告，此時會從沒有被選為幾何軸的軸向里面，選擇軸ID最小的軸為該類別的幾何軸。
    e. 如果系統宣告的軸數小於三軸，就會有某個類別選不到幾何軸，此時，圓弧指令、刀具半徑補正指令或極座標命令在使用上就會受到限制。
        i. 以兩軸車床（Z、X軸）為例，就只剩下G18工作平面可使用。
    f. 一個軸向不會同時被選為兩種幾何軸。

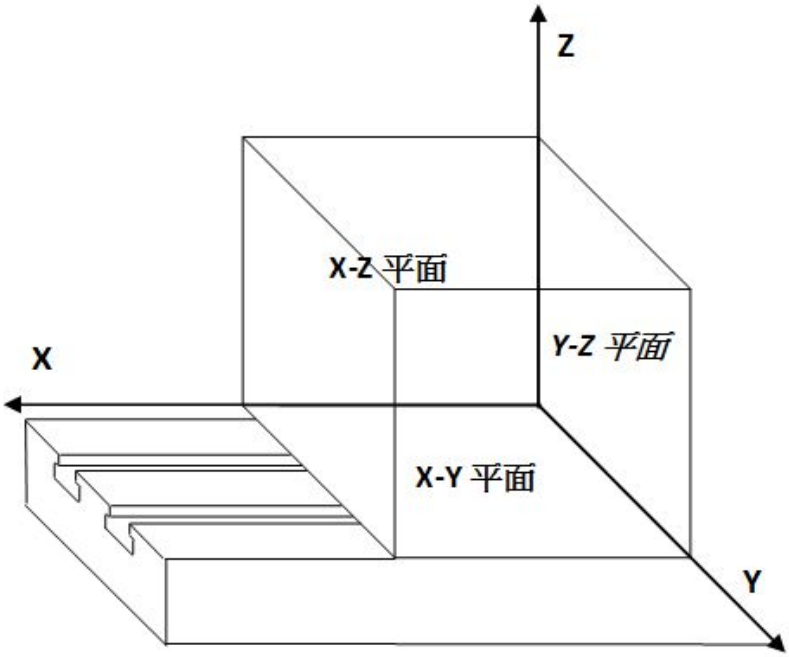
2.17.3 **注意事項**

1. 使用G17、G18、G19進行加工平面切換時，若在同一單節加入軸向指令，除了可能改變工作平面幾何軸，同時也會產生移動指令，請注意機臺的動作以免發生危險。

SYNTEC

2.17.4 **圖例**





2.17.5 **范例說明**

已知控制器參數設定如下:

Pr21、22、23、24、25 = [1， 2， 3， 4， 5]

Pr321、322、323、324、325 = [101， 100， 800， 302， 301]

故系統中有名稱為X1、X、V、Z2、Z1的五個軸向（軸ID由小到大）

根據上述規則，組成空間幾何座標的三個幾何軸分別是：X、V、Z1。

范例一:

G17;

G91 G02 X5. R20. F2000;// 加工檔指定 G17 後，圓弧指令會表現在X、V兩個軸組成的平面上。

范例二:

G18;

G91 G02 X5. R20. F2000;// 加工檔指定 G18 後，圓弧指令會表現在Z1、X兩個軸組成的平面上。

2.17.6 附錄

附錄

說明

如果使用者在G17/G18/G19單節後方加上軸向指令，表示使用者希望將該軸向指定為幾何軸，此時指定幾何軸的優先順序如下（由高到低）：

1. 軸向指令中，軸類別為X、Y、Z、U、V、W的軸，優先依照軸類別丶軸ID由小到大分到幾何軸（與宣告順序無關）。
2. 把所有宣告的軸向根據軸ID由小到大分到工作平面需要的幾何軸（Ex：G17需要X、Y；G18需要Z、X）。
3. 把系統中剩餘的軸向根據預設選定規則分到幾何軸。（未出現在G17/G18/G19單節後方的軸向）

注意事項

1. 21GA-E與6GA-E 機型於10.118.34及之後的版本，不支援此功能。
2. Pr3809設定1時不會將H軸視為C軸幾何軸。

范例說明

已知控制器參數設定如下:

Pr21、22、23、24、25 = [1，2，3，4，5]

Pr321、322、323、324、325 = [100，200，302，301，303]

故系統中有名稱為X、Y、Z2、Z1、Z3的五個軸向，軸ID由小到大。

范例一:

```
G17 G01 Y1. Z2 = 10. Z1 = 20. ;
```

軸向指令中包含Y、Z2、Z1共三個軸

1. G17單節後方有出現的軸向將優先被指定為幾何軸：屬於Y類別的Y軸被指定為Y幾何軸；屬於Z類別丶且軸ID最小的Z2軸被指定為Z幾何軸。
2. G17需要X丶Y幾何軸，但G17單節後方并沒有X類別的軸，因此，軸ID最小的Z1軸被指定為X幾何軸，而不是Pr21宣告的X軸被指定為幾何軸。

范例二:

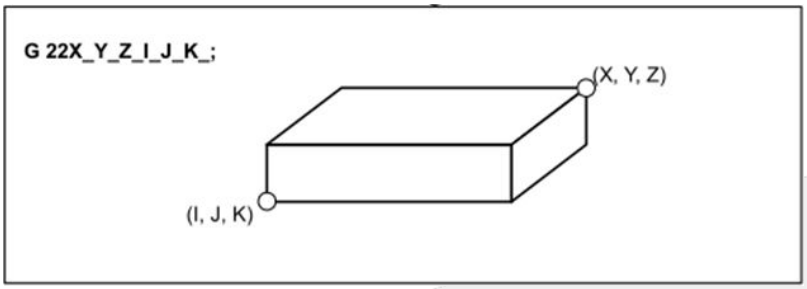
```
G18 G01 Z2 = 10. Z1 = 20. ;
```

軸向指令中包含Z2、Z1兩個軸

1. G18單節後方有出現的軸向將優先被指定為幾何軸：宣告中屬於Z類別且軸ID最小的Z2軸被指定為Z幾何軸。
2. G18需要Z丶X幾何軸，但G18單節後方并沒有X類別的軸，因此，軸ID最小的Z1軸被指定為X幾何軸。
3. 因為G18單節後方有出現的軸向已經被指定完，所以Pr22宣告的Y軸將被指定為Y幾何軸。

2.18 G22/G23：第二軟體行程極限

2.18.1 **指令格式**



G22 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;// X_ Y_ Z_：正向極限機械座標
// I_ J_ K_：負向極限機械座標
G23// 關閉軟體行程極限保護

2.18.2 **說明**

1. 此為10.116.x的新功能，原第二軟體行程極限改名為第三軟體行程極限。
2. G22可動態開啟軟體第二行程極限保護功能，同時可以在程式中修改XYZ三軸的保護范圍。
3. G22後有三組引數，X-I、Y-J、Z-K，每一組各自對應XYZ軸的正負極限值。
4. G23則是關閉第二軟體行程極限保護功能。
5. 第二軟體行程正負極限值在參數2501~2540設定。
6. 可透過參數2542決定保護范圍為設定范圍的內側或外側。
7. 可透過參數3838決定開機後預設狀態為G22或G23。
8. G22後有帶引數，則以引數指定之機械座標作為行程保護的范圍，但此設定不會修改到參數值。下表整理不同指令寫法的保護范圍依據。

程式指令	X	Y	Z	其余軸
G22	參數	參數	參數	參數
G22 X_	COR-109 G22指令錯誤，啟用失敗			
G22 X_ I_	指令	參數	參數	參數
G22 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_	指令	指令	指令	參數

9. 同組引數(X & I、Y & J、Z & K)的設定值可顛倒，保護范圍相同。例如G22 X100. I200.與G22 X200. I100.的保護范圍相同。
10. 若同組引數相減等於0，即使參數有設定也不啟動保護。例：G22X0. I0.表示X軸不啟動保護G22X10. I10.表示X軸不啟動保護G22X0. I10.表示X0. ~ X10. 為保護范圍G22X10. I0.表示X0. ~ X10. 為保護范圍其它軸向以此類推。
11. 於主程式($1)下G22指令時，僅對第一軸群的所有軸向開啟保護，第二軸群之軸向不受影響。反之亦同。
12. 於第二程式下G22 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_之指令，此一范圍將被宣告至X2、Y2、Z2軸。

2.18.3 注意事項

1. 按Reset鍵無法關閉G22保護狀態，須下G23才會解除。
2. 開啟/關閉保護功能在G22/G23指令的下一單節才有效。
3. 各軸第二軟體行程保護(Pr2501~)的正極限設定需大於負極限，否則該軸向不提供保護。
4. 請使用10.116.0之後的版本
   P.S. 更多說明請參考軟體行程極限應用手冊

2.19 G28：參考點復歸

英文版 English Version: G28： Return to Reference Point

2.19.1 指令格式

G28 X_Y_Z_;

X、Y、Z：中間點座標;
（在G90模式下為絕對值，在G91模式下為增量值）

2.19.2 說明

G28指令為原點或參考點回歸動作，為了避免撞刀，此動作會從目前位置采快速定位（G00）移動方式，先移到使用者指定的安全中間點後再回歸機械原點。

2.19.3 注意事項

1. 通常此指令用於自動刀具交換，因此為安全起見，在執行G28指令前，必須將刀具補正機能取消。另外，使用時請注意XYZ引數對應的是程式座標。
2. 軸型態（參數221~236）若設定為旋轉軸時，相關路徑請參閱「參數設定參考手冊」參數221~236：軸的型態。

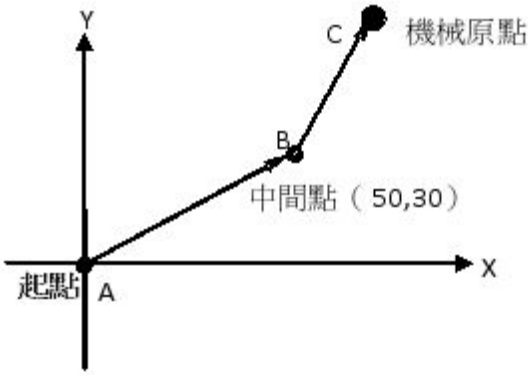
2.19.4 使用限制

1. G28 參考點復歸功能，僅支援軸向名稱命名為X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余軸向名稱指令將不執行歸零動作。
2. 承1，若想要讓其他軸向名稱（例如X3、X4），使用 G28 參考點復歸功能，可以自行客制 G0028，增加Xn、Yn或者Zn軸向指令處理。

SYNTEC

2.19.5 程式范例

范例一:
G90 **G28** X50.0 Y30.0;//A->B->C，中間點（50,30）



范例二:
G28 X0; //只做X軸參考點復歸
G28 Y0; //只做Y軸參考點復歸
G28 Z0; //只做Z軸參考點復歸

2.20 G29：從參考點回歸

英文版 English Version: G29： Return From Reference Point

2.20.1 指令格式

G29 X_Y_Z_;

X、Y、Z：指定點座標;
（在G90模式下為絕對值，在G91模式下為增量值）

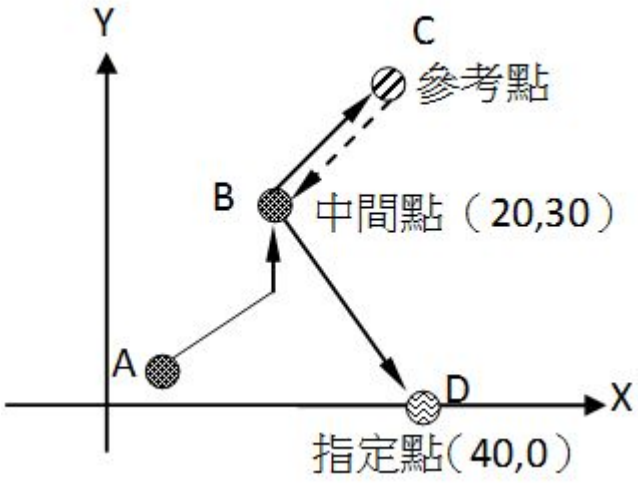
2.20.2 說明

G29指令是在使用過G28後，可自參考點經中間點快速移到指定位置點上。值得注意的是G29指令**不得單獨使用**，因為G29并不指定自己的中間點位置，而是利用前G28指令中所指定的中間點，因此，執行G29指令前須先執行G28指令。
以絕對值（G90）指令時，為所欲到達目標點絕對座標值;以增量值（G91）指令時，則為中間點到目標點之增量距離。

2.20.3 使用限制

1. G29 從參考點回歸功能，僅支援軸向名稱命名為X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余軸向名稱指令將不執行歸零動作。
2. 承1，若想要讓其他軸向名稱（例如X3、X4），使用 G29 從參考點回歸功能，可以自行客制 G0029，增加Xn、Yn或者Zn軸向指令處理。

2.20.4 **程式范例**



1. 絕對值方式:
   N001 G90 G28 X20.0 Y30.0;
   //A->B->C，中間點（20,30），使用絕對值方式
   N002 M06;//換刀
   N003 **G29** X40.0 Y0.0;
   // C->B->D，其目標位置為指定點的絕對值座標

2. 增量值方式:
   N001 G91 G28 X20.0 Y30.0;
   //A->B->C，中間點（20,30），使用增量值方式
   N002 M06;//換刀
   N003 **G29** X20.0 Y-30.0;
   //C->B->D，其目標位置為指定點與中間點之差值

2.21 G30：任意參考點回歸

英文版 English Version: G30： Return From Specified Reference Point

2.21.1 **指令格式**

G30 **Pn** X_Y_Z_;

X、Y、Z：中間點座標;
（在G90模式下為絕對值，在G91模式下為增量值）
P**n**：指定參考點（其設定參數為Pr2801 ~ Pr2860）
P1：機械原點;
P2：第二參考點;
P_省略時內定為P2;

2.21.2 **說明**

G30指令為任意參考點回歸指令，一般用於自動刀具交換位置和原點不同時。此動作會從目前位置采快速定位(G00)移動方式，先移到使用者指定的安全中間點後，再回歸所指定的參考點(Pr2801~Pr2860)。

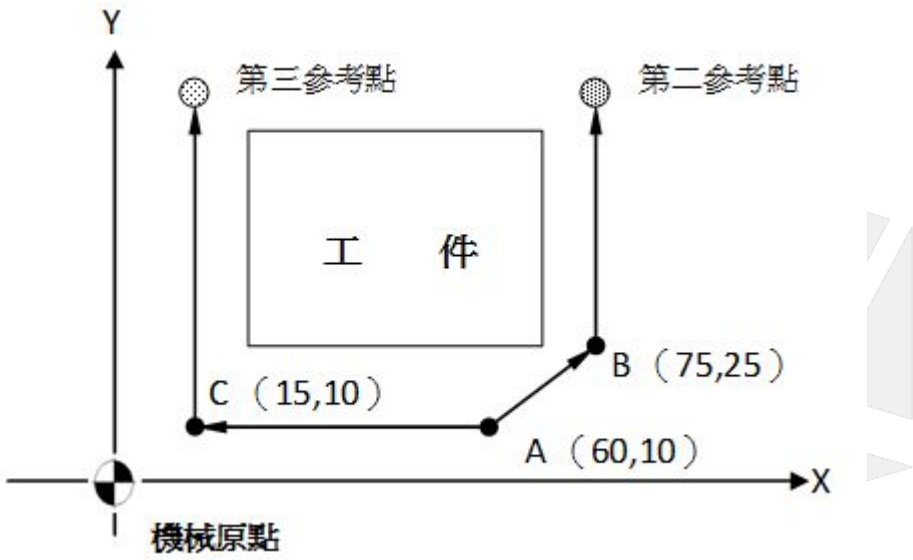
2.21.3 **注意事項**

通常此指令用於自動刀具交換，因此為安全起見，在執行G30指令前，必須將刀具補正機能取消。另外，使用時請注意XYZ引數對應的是程式座標，而終點（參考點）位置是機械坐標。

2.21.4 **使用限制**

1. G30 任意參考點回歸功能，僅支援軸向名稱命名為X、Y、Z、U、V、W、A、B、C、X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2，其余軸向名稱指令將不執行歸零動作。
2. 承1，若想要讓其他軸向名稱（例如X3、X4），使用 G30 任意參考點回歸功能，可以自行客制 G0030，增加Xn、Yn或者Zn軸向指令處理。

2.21.5 **程式范例**



程式說明:
假設刀具在A （60,10） 點上

1. 到第二參考點上
   G30 P2 X75.0 Y25.0;//A>B>第二參考點
2. 到第三參考點上
   G30 P3 X15.0 Y10.0;//A>C>第三參考點

2.22 G31：跳越機能

2.22.1 **指令格式**

G31 X_ Y_ Z_ F_ Q_ P_;
X、Y、Z：指定點
F：進給量

Q：指定跳脫的訊號來源
P：減速時間(ms)

2.22.2 說明

1. 不指定Q引數，對應**C62**。
2. **Q101~Q132**訊號來源為C-bit，分別對應**C101~C132**。
3. **Q201~Q218**訊號來源為串列驅動器**外部訊號(EXT)來源**，分別會偵測第1軸~第18軸的訊號，所支援的串列驅動器如下。

支援的串列驅動器	外部訊號(EXT)來源
M2	EXT1
M3	EXT1
RTEX	EXT1

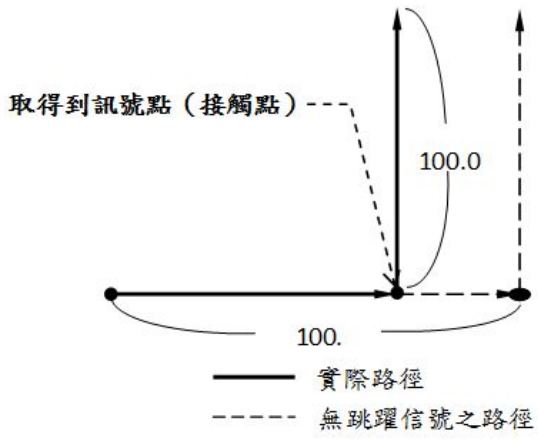
注: **新代M2不支援**

4. 不指定P引數時，沒有減速功能，命令會直接中斷。
5. 指定**P0**時，沒有減速功能，命令會直接中斷。
6. 指定P引數時，依減速時間規劃減速，若減速時間不夠會停在單節終點。
7. 若G31終點位置與跳脫訊號觸發位置過於接近，可能導致偶發G31單節先走完，PLC才掃瞄到C-bit訊號，或驅動器的訊號才進來；造成實體訊號雖然有被觸發，但G31來不及跳脫的現象。以使用對刀儀的量刀動作為例，發生此現象時，建議G31單節再下深，避免此極限狀況。
8. P引數不可小於0或非整數，否則會跳警報 COR-64。

備注：訊號來源為C62或C101~或串列驅動器外部訊號(EXT)來源，請諮詢機械廠配線方式。

2.22.3 程式范例

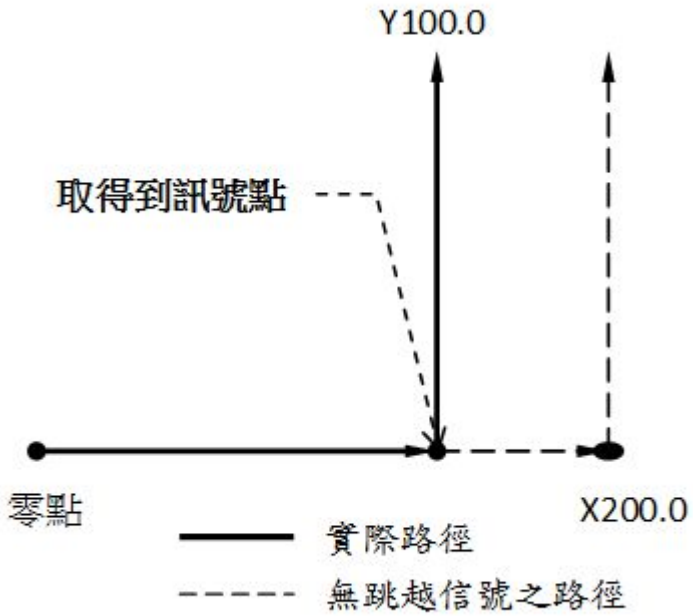
范例一：增量值（G91）方式



程式說明:
N001 G31 G91 X100.0 F100; //原始路徑至碰到障礙物為止
N002 Y100.0;

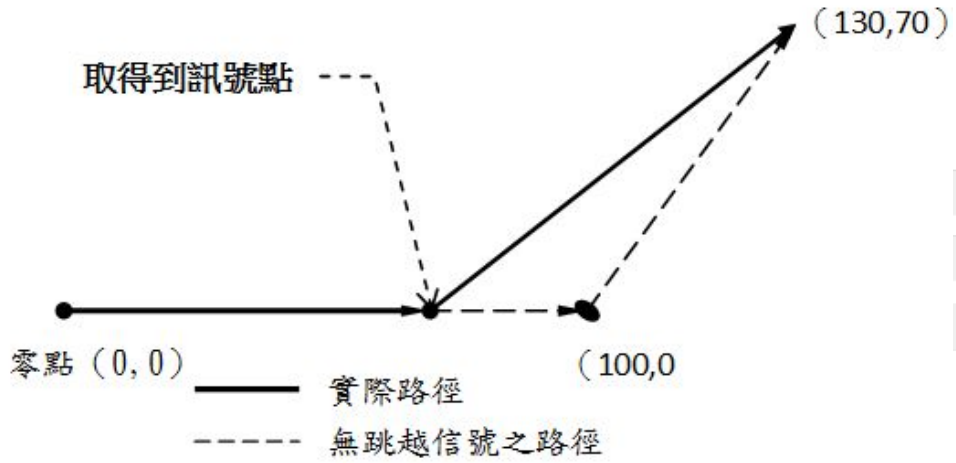
//不等前一單節執行完，以**接觸點**為相對座標，改變路徑至指定位置

范例二：絕對值（G90）方式.單軸移動



程式說明:
N001 G31 G90 X200.0 F100;//原始路徑至碰到障礙物為止
N002 Y100.0;
//不等前一單節執行完，以**零點**為相對座標，改變路徑至指定位置

范例三：絕對值（G90）方式.二軸向位移



程式說明:
N001 G31 G90 X100.0 F1000;//原始路徑至碰到障礙物為止

N002 X130.0 Y70.0;
//不等前一單節執行完，以**零點**為相對座標，改變路徑至指定位置

2.23 G33：螺牙切削

2.23.1 **指令格式**

G33 Z_ F_;

Z：絕對值（G90）方式，表示切削終點Z軸之座標;
　增量值（G91）方式，表示切削螺紋之軸向距離;
F：螺紋導程（0.01mm）;

2.23.2 **說明**

本指令乃於主軸回轉之同時，刀具做Z軸向上下之進給，重覆多次後完成螺紋之切削。由於切削進行開始與結束時，主軸回轉之慣性遲滯，切削之行程應稍予延長，至於螺紋切削時，心軸轉速（R）之限制為:

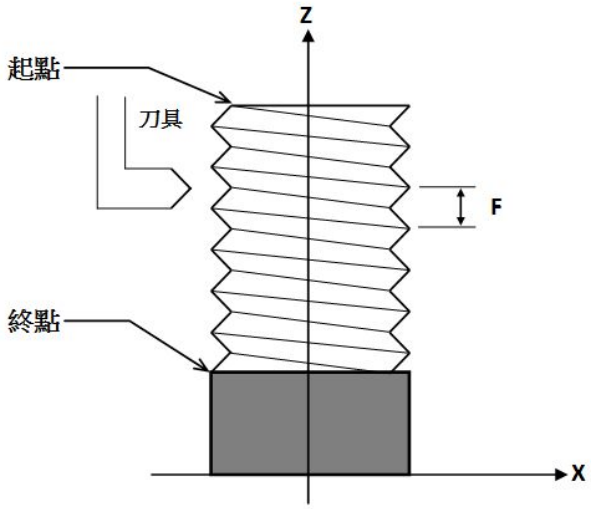
$$1 \le \text{轉速}(R) \le \frac{\text{最大進給率}}{\text{螺紋導程}}$$

R：主軸轉速（rpm）
導程（F）：mm或inch
進給率：mm/min或inch/min

2.23.3 **注意事項**

1. 最大進給率可由Pr405設定
2. 螺紋切削加減速時間可由Pr409設定

2.23.4 **圖例**



程式指令
G33 Z10.0 F1.5;
//切削導程1.5mm的螺紋，切削終點為Z軸10mm處

2.24 G37.2：自動對刀II

2.24.1 **指令格式**

G37.2 K_ [Z_] [R_] [F_] [P_] [Q_]; (適用於單刀多工件，刀長值補償到指定的座標系里)

K：對刀長補償設定的目標座標系

0	外部座標偏移量設定
1~6	G54P1(G54)~G54P6(G59)工件座標偏移量設定
7~15	G54P7(G59.1)~G54P15(G59.9)工件座標偏移量設定
16~100	G54P16~G54P100工件座標偏移量設定

Z：量測位置，為機械座標的絕對定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4059決定。

R：量測距離，相對Z(量測位置)的增量定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4055決定。

F：量測速率。使用者未指定時，系統預設值由Pr4057決定。

P：第P參考點。使用者未指定時，系統預設值由Pr4058決定，此時若Pr4058不設定1~4，系統不執行G30回歸動作。

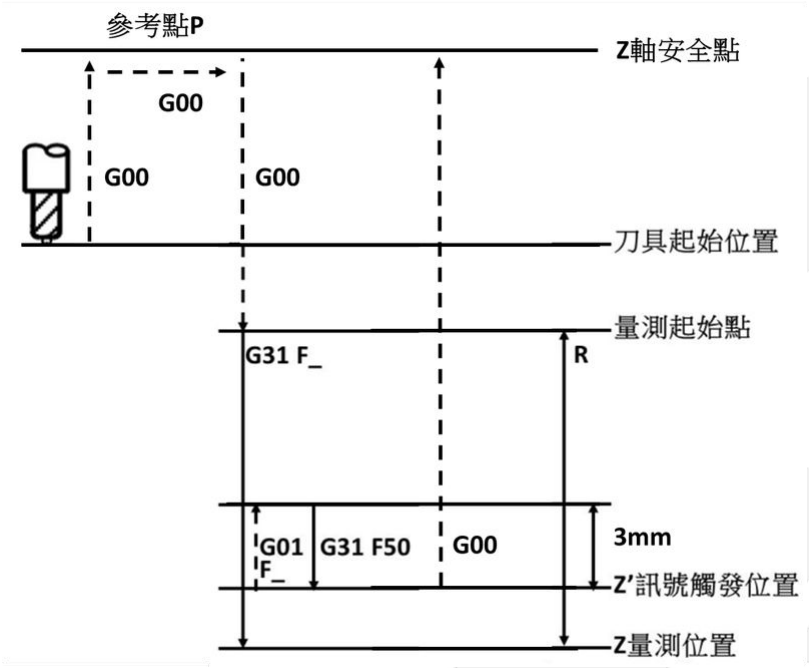
Q：安全點。使用者未指定時，系統預設回到機械零點。

2.24.2 **說明**

以下說明對刀動作流程:

1. Z軸以G53模式拉回Z軸安全點或Z軸機械零點
2. 各軸以G30模式回歸至第P參考點的XY軸位置(P引數未指定時，不執行)
3. M90啟用對刀吹氣功能

4. Z軸以G00速度移動至量測起始點
5. M91關閉對刀吹氣功能
6. Z軸以G31 F_速度移動至Z量測位置，進行刀長量測
7. 承6，過程中量測訊號觸發，Z軸以G01 F_速度回退3mm
8. Z軸再以G31 F50速度移動至Z量測位置，進行刀長量測
9. 完成刀長量測，系統自動將量測結果填入指定刀號的刀長表中
10. Z軸以G53模式拉回Z軸安全點或Z軸機械零點



2.24.3 **注意事項**

1. 有效版本:
   10.116.16P、10.116.24J 及之后版本
2. 執行對刀前，必須安裝好對刀儀。建議安裝好對刀儀後，把對刀儀的XY機械座標設定在軸向第P參考點機械座標位置(Pr2801~Pr2860)，爾後在程序中下G37.2 Pn，刀具就會自動先移到正確位置，再進行對刀動作。
3. 使用單刀多工件G37.2前，需先將各工件Z軸的落差量手動填入工件座標系中(G54~G54P100)，再進行對刀動作。
4. 對刀中的G31量測行為，Override百分比內定為100%。
5. 對刀完畢，Z軸手輪偏置自動清零。
6. 若當前刀號為0，系統將發出【MAR-330_ T碼錯誤，使用錯誤的刀號】。
7. 執行量刀前，需透過K指定工件座標系，若無指定，則系統將發出【MAR-333_對刀指令工件座標系K碼范圍錯誤】。
8. Z軸完成以G31 F_速度移動至Z(量測位置)後，若量刀訊號未被觸發，系統將發出【MAR-336_量測位置設定錯誤，刀長量測訊號未被觸發】。

2.24.4 **程序范例**

```
G30 P2 X75.0 Y25.0 // 將刀具回歸第二參考點;
M06 T1 // 換第一把刀;
G37.2 Z-300. K2 Q0. R30. F100 // 將Z軸外偏值填入第二外偏機械座標系 G54P2 (G55)
G30 P3 X150.0 Y25.0 // 將刀具回歸第三參考點;
```

G37.2 Z-250. K3 Q0. R30. F100 // 將Z軸外偏值填入第三外偏機械座標系 G54P3 (G56)
M30

2.25 G37.3：自動對刀III

2.25.1 **指令格式**

G37.3 [Z_] [H_] [R_] [F_] [P_] [Q_] [T_]; (適用於多刀多工件，刀長值補償到指定刀號的刀長表里)

Z：量測位置，為機械座標的絕對定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4059決定。

H：刀長補號碼。

R：量測距離，相對Z(量測位置)的增量定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4055決定。

F：量測速率。使用者未指定時，系統預設值由Pr4057決定。

P：第P參考點。使用者未指定時，系統預設值由Pr4058決定，此時若Pr4058不設定1~4，系統不執行G30回歸動作。

Q：安全點。使用者未指定時，系統預設回到機械零點。

T：選擇刀號T。

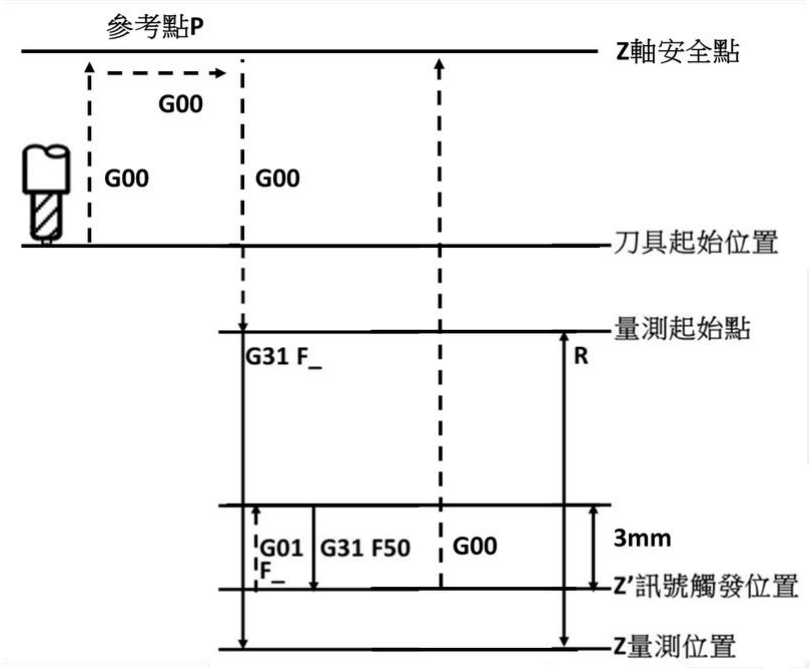
2.25.2 **說明**

以下說明對刀動作流程:

1. Z軸以G53模式拉回Z軸安全點或Z軸機械零點
2. 各軸以G30模式回歸至第P參考點的XY軸位置(P引數未指定時，不執行)
3. M90啟用對刀吹氣功能
4. Z軸以G00速度移動至量測起始點
5. M91關閉對刀吹氣功能
6. Z軸以G31 F_速度移動至Z量測位置，進行刀長量測
7. 承6，過程中量測訊號觸發，Z軸以G01 F_速度回退3mm
8. Z軸再以G31 F50速度移動至Z量測位置，進行刀長量測
9. 完成刀長量測，系統自動將量測結果填入指定刀號的刀長表中

SYNTEC

10. Z軸以G53模式拉回Z軸安全點或Z軸機械零點



2.25.3 注意事項

1. 有效版本:
   10.116.16P、10.116.24J 及之后版本
2. 執行對刀前，必須安裝好對刀儀。建議安裝好對刀儀後，把對刀儀的XY機械座標設定在軸向第P參考點機械座標位置(Pr2801~Pr2860)，爾後在程序中下G37.3 Pn，刀具就會自動先移到正確位置，再進行對刀動作。
3. 使用多刀多工件G37.3前，需先將各工件Z軸的落差量手動填入工件座標系中(G54~G55.9)，再進行對刀動作。
4. 對刀中的G31量測行為，Override百分比內定為100%。
5. 對刀完畢，Z軸手輪偏置自動清零。
6. 若當前刀號為0，系統將發出【MAR-330_ T碼錯誤，使用錯誤的刀號】。
7. 執行量刀前，需透過H指定刀補號，若無指定刀補號，則沿用上一次的紀錄，若系統檢查H為0，則使用當前刀號T，若仍為0，則系統將發出【MAR-334_執行G碼對刀指令前沒有下過H碼】。
8. Z軸完成以G31 F_速度移動至Z(量測位置)後，若量刀訊號未被觸發，系統將發出【MAR-336_量測位置設定錯誤，刀長量測訊號未被觸發】。

2.25.4 程序范例

```
G30 P2 X75.0 Y25.0 // 將刀具回歸第二參考點
G37.3 T1 H1 P2 Z-150.
// 換第一把刀
// 將刀具回歸第二參考點
// Z軸往-150.移動，執行對刀功能
// 對刀完成後，將刀長值補進刀長補償一號里
G37.3 T2 H2 P2 Z-150.
// 換第二把刀
// 將刀具回歸第二參考點
// Z軸往-150.移動，執行對刀功能
```

// 對刀完成後，將刀長值補進刀長補償二號里
G30 P3 X150.0 Y25.0 // 將刀具回歸第三參考點
G37.3 T3 H3 P3 Z-200.
// 換第三把刀
// 將刀具回歸第三參考點
// Z軸往-200.移動，執行對刀功能
// 對刀完成後，將刀長值補進刀長補償三號里

2.26 G37： 自動對刀I

英文版 English Version: G37： Automatic Tool Presetting and Measuring I

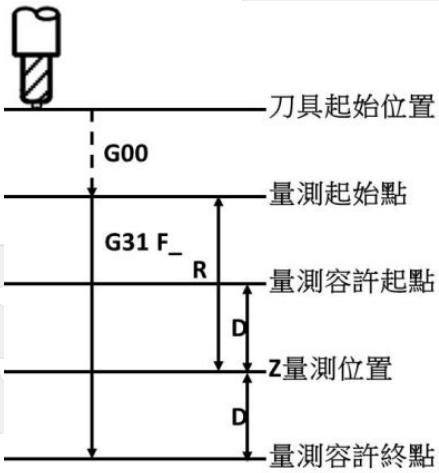
2.26.1 **指令格式**

G37 Z_ [R_] [D_] [F_] [P_];
Z：量測位置，為程式座標的絕對定義
R：量測距離，相對Z(量測位置)的增量定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4055決定。
D：容許觸發訊號距離，相對Z(量測位置)的增量定義。使用者未指定時，系統預設值由Pr4056決定。
F：量測速率。使用者未指定時，系統預設值由Pr4057決定。
P：第P參考點。使用者未指定時，系統預設值由Pr4058決定，此時若Pr4058不為1~4，系統不執行G30回歸動作。

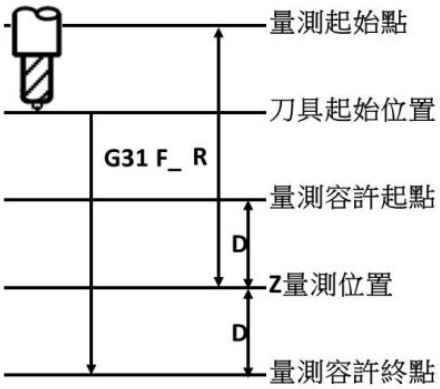
2.26.2 **說明**

以下說明對刀動作流程:

1. 各軸以G30模式回歸至第P參考點(P引數未指定時，不執行)
2. Z軸以G00速度移動至量測起始點
3. Z軸以G31 F_速度移動至量測容許起點
4. Z軸以G31 F_速度移動至量測容許終點，進行刀長量測
5. 完成刀長量測，系統自動將量測結果填入指定刀號的刀長表中



起始位置高於量測起始點



起始位置低於量測起始點

2.26.3 **注意事項**

1. 有效版本:
   -SUPER/10s/20s：10.116.10C
   -11s/21s：2.2.3
2. 執行對刀前，必須安裝好對刀儀。建議安裝好對刀儀後，把對刀儀的XY機械座標設定在軸向第P參考點機械座標位置(PR2801~2860)，爾後在程式中下G37 Pn，刀具就會自動先移到正確位置，再進行對刀動作。
3. 對刀過程中，在量測距離內，切削百分比內定為100%。
4. 對刀完畢，Z軸手輪偏置自動清零。
5. Z(量測位置)引數未指定時，系統將發出【MAR-330_ Z軸最低點設定錯誤】。
6. 執行量刀當下的高度需高於Z(量測位置)，否則系統將發出【MAR-333_ Z軸起始點錯誤】。
7. 執行量刀前，需透過H指定刀號，否則系統將發出【MAR-334_執行G碼對刀指令前沒有下過H碼】。
8. Z軸以F速度移動至量測容許起點的過程中，若量刀訊號遭觸發，否則系統將發出【MAR-335_量測訊號在容許距離外觸發】。
9. Z軸完成以F速度移動至量測容許終點後，若量刀訊號未被觸發，系統將發出【MAR-336_量測位置設定錯誤，量測訊號未被觸發】。

2.26.4 **程式范例**

```
G30 P2 X75.0 Y25.0;// 將刀具回歸第二參考點;
M06 T1;// 換第一把刀;
H1;// 量測後將刀長補償量填到刀長補償1號;
G37 Z-150;// Z軸往-150.移動，執行對刀功能;
M06 T2;// 換第二把刀;
H2;// 量測後將刀長補償量填到刀長補償2號;
G37 Z-150;// Z軸往-150.移動，執行對刀功能;
H3;// 量測後將刀長補償量填到刀長補償3號;
G37 P3 Z-200.;// 將刀具回歸第三參考點
// Z軸往-200.移動，執行對刀功能;
```

2.27 G40/G41/G42：刀具半徑補償

2.27.1 **指令格式**

$$\left\{ \begin{array}{l} G41 \\ G42 \end{array} \right\} X\_ \quad Y\_ \quad D\_;$$

G40;
G41：刀具半徑補償**偏左**。
G42：刀具半徑補償**偏右**。
G40：刀具半徑補償**取消**。
X、Y：各軸向終點座標。
Ｄ：刀具半徑補償值所設定之補償代號。

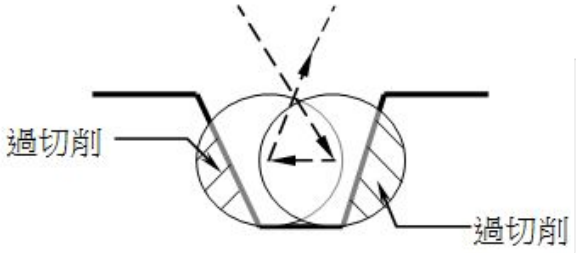
2.27.2 **說明**

一般執行加工程序時，若刀具中心沿著設計圖工件之外形輪廓切削，則導致每一加工路徑皆有一刀具半徑之過切現象。刀具半徑補償功能的作用是使用刀具的實際移動路徑與程序指令的路徑偏位一個刀具半徑值,如此可

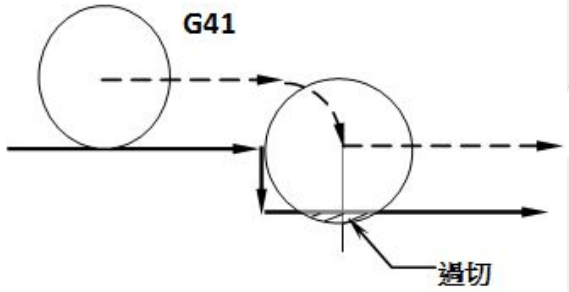
使加工後輪廓形狀與圖面相符。因此只要依加工圖上的尺寸，配合此機能來編寫加工程序即可得到正確尺寸的成品，無需在程序上另外考慮刀具半徑大小所造成的計算困擾。

2.27.3 注意事項

1. 刀具半徑補償設定（G41、G42）和取消（G40）指令的生效單節由Pr3815 刀具半徑補償模式。
2. 生效單節必須在工作平面（G17、G18、G19）有移動向量，且不能是G02、G03指令。
3. 加工凹槽時，若槽寬小於兩倍之刀具半徑，則系統將因過切而發出警報【COR-074 刀具半徑太大路徑過切】(參數3819設1時才有檢查)。



4. 加工階梯形狀之工件時，若階梯高小於工件半徑，則系統將因過切削而發出警報【COR-074 刀具半徑太大路徑過切】(參數3819設1時才有檢查)。



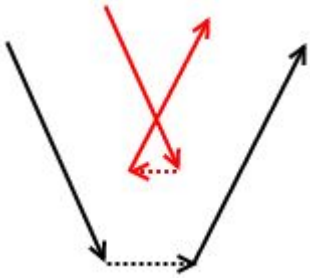
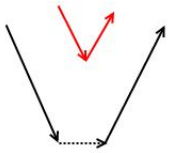
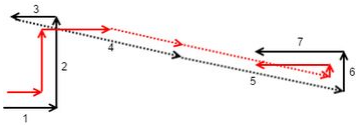
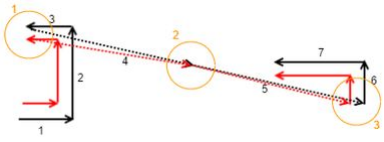
5. G10 L12、G10 L13 指令不能與D碼指令在同一單節使用。
6. 刀徑補償是靠著 G40 之後的移動單節來結束補償路徑，如果 G40 下一單節不是移動單節（中間插入了其他非移動指令，例如換刀T碼、平面切換G17、G18、G19...等等），會造成補償路徑不如預期的現象。
7. 此功能不支援跳越機能(G31)及多軸多訊號跳越機能(G31.10/G31.11)。

2.27.4 相關設定

參數:

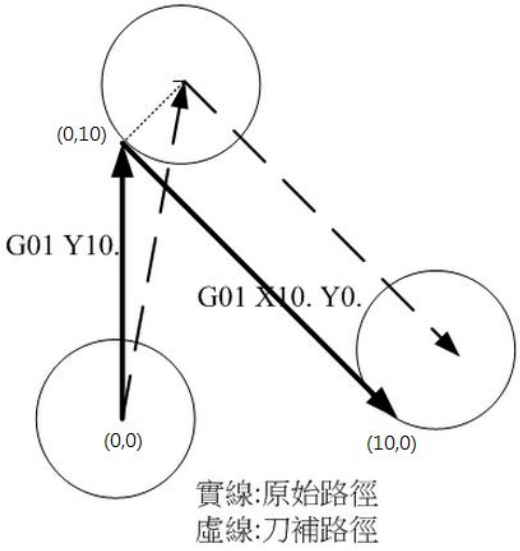
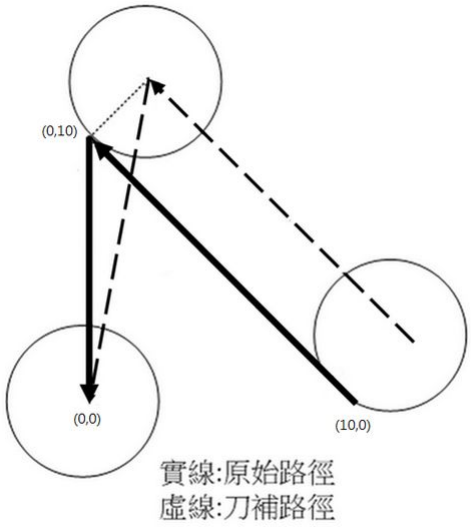
- Pr3814 快速定位刀補模式
    - 規格示意圖

黑色：原始路徑	**紅色**：刀補路徑
實線：G01	**虛線**：G00

規格 動作	Pr3814 = 0	Pr3814 = 1	Pr3814 = 2
過切 檢查	 G00不會檢查過切	 Pr3819 = 1：直接跳警報 Pr3819 = 2：修正路徑如上圖	同Pr3814 = 1之過切檢查規格
刀補 路徑	 G00的刀補路徑和G01毫無差異	同Pr3814 = 0之刀補路徑規格	 1. G01(G02/G03)接G00，會走到前段的刀補單節終點(即不參考G00) 2. G00接G00，會取消刀補 3. G00接G01(G02/G03)，會走到後段的刀補單節起點(即不參考G00)

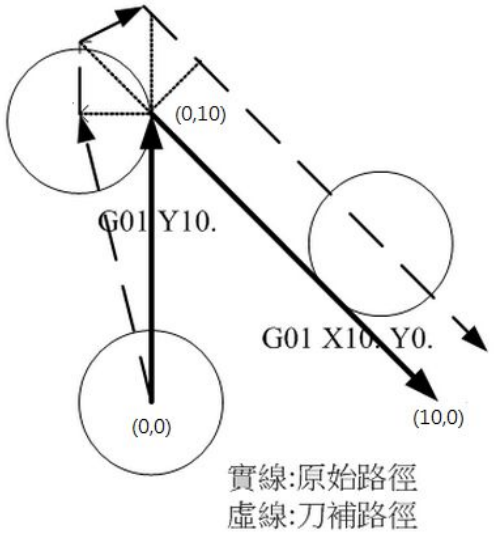
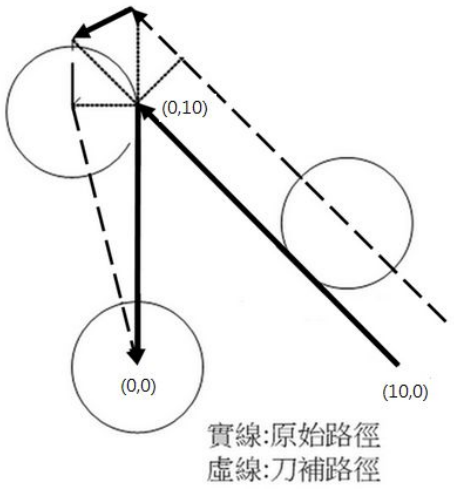
- Pr3815 刀具半徑補償模式 (設定刀徑補償起始單節)
  - 2：TypeA(一般模式)

帶刀單節	收刀單節
G00 X0. Y0. Z0. G41 D1 // D = 2.5mm G01 Y10. // 帶刀單節 G01 X10. Y0. // 此單節起點為刀補起始	G00 X10. Y0. Z0. G40 G01 X0 Y10. // 此單節終點為刀補結束 G01 X0. Y0. // 收刀單節
刀補起始：第二個單節起點 第一個單節直接帶刀至第二個單節刀補起點	刀補結束：倒數第二個單節終點 刀補持續到倒數第二個單節刀補終點，最後才收刀至最後一個單節終點

帶刀單節	收刀單節
	

- 0：TypeB(一般模式)

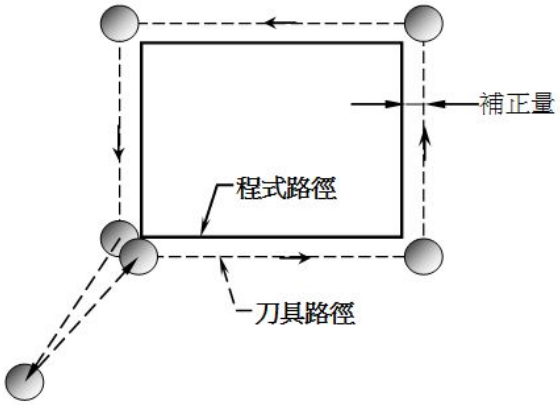
帶刀單節	收刀單節
G00 X0. Y0. Z0. G41 D1 // D = 2.5mm G01 Y10. // 帶刀單節, 此單節終點為刀補起始 G01 X10. Y0.	G00 X10. Y0. Z0. G40 G01 X0 Y10. G01 X0. Y0. // 收刀單節, 此單節起點為刀補結束
刀補起始：第一個單節終點 直接移動到第一個單節刀補終點，之後刀徑補償皆有效	刀補結束：最後一個單節起點 刀補持續到最後一個單節刀補起點，最後才收刀至單節終點

帶刀單節	收刀單節
	

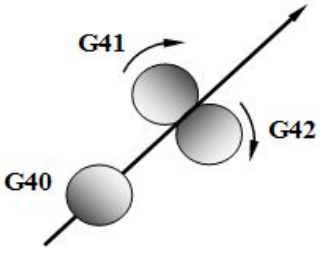
- Pr3819 過切檢查型態 (設定是否進行刀徑補償後的過切檢查邏輯)

2.27.5 圖例

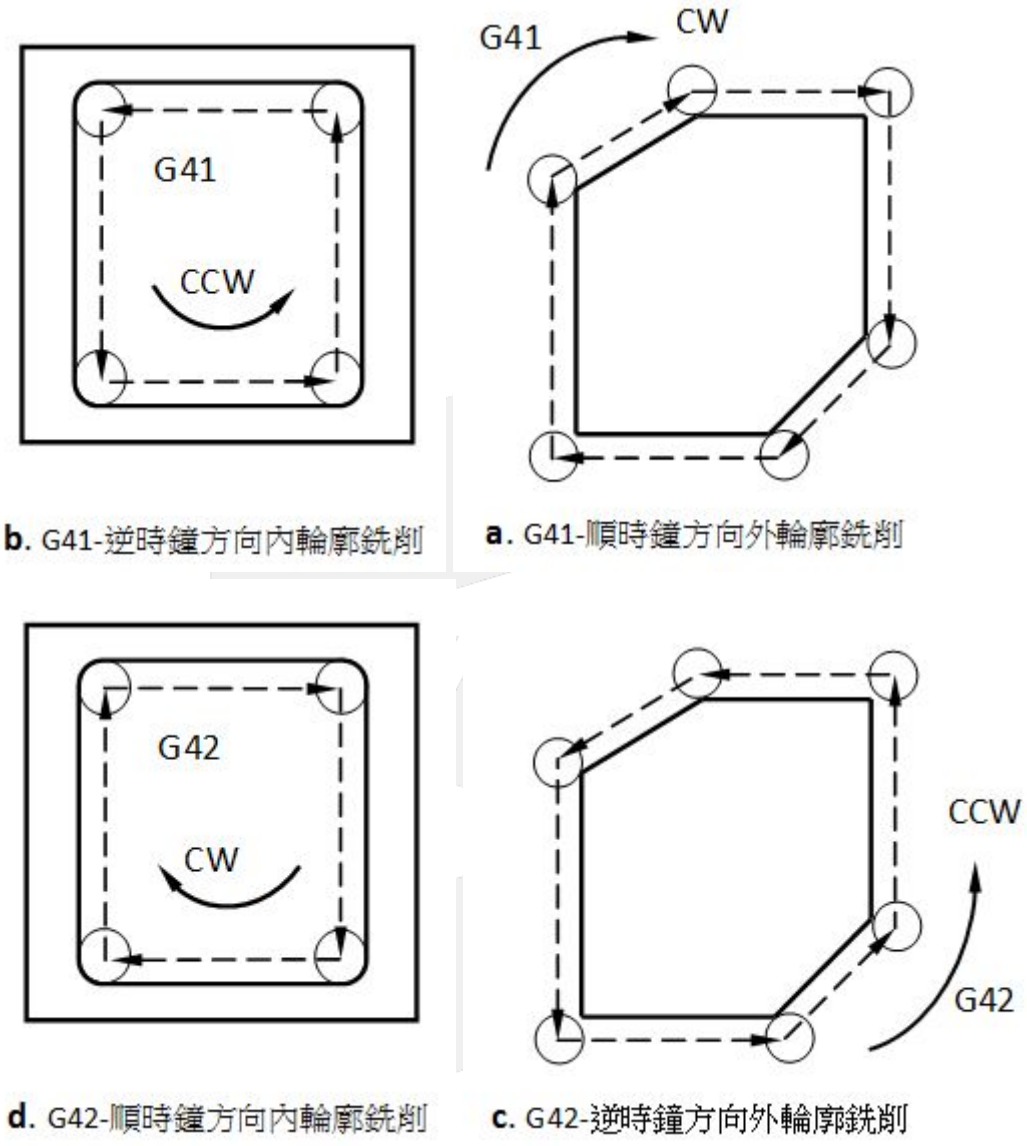
1. 刀具徑補償:



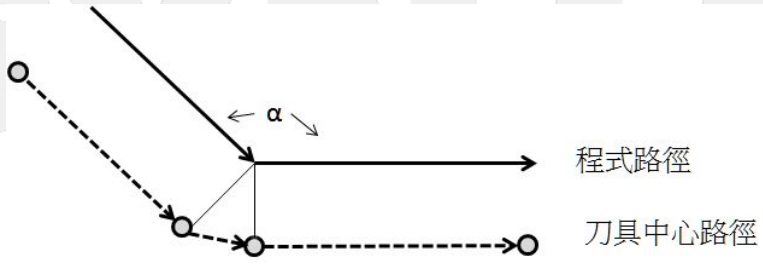
2. 刀具半徑補償方向之判定:



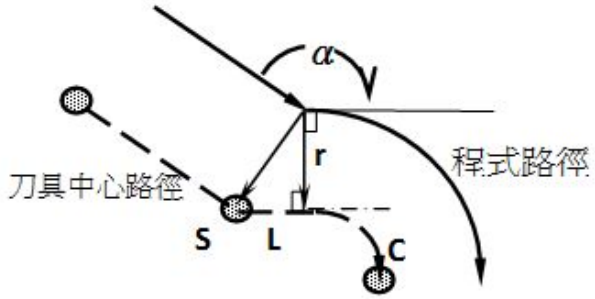
G 補正值	正值	負值
G41	補正偏左	補正偏右
G42	補正偏右	補正偏左



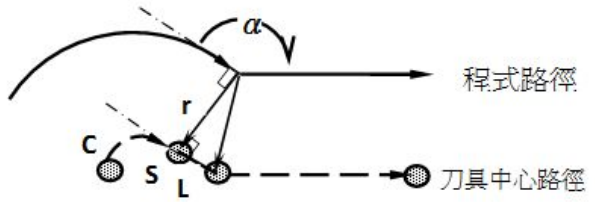
3. 轉角切削之刀徑補償:
   當工件轉角 90°≦α < 180° 時
   - 直線 -> 直線



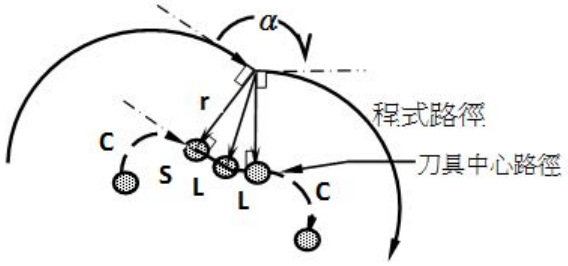
- 直線 -> 圓弧



- 圓弧 -> 直線

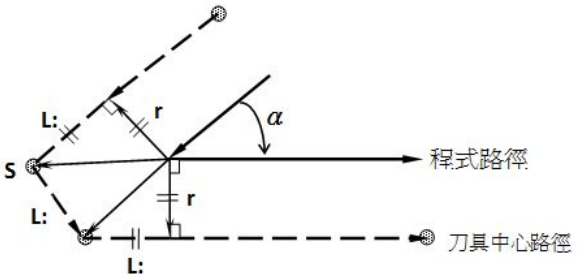


- 圓弧 -> 圓弧

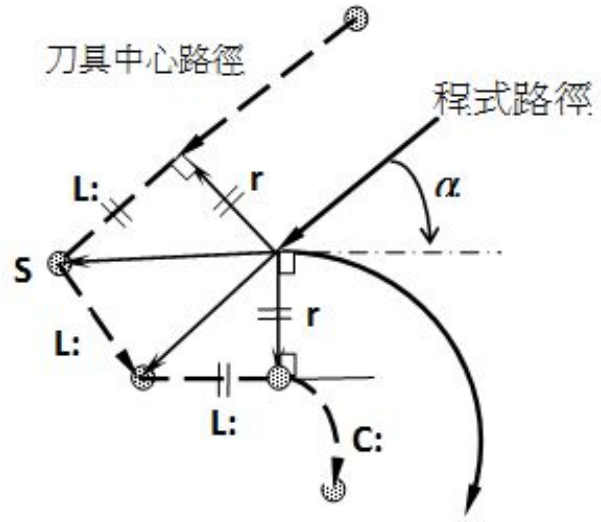


當工件轉角 α < 90° 時

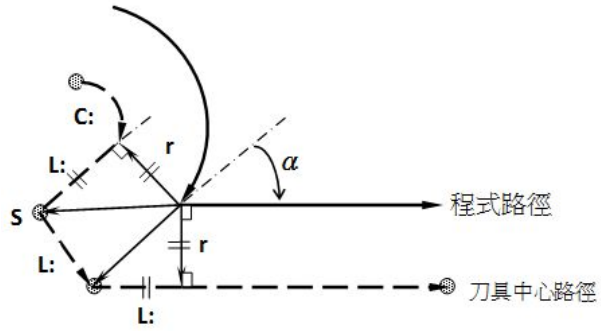
- 直線 -> 直線



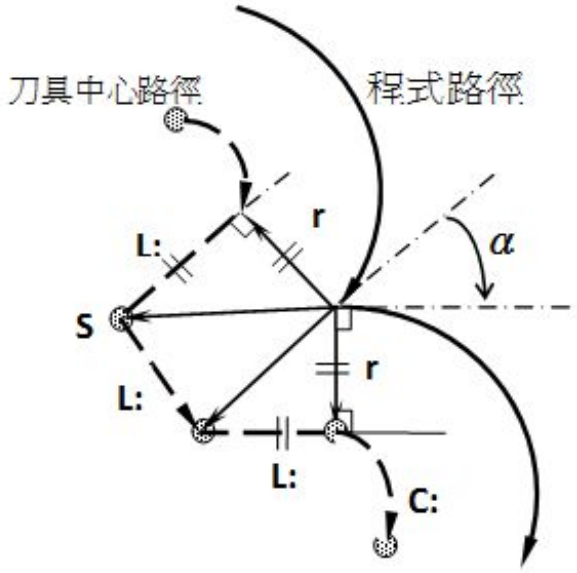
- **直線 -> 圓弧**



- **圓弧 -> 直線**

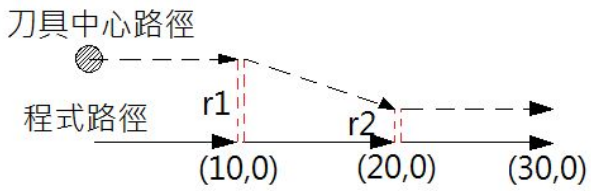


- **圓弧 -> 圓弧**



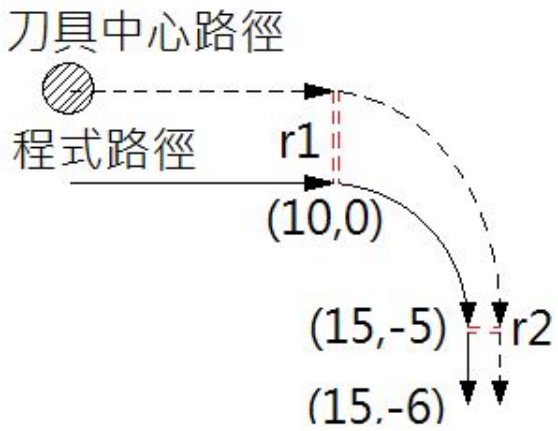
4. 刀徑疊加補償
   刀補過程中如有宣告刀半徑變更，則新刀徑會於宣告後下一個單節終點轉角有效，使得該單節刀補路徑會以漸進之方式更改刀徑(其中圓弧單節會改以螺旋補間)
   - 直線接直線

     .....
     G01 X10.0
     G10 L12 P1 R(r2)
     G41 D1 X20.0
     X30.0
     .....

   - 直線接圓弧(螺旋線)

     .....
     G01 X10.0
     G10 L12 P1 R(r2)
     G41 D1 G02 X15.0 Y-5.0 R5.0
     G01 Y-6.0
     .....

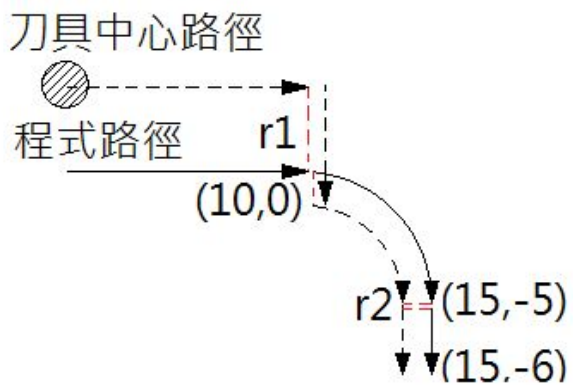
     

   若同時有G41/G42切換之狀況，則新刀徑於宣告後單節起點即有效，請注意
   - 直線接直線

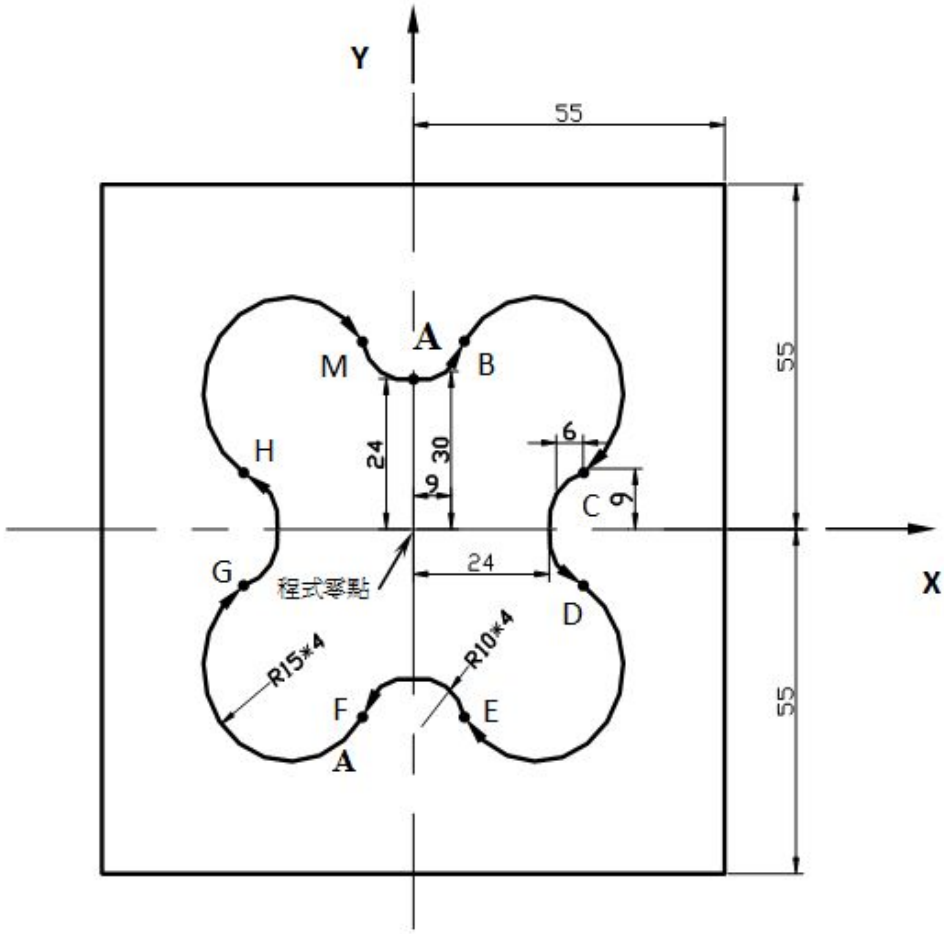
     ..... // 原G41
     G01 X10.0
     G10 L12 P1 R(r2)
     G42 D1 X20.0
     X30.0
     .....

- **直線接圓弧**
  ..... // 原G41
  G01 X10.0
  G10 L12 P1 R(r2)
  G42 D1 G02 X15.0 Y-5.0 R5.0
  G01 Y-6.0
  .....



2.27.6 **程序范例**



程序說明:
N001 T1 S1000 M03;
//1號刀具（直徑10mm端銑刀），主軸正轉1000rpm
N002 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位至程序零點之上方
N003 M08; //打開切削劑
N004 G90 G01 Z-10.0 F600;
//直線切削到"花形槽"底，進給600mm/min
N005 G41 Y24.0 D01; //刀具左補償，**程序零點**->**A**
N006 G03 X9.0 Y30.0 R10.0; //A->B逆時針圓弧切削
N007 G02 X30.0 Y9.0 R15.0; //B->C順時針圓弧切削
N008 G03 X30.0 Y-9.0 R10.0; //C->D逆時針圓弧切削
N009 G02 X9.0 Y-30.0 R15.0; //D->E順時針圓弧切削
N010 G03 X-9.0 Y-30.0 R10.0; //E->F逆時針圓弧切削
N011 G02 X-30.0 Y-9.0 R15.0; //F->G順時針圓弧切削
N012 G03 X-30.0 Y9.0 R10.0; //G->H逆時針圓弧切削
N013 G02 X-9.0 Y30.0 R15.0; //H->M順時針圓弧切削
N014 G03 X0.0 Y24.0 R10.0; //M->A逆時針圓弧切削
N015 G00 Z10.0; //Z軸向上拉昇，回加工起始點
N016 G40 X0.0 Y0.0; //取消刀具補償ㄉㄠ，回加工起始點
N017 M09; //關掉切削劑
N018 M05; //主軸停止
N019 M30; //程序結束

2.28 G43.4：刀尖點控制 Type1

2.28.1 **指令格式**

G43.4 H_;
G49;

G43.4：開啟刀尖點控制 Type1 (RTCP Type1);
G49：取消刀尖點控制 Type1;
H： 刀具號碼;

刀尖點控制的使用方式與刀長補償(G43)的用法相同，只需在正式加工之前，下達G43.4指令，并且指定對應刀號，即可使用指定的刀長，進行刀尖點控制。

2.28.2 **說明**

RTCP（Rotational Tool Center Point）即為刀尖點控制功能，在一般機臺上，控制器的移動命令是下給刀柄或者主軸鼻端，開啟刀尖點控制後，移動命令會改以刀尖點所在座標來作控制，此功能是五軸加工機特有之功能。下圖中有兩條加工軌跡，橘色軌跡是一般加工狀況的機臺路徑，控制器控制主軸鼻端的軌跡，因此與工件表面會相差一個刀長；藍色軌跡則是RTCP開啟時，控制器控制刀尖點的路徑，在產出加工程序時，直接描述工件表面的座標，這樣的加工程序，可以忽略刀長的變化，以及機臺之間的機構差異，可以讓程式更有效率的被使

用。



2.28.3 注意事項

1. G41、G42刀徑補償功能不可一起使用。
2. G43、G44、G43.5刀長補償功能不可一起使用。
3. 刀長設定需為正刀長。
4. 使用G53、G28、G29、G30前，記得要下達G49取消RTCP Type1模式，避免機臺出現不正常的動作。
5. 當在RTCP Type1模式下，以G05 P10000開啟HPCC功能，會跳出【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】警報。
6. 不能和極座標插補功能(G12.1) 混用。

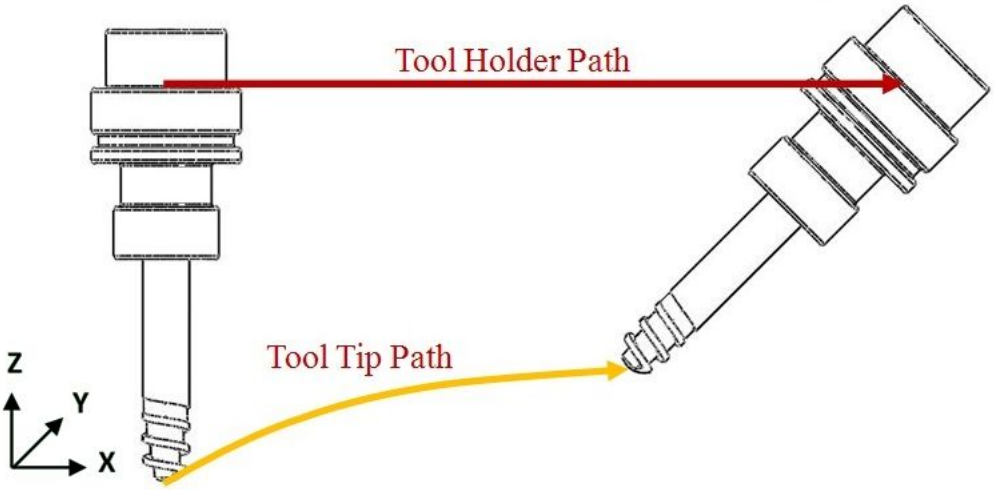
2.28.4 程式范例

未開啟RTCP Type1的程式:

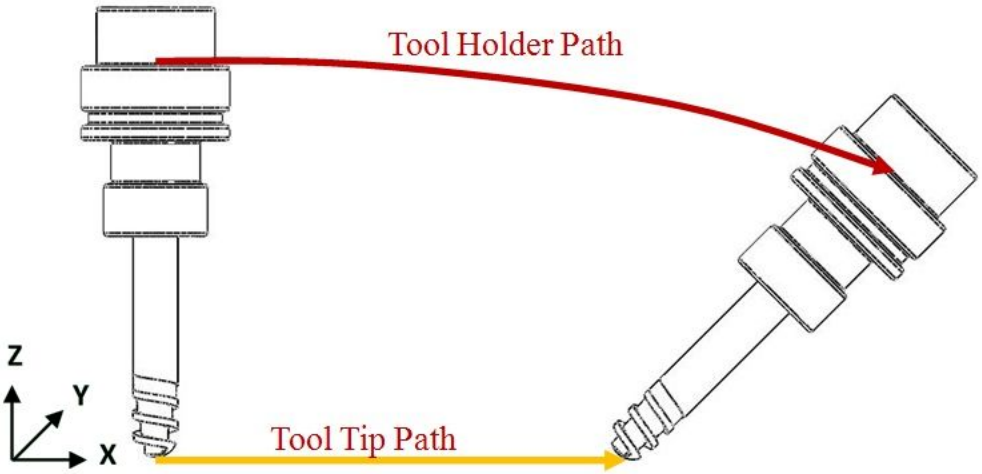
```
G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.
G01 X50. Y0. Z0. B45. C0.
```

SYNTEC

機臺動作如下:



開啟RTCP Type1的程式:
G43.4 H1
G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.
G01 X50. Y0. Z0. B-45. C0.
機臺動作如下:



未開啟RTCP Type1前，直線軸與旋轉軸的動作各自獨立，開啟RTCP Type1後，刀尖點的線性移動命令優先，旋轉軸需配合刀尖點來進行轉動。

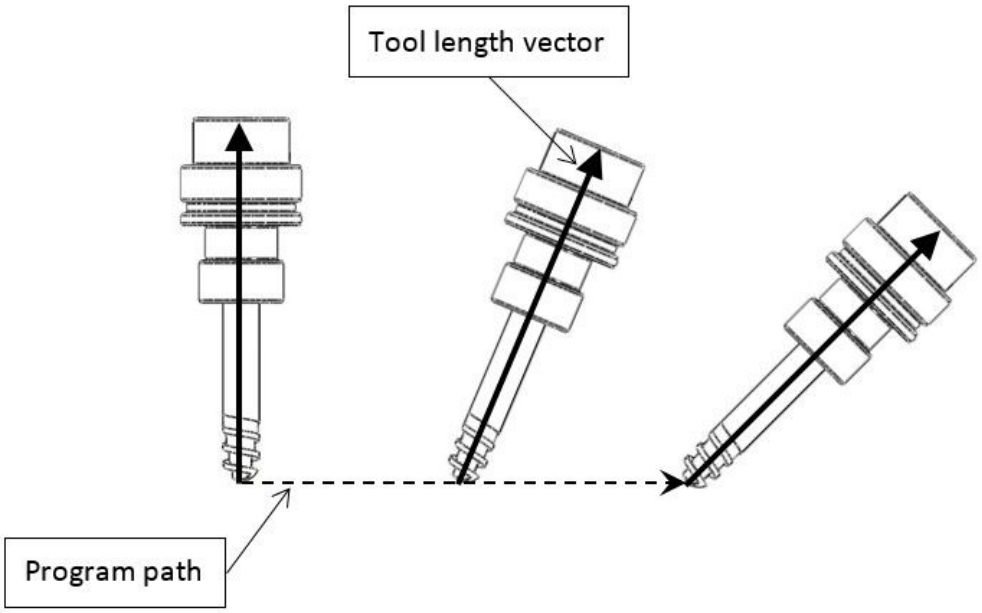
2.29 G43.5: 刀尖點控制 Type2

2.29.1 **指令格式**

G43.5 H_;
X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G49;

G43.5：開啟刀尖點控制 Type2 (RTCP Type2)；
G49：取消刀尖點控制 Type2；
H： 刀具號碼；
X_ Y_ Z_：在程式座標系統上，刀尖點的移動單節之座標值；
I_ J_ K_：在程式座標系統上，移動單節端點的刀軸方向（刀軸方向定義請參考下圖）；

刀尖點控制的使用方式與刀長補償(G43)的用法相同，只需在正式加工之前，下達G43.5指令，并且指定對應刀號，即可使用指定的刀長，進行刀尖點控制。



2.29.2 **說明**

RTCP（Rotational Tool Center Point）即為刀尖點控制功能，在一般機臺上，控制器的移動命令是下給刀柄或者主軸鼻端，開啟刀尖點控制後，移動命令會改以刀尖點所在座標來作控制，此功能是五軸加工機特有之功能。下圖中有兩條加工軌跡，橘色軌跡是一般加工狀況的機臺路徑，控制器控制主軸鼻端的軌跡，因此與工件表面會相差一個刀長；藍色軌跡則是RTCP開啟時，控制器控制刀尖點的路徑，在產出加工程序時，直接描述工件表面的座標，這樣的加工程序，可以忽略刀長的變化，以及機臺之間的機構差異，可以讓程式更有效率的被使

SYNTEC

用。



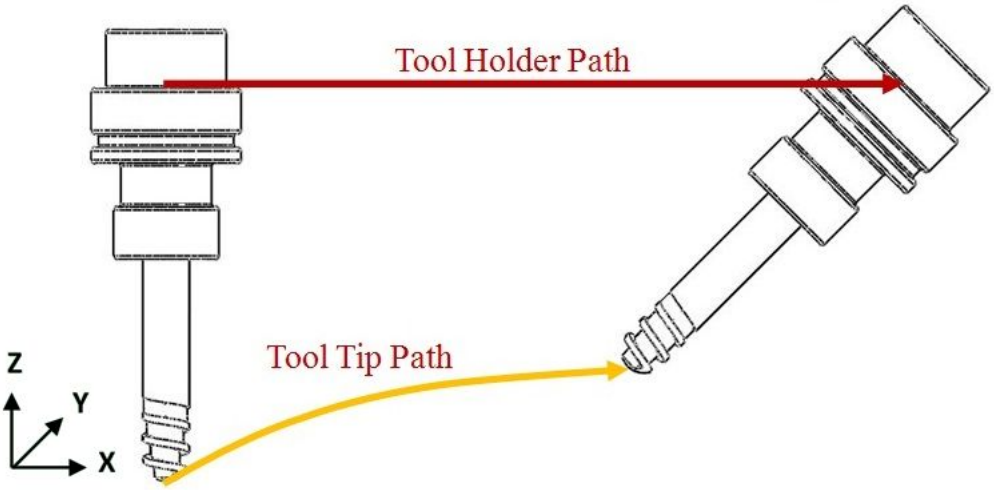
2.29.3 注意事項

1. G41、G42刀徑補償功能不可一起使用。
2. G43、G44、G43.4刀長補償功能不可一起使用。
3. G91增量指令功能不可一起使用。
4. 刀長設定需為正刀長。
5. 使用G53、G28、G29、G30前，記得要下達G49取消RTCP Type2模式，避免機臺出現不正常的動作。
6. 當在RTCP Type2模式下，以G05 P10000開啟HPCC功能，會跳出【COR-140 刀尖控制模式禁用G05】警報。
7. 當在RTCP Type2模式下，執行第一/二旋轉軸的移動指令，會跳出【COR-158 G43.5模式不可執行第一/二旋轉軸指令】 警報。
8. 引數I、J、K 若部分省略，則視為所帶引數為0；若全部省略，則視為與前一單節同樣的刀具方向。
9. 不支援「平滑刀尖控制功能 STCP（Smooth Tool Center Point）」。
10. 不能和極座標插補功能(G12.1) 混用。

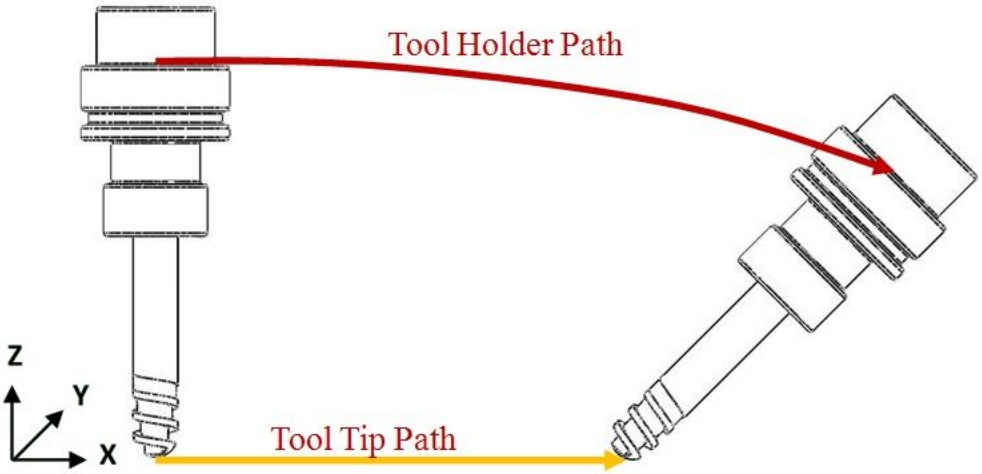
2.29.4 程式范例

未開啟RTCP Type2的程式:
G00 X0. Y0. Z0. B0. C0.
G01 X50. Y0. Z0. B45. C0.

機臺動作如下:



開啟RTCP Type2的程式:
G43.5 H1
G00 X0. Y0. Z0. I0. J0. K1.
G01 X50. Y0. Z0. I1. J0. K1.
機臺動作如下:



未開啟RTCP Type2前，直線軸與旋轉軸的動作各自獨立，開啟RTCP Type2後，刀尖點的線性移動命令優先，旋轉軸需配合刀尖點來進行轉動。

2.30 G43/G44/G49：刀具長度補正

2.30.1 **指令格式**

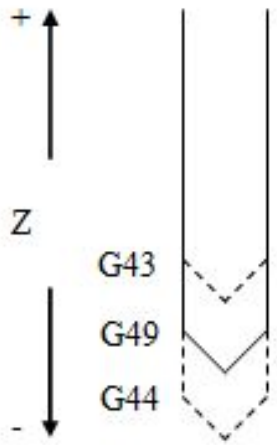
$$\left\{ \begin{matrix} G43 \\ G44 \end{matrix} \right\} Z\_ \quad H\_;$$

G49;
G43：沿**正**向補正;
G44：沿**負**向補正;
G49：補正**取消**;
Z：Z軸終點座標;
H：刀具號碼;

2.30.2 **說明**

- 當利用銑床或切削中心機加工每一加工物時，所使用的刀具很多，而每一把刀具長度不一，造成半徑補償跟工件的距離不一。
- 在換刀之後，前後刀長的差值，會使Z軸產生誤差，刀具長度補償（G43/G44）的功用，就是用Z軸向的位置補正，用以修正刀具長度的誤差。
    - 方法一:
      由Z軸之機械原點，運用手動方式使刀具往下移動直到接觸工件表面，取其位移的距離，輸入操作介面里的刀具設定鍵入各編號刀具之刀長補償，在程式指令格式的H值內設定其補償刀具號數。

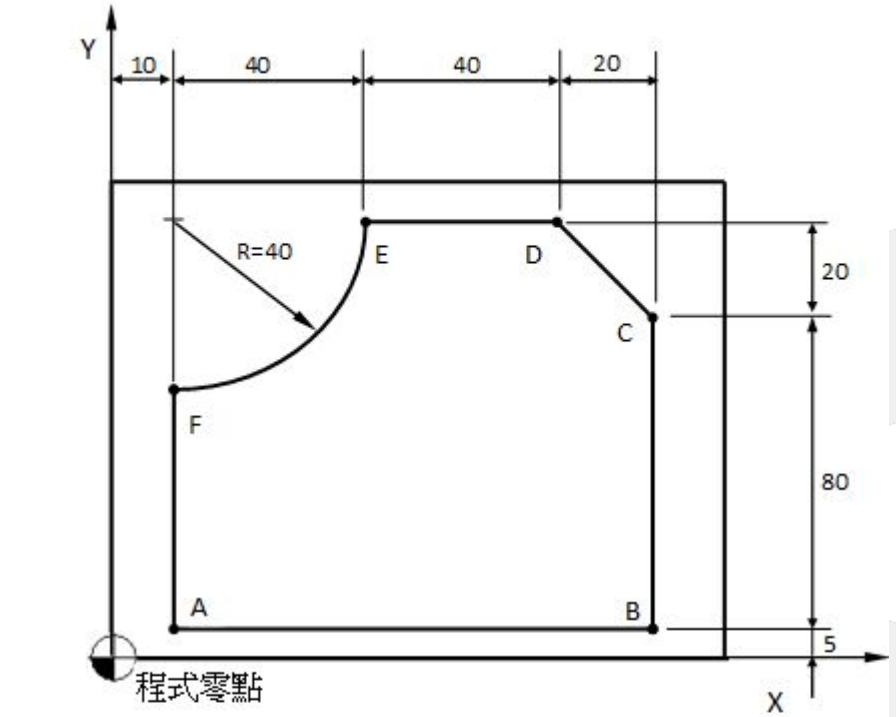
    - 方法二:
      選定一把刀具為基準，到控制器操作介面里，在工作座標設定之G54工作座標系統下，來做刀具長度校正，爾後使用的刀具，則**以它為基準刀具**之長度差值，換算各刀之長度補償值。
      圖例:



	正值	負值
G43	正方向	負方向
G44	負方向	正方向

- 與軸向移動指令同行，會先執行刀長補正後才進行軸向移動。

2.30.3 **程式范例**





程式說明:

```
N001 T1 S1000 M03; //使用1號刀具（直徑20mm之端銑刀），主軸正轉1000rpm
N002 G42 D01;       //刀徑右補償（D01=10）
N003 G00 X10.0 Y5.0 Z15.0; //快速定位至A點之上方
N004 G43 H01;       //刀長正向補償（H01=-10）
N005 G01 Z-10.0;    //直線切削下至A點底
N006 X110.0;        //A->B
N007 Y85.0;         //B->C
N008 X90.0 Y105.0; //C->D
N009 X50.0;         //D->E
N010 G02 X10.0 Y65.0 R40.0;//E->F
N011 G01 Y5.0;      //F->A
```

```
N012 G00 Z15.0;   //快速退刀至A點上方
N013 G40 G49;     //消除補償
N014 M05;         //主軸停止
N015 M30;         //程式結束
```

2.31 G45/G46/G47/G48：刀具偏置

英文版 English Version: G45/G46/G47/G48： Tool Offset

2.31.1 指令格式

$$\left\{\begin{matrix} G45 \\ G46 \\ G47 \\ G48 \end{matrix}\right\} X\_ \ Y\_ \ Z\_ \ D\_;$$

G45：路徑**正方向一倍**刀具半徑補正。
G46：路徑**負方向一倍**刀具半徑補正。
G47：路徑**正方向兩倍**刀具半徑補正。
G48：路徑**負方向兩倍**刀具半徑補正。
X、Y、Z：各軸向終點座標。
Ｄ： 刀具半徑補正值所設定之補正代號。

2.31.2 說明

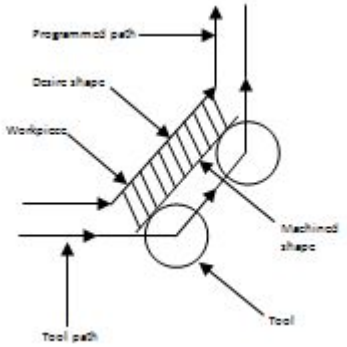
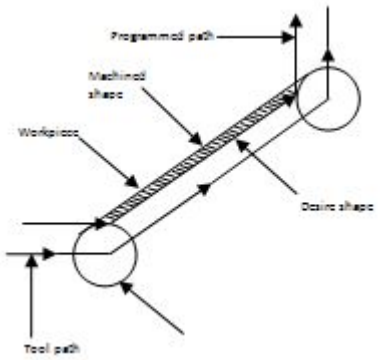
在某些應用場合，使用者需要對切削路徑向外或向內偏移，來做一點工件尺寸上的調整，卻不希望改變程式碼的路徑內容，此時提供G45/G46一倍的正向/負向刀徑補償，和G47/G48兩倍的正向/負向刀徑補償，當多個軸同時下位移指令時，此偏移會同時作用在各個軸上。

2.31.3 注意事項

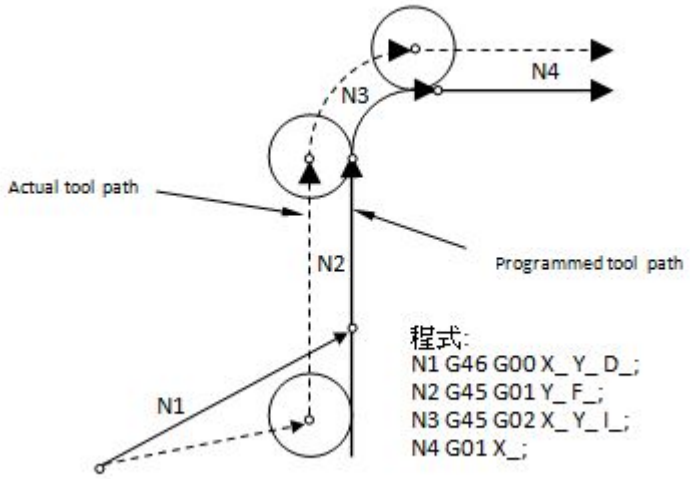
1. 此G碼僅單行有效，之後移動單節若不加則不會有效用。
2. G45正向/G46負向的判別方式是由移動路徑的起點和終點所形成的方向來判斷，若起點為A點終點為B點，正方向則為A點往B點的方向，負方向則是B點往A點的方向，剛好相反，前提是A與B不同位置(A≠B)。
3. 當移動指令的軸向引數為0且座標模式為G91模式時，會根據所下的刀徑補償模式(G45/G46/G47/G48)補償刀補的量，例如G91G45Y0的話會沿Y+(因G45為正向一倍刀徑補償)，若座標模式是G90模式則不會位移。

模式	G45Y0D1	G45Y-0D1	G46Y0D1	G46Y-0D1
G91	+10.	-10.	-10.	10.
G90	不補償	不補償	不補償	不補償

4. 不可與G41/G42同時使用，否則會跳【COR-082 G41/G42不能與G45~G48同時使用】。
5. 當兩軸以上同動切削時使用G45~G48，可能造成過切(over-cut)或少切(under-cut)現象，此時必須使用G41/G42刀具半徑補償的方式來解決此問題。

少切現象	過切現象
 G01 G45 Xx_1 Dd_1; Xx_2 Yy_2; G45 Yy_3;	 G01 Xx_1; G45 Xx_2 Yy_2 Dd_2; Yy_3;

6. 使用圓弧補間(G02/G03)切削時，G45~G48有使用上的限制，必須遵循以下兩點規則:
   a. 僅能用於90度及270度的圓弧，若不滿足會跳警報【COR-081在G45~G48下，G02/G03只能是90度或270度】。
   b. 圓弧補間程式僅能使用IJK的方式來指定圓心。



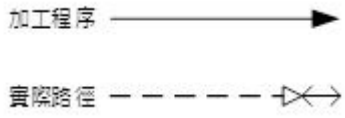
2.31.4 圖例

圖例	說明
↔	刀徑補正

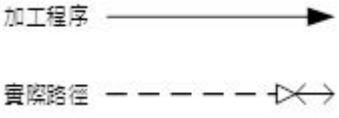
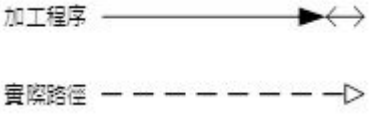
圖例	說明
	程式路徑
	實際路徑

實際路徑

G45正向一倍刀徑補正:

刀徑補正值為正值	刀徑補正值為負值
	

G46負向一倍刀徑補正:

刀徑補正值為正值	刀徑補正值為負值
	

G47正向兩倍刀徑補正:

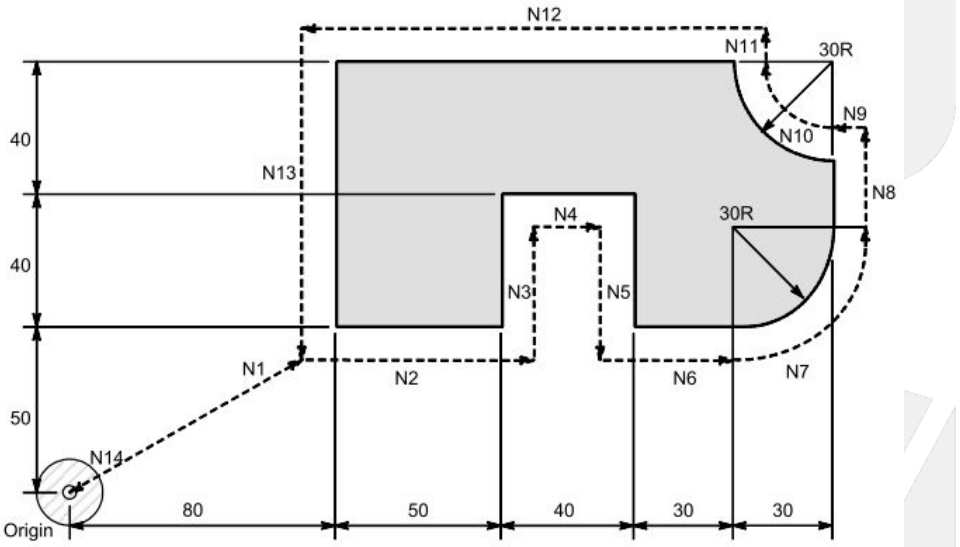
刀徑補正值為正值	刀徑補正值為負值
	

G48負向兩倍刀徑補正:

刀徑補正值為正值	刀徑補正值為負值



2.31.5 程式範例



程式說明:

行號	程式內容	注解
N001	G91 G46 G00 X80.0 Y50.0 D01;	//X/Y兩軸以D1的設定值做相對移動方向**負向**的補正，N1移動結束後相對Origin的座標為(80-D1, 50-D1);
N002	G47 G01 X50.0 F120.0;	//X軸以兩倍D1設定值做相對移動方向**正向**的補正，X軸在此次移動的距離為(50 + D1 x 2);
N003	Y40.0;	//Y軸以G01往上移動40.0不加任何補正，因上一行的G47不會繼承;

N004	G48 X40.0;	//X軸以相對於移動方向做**負向**補正兩倍D1的設定值，此行X軸移
		動量為(40 – D1 x 2)

N005	Y-40.0;	//Y軸以G01往下移動40.0不加任何補正，因上一行的G47不會繼承;

N006	G45 X30.0;	//X軸往相對移動方向的**正向**補正D1的設定值，此行X軸移動量為(30 + D1);
N007	G45 G03 X30.0 Y30.0 J30.0;	//進行圓弧切削時X/Y軸以圓弧半徑**向外偏**D1的設定值，此時實際刀具路徑的圓弧半徑為(30 + D1);
N008	G45 G01 Y20.0;	//Y軸往相對移動方向的**正向**補正D1的設定值，此行Y軸移動量為(20 + D1);
N009	G46 X0;	//X軸往座標的**負方向**補正D1的設定值，注意這里X軸的引數為0，而此行X軸移動量為(- D1);
N010	G46 G02 X-30.0 Y30.0 J30.0;	//進行圓弧切削時X/Y軸以圓弧半徑**往內偏**D1的設定值，此時實際刀具路徑的圓弧半徑為(30 - D1);
N011	G45 G01 Y0;	//Y軸往座標的**正方向**補正D1的設定值，注意這里Y軸的引數為0，而此行Y軸移動量為(D1);

N012	G47 X-120.0;	//沿相對X軸移動方向的**正向**補正兩倍D1的設定值，此行X軸移
		動量為(- (120 + 2 x D1))

N013	G47 Y-80.0;	//沿相對Y軸移動方向的**正向**補正兩倍D1的設定值，此行Y軸移
		動量為(- (80 + 2 x D1))

N014	G46 G00 X80.0 Y-50.0;	//X/Y兩軸以D1的設定值做相對移動方向的**負向**的補正，N14移動 結束後停在Origin座標;

2.32 G51.1/G50.1： 鏡像機能

英文版 English Version: G51.1/G50.1： Programmable Mirror Image

2.32.1 **指令格式**

G51.1 X__*Y*_*Z*__;
G50.1 ;指定鏡像無效
X、Y、Z：鏡像點（軸）座標;

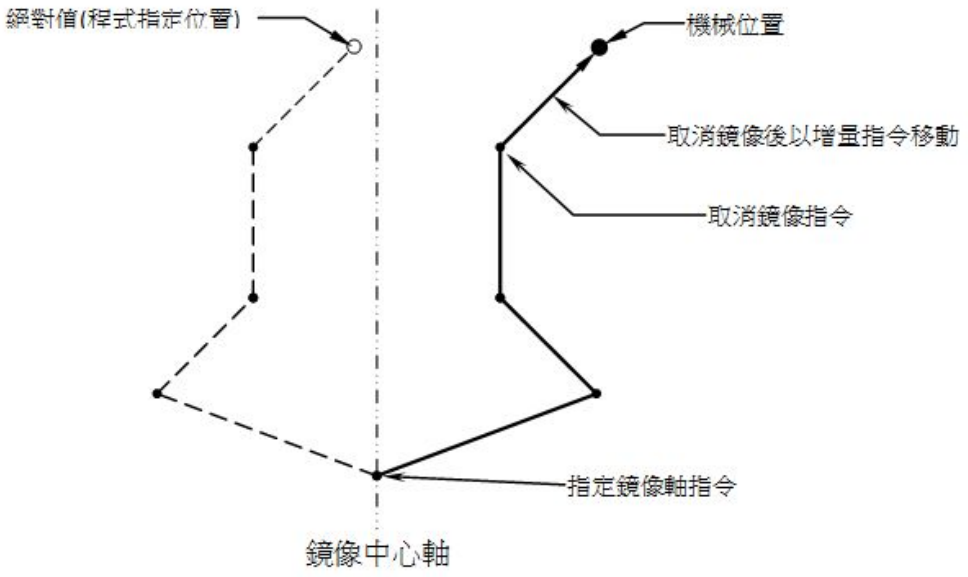
2.32.2 說明

切削左右對稱的形狀，只要有左側或右側其中任何一方的程式并使用此機能便可加工任意一方的形狀。G51.1指定鏡像有效的指令軸及鏡像中心座標值（絕對值或增量值）。

1. 若指定平面上，僅有1軸指定鏡像時，圓弧、刀具徑補正或座標回轉等的回轉方向或補正方向均反向執行。
2. 本機能因在局部座標系上使用，當計數器重置或工件座標變更時，鏡像中心亦移動。
3. 執行鏡像中指令原點復歸（G28，G30），到中間點為止的動作，鏡像有效，而從中間點到原點不作鏡像動作。
4. 鏡像中執行從原點的復歸指令（G29），對在中間點的鏡像有效。

2.32.3 注意事項

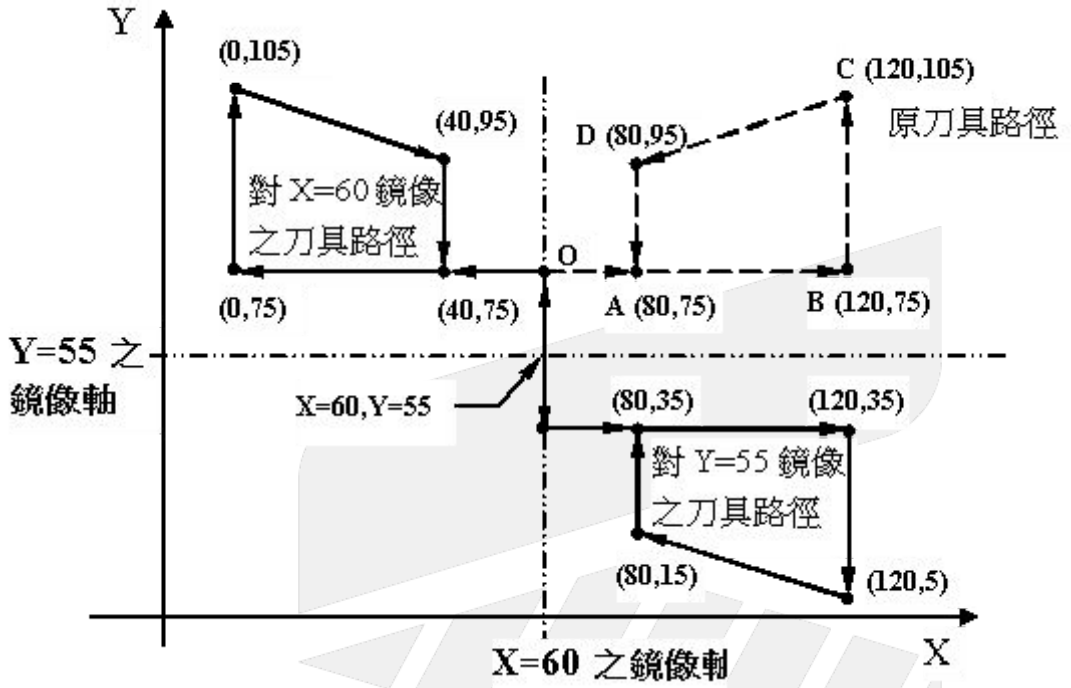
1. 在鏡中心位置以外做鏡像取消，絕對值和機械位置無法吻合，如下圖所示（這種狀態持續到程式作絕對值指定[G90的定位]或G28、G30作原點復歸為止）。
2. 鏡中心以絕對值設定的不移動狀態下又再次指定，則鏡中心可能會被指定到無法預料的位置。
3. 請在鏡中心作鏡像取消或者在取消後以絕對值指令定位。
4. 此G碼不得和G51共用。



程式范例

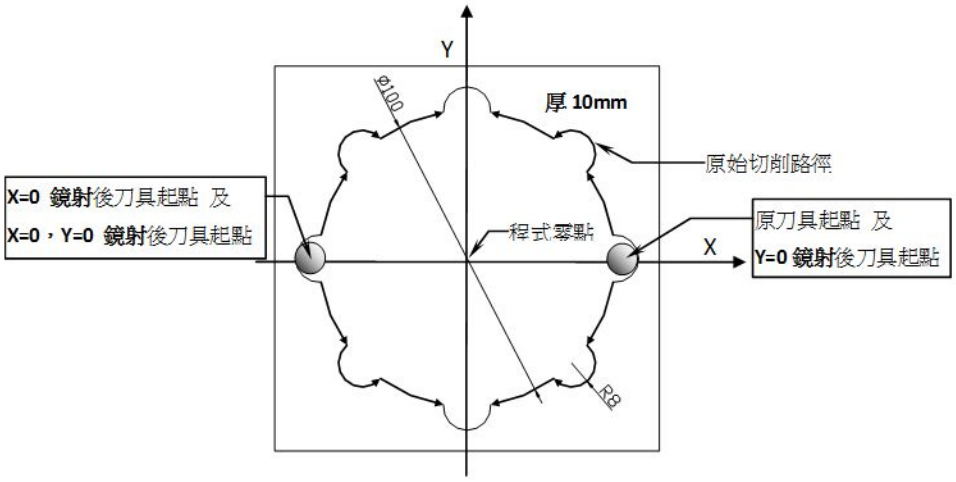
SYNTEC

范例一:



程式說明:
N001 T1 S1000 M03; //使用1號刀具，正轉1000rpm
N002 M98 H100; //執行副程式
N003 G51.1 X60.0; //執行鏡像軸為 X=60之鏡像
N004 M98 H100; //執行副程式
N005 G50.1; //取消鏡像功能
N006 G51.1 Y55.0; //執行鏡像軸為 Y=55之鏡像
N007 M98 H100; //執行副程式
N008 G50.1; //取消鏡像功能
N009 M05; //主軸停止
N010 M30; //程式結束
N100; //副程式編號
G00 X60.0 Y55.0; //快速移動至指定點
G01 Y75.0; //直線切削至O點
X80.0; //O->A
X120.0; //A->B
Y105.0; //B->C
X80.0 Y95.0; //C->D
Y75.0; //D->A
M99; //副程式結束

范例二:



程式說明：加工一花朵形之槽

```
N001 T1 S1000 M03;
      //1號刀具（10mm之端銑刀），正轉1000rpm
N002 G41 D01; //設定1號刀徑左補償（D01 = 5）
N003 M98 H100; //執行副程式
N004 G42 D01; //設定1號刀徑右補償
N005 G51.1 X0.0; //執行鏡射在X=0之鏡射軸上
N006 M98 H100; //執行副程式
N007 G50.1; //取消鏡射指令
N008 G41 D01; //設定1號刀徑左補償
N009 G51.1 X0.0 Y0.0; //執行鏡射在X=0, Y=0之鏡射點上
N010 M98 H100; //執行副程式
N011 G50.1; //取消鏡射指令
N012 G42 D01; //設定1號刀徑右補償
N013 G51.1 Y0.0; //執行鏡射在Y=0之鏡射軸上
N014 M98 H100; //執行副程式指令
N015 G50.1; //取消鏡射指令
N016 G40; //取消刀徑補償
N017 M05; //主軸停止
N018 M30; //程式結束
```

副程式

```
N100;副程式代號
G00 X58.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位到起使位置正上方
G01 Z-10.0;           //直線切削至 "花朵形槽" 底
G03 X49.36 Y7.9744 R8.0;//逆時針圓弧切削，半徑 8mm 之圓弧
G03 X40.5415 Y29.2641 R50.0;
                      //逆時針圓弧切削，半徑 50mm 之圓弧
G03 X29.2641 Y40.5415 R8.0;
                      //逆時針圓弧切削，半徑 8mm 之圓弧
G03 X7.9744 Y49.36 R50.0;
//逆時針圓弧切削，半徑 50mm 之圓弧
G03 X0.0 Y58.0 R8.0; //逆時針圓弧切削，半徑 50mm 之圓弧
```

```
G00 Z10.0;          //快速退刀至終點之上方
M99 ;               //副程式結束，繼續執行主程式
```

2.33 G51/G50：比例功能

2.33.1 **指令格式**

$$G51\ X\_\ Y\_\ Z\_ \begin{cases} I\_J\_K\_ \\ P\_ \end{cases}$$

X、Y、Z：比例中心座標及指定比例縮放之軸;
I、J、K：比例縮放值（使用於各軸比例值不同）;
P：比例縮放值（各軸縮放值相同時）;

G50 **取消**比例功能。

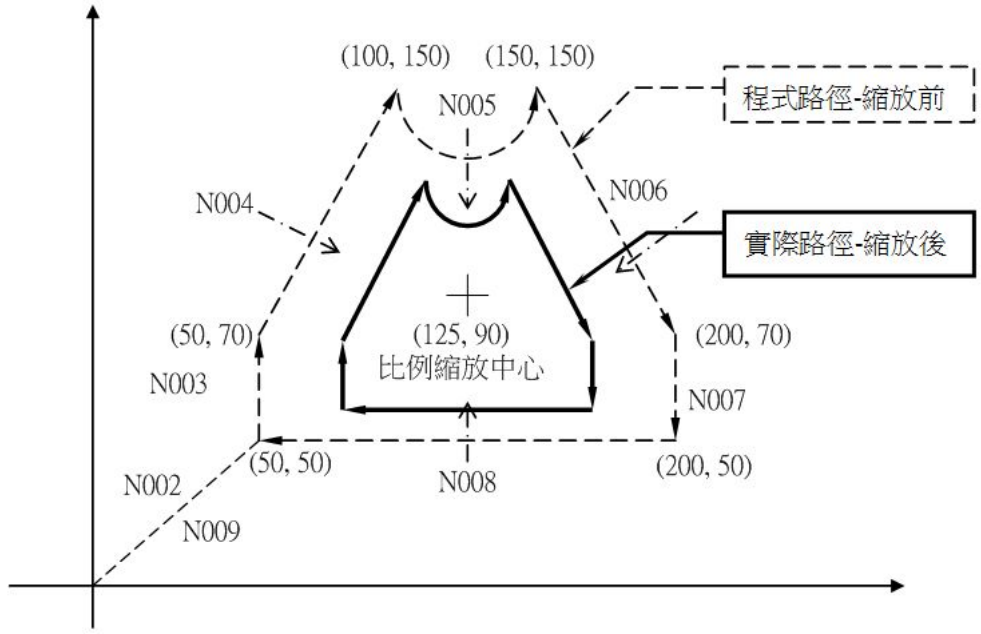
2.33.2 **說明**

G51指令能使切削路徑透過所設定的值，任意放大、縮小。

2.33.3 **注意事項**

1. 此G碼不得和G51.1共用。
2. 目前使用此功能於圓弧切削（G02、G03）時，若各軸縮放比例設定不同時，將取各軸縮放比例中最大者，作為圓半徑的縮放倍率。

2.33.4 **程式范例**



程式說明:

```
N001 G00 X0 Y0;
N002 G51 X125.0 Y90.0 P0.5; //指定比例中心為Ｘ125,Y90及縮放值0.5倍，對N003~N010之步驟做比例縮放
N003 G00 X50.0 Y50.0;//快速定位
N004 G01 Y70.0 F1000;//直線切削，進給為1000mm/min
N005 X100.0 Y150.0;
N006 G03 X150.0 I25.0;//圓弧切削，半徑為25mm;
N007 G01 X200.0 Y70.0;//直線切削
N008 Y50.0;
N009 X50.0;
N010 G00 X0.0 Y0.0; //快速回歸
N011 G50; //解除比例功能
N012 M30; //結束程式
```

2.34 G52：局部座標設定

英文版 English Version: G52： Local Coordinate System Setup

2.34.1 **指令格式**

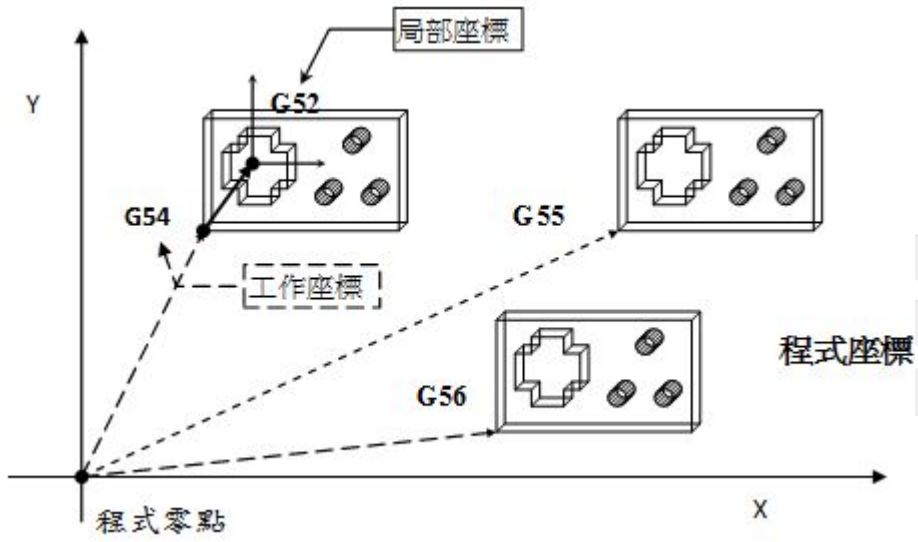
G52 X__ Y__ Z__ ;

X、Y、Z：設定座標系統

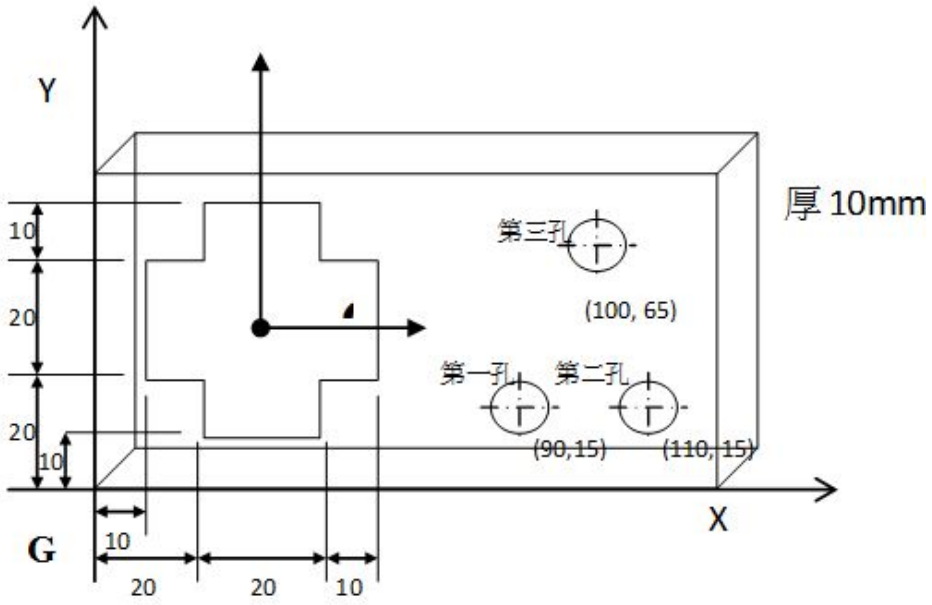
2.34.2 **說明**

指定一個工作座標（G54~G59）系統，當遇到加工物其幾何形狀有必要再**另設**一"子座標系統"，此子座標系統就是局部座標系統。
G52 X0.0 Y0.0 Z0.0：**取消**局部座標

2.34.3 **圖例**



2.34.4 **程式范例**



程式說明:

```
N001 T1 S1000 M03;
                          //1號刀具（直徑10mm鉆頭），主軸轉動轉速1000rpm，正轉
N002 G54 X0.0 Y0.0 Z0.0;    //指定工作座標（G54）
N003 G00 X90.0 Y15.0 Z10.0; //快速定位至欲鉆孔的上方
N004 G43 H01;
                          //打開刀具長度補償（1號刀具）
N005 G99 G81 Z-15.0 R2.0 F1000;
//執行鉆孔循環，回程停至R點，進給量1000mm/min，鉆第一孔
N006 X110.0;                //鉆第二孔
N007 X100.0 Y65.0;          //鉆第三孔
N008 G80;                   //取消循環
N009 M05;                   //主軸停止
N010 G28 X0.0 Y0.0 Z10.0;
                          //參考點復歸，由X0.0,Y0.0,Z10.0做中間點
N011 T2 M06 S1000 M03;  //執行換刀
                          //（2號刀具10mm端銑刀）
                          //換好後，主軸轉動，轉速1000rpm，正轉
N012 G52 X30.0 Y30.0 Z0.0;
//指定局部座標零點於工作座標（G54）的X30.0,Y30.0,Z0.0位置
//（" +字槽孔 "的幾何中心）
N013 G00 X0.0 Y0.0 Z10.0;
//快速定位至局部座標的X0.0,Y0.0,Z10.0（"+字槽孔"的上方）
N014 G01 Z-12.0; //直線切削下挖至+字槽孔底
N015 G17 G41 D02; //打開刀徑左補償（2號刀具）
N016 G91 X20.0;
//指定使用增量值做切削移動，進行"+字槽孔"的切削
N017 Y10.0;
```

```
N018 X-10.0;
N019 Y10.0;
N020 X-20.0;
N021 Y-10.0;
N022 X-10.0;
N023 Y-20.0;
N024 X10.0;
N025 Y-10.0;
N026 X20.0;
N027 Y10.0;
N028 X10.0;
N029 Y10.0;
N030 G90 G00 Z10.0;
//指定使用絕對值快速定位（刀具快速抽出+字槽孔）
N031 G52 X0.0 Y0.0 Z0.0; //取消局部座標
N032 G40 M05;            //取消補償，主軸停止
N033 M30;                //程式結束
```

2.35 G53.1：斜平面加工刀具對正

2.35.1 指令格式

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.1 [P_];

G68.2：開啟斜平面座標系功能;
G53.1：刀具對正功能;

P：選擇旋轉軸移動的方向，0：系統優先選擇第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)、1：第一旋轉軸往正向旋轉、2：第一旋轉軸往負向旋轉

在G68.2之後，正式加工之前，需下達G53.1或G53.6，讓刀具對正斜平面座標系。

2.35.2 說明

斜平面座標系設定後，需下G53.1，刀具才會對正斜平面座標系，所以此G碼是附屬在G68.2之下，需同時存在。

2.35.3 注意事項

1. G68.2指定前不得下G53.1指令。
2. 需使用正刀長（G43下在G53.1之後）。
3. 執行G43後，程式座標將用以描述刀尖點位置；斜平面加工結束後，請下G49取消斜平面刀尖點控制。
4. 若沒有輸入P引數、則默認為 0：第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)。
5. 若輸入P0、P1、P2 以外引數，則跳警報COR-149 斜平面加工刀具對正P引數超出范圍。
6. 當P引數設成0時，系統會先行尋找第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍(Pr3009~)外，則會自動選擇另外一個角度。若兩個目標角度及到達兩個角度的路徑都落在行程范圍(Pr3009~)外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
7. 當P引數設成1或2時，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍(Pr3009~)外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
8. 不同機構構型所對應的旋轉軸定義請參考 1.3 旋轉軸定義 與 1.4 參數說明。

	0(default)	1	2
Spindle/Table/Mixed	第一旋轉軸(Master軸)最短路徑	第一旋轉軸(Master軸) 正轉	第一旋轉軸(Master軸) 負轉

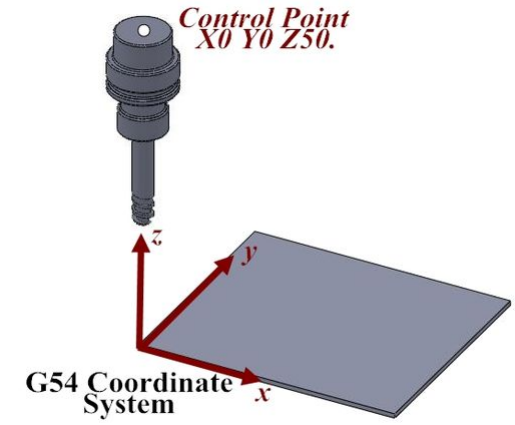
2.35.4 程式范例

以下列程式為例，說明斜平面座標系的基本動作。

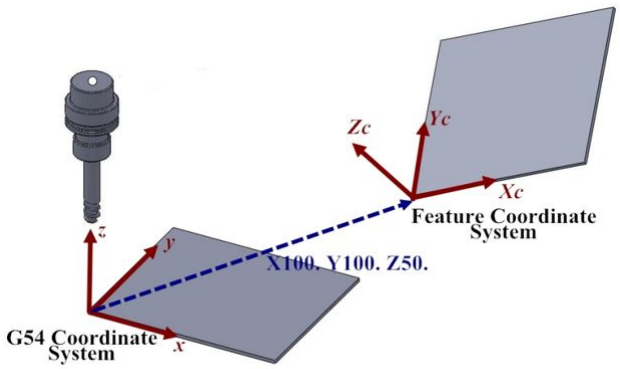
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N4 G53.1;
N5 G43 H1;
N6 G01 X0 Y0 Z0;
// 斜平面加工...
N98 G49;
N99 G69;
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
```

以下逐行解說:

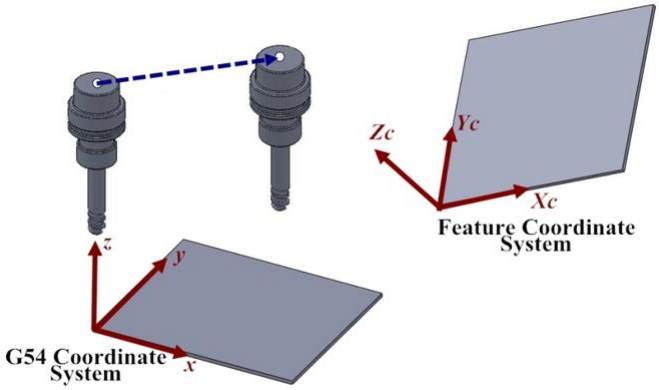
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至G54座標系之Z50.。
```



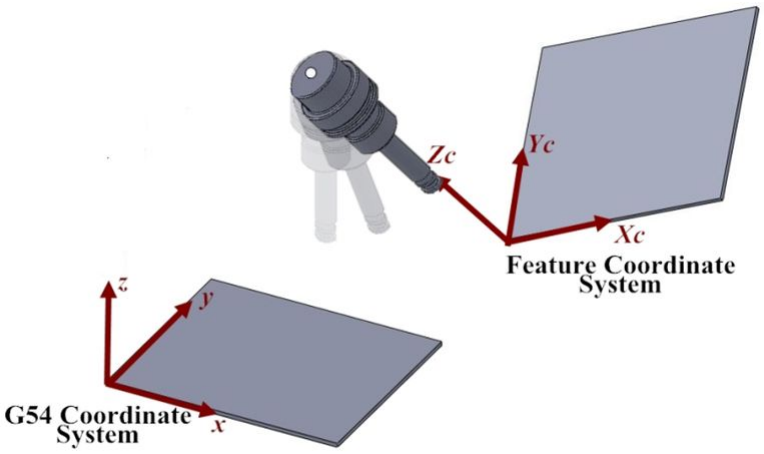

```
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
// 指定相對於G54原點距離X100. Y100. Z50.為斜平面座標系之原點，且尤拉角為I30. J15. K20.，當G68.2指令下達後，程式座標已轉換到斜平面座標。
```



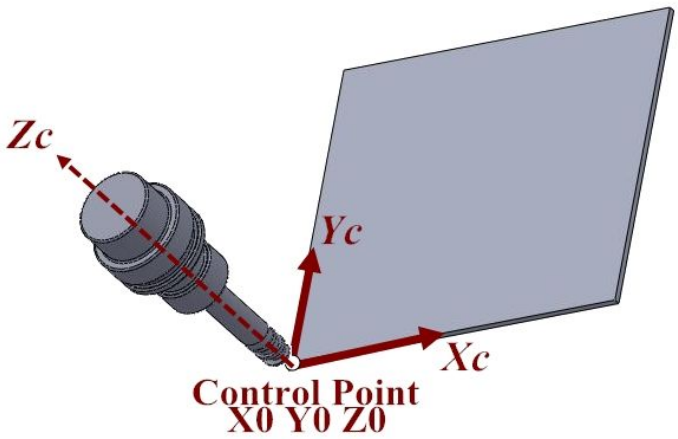

```
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至斜平面座標系的Z50., 但刀具方向還未改變。
```



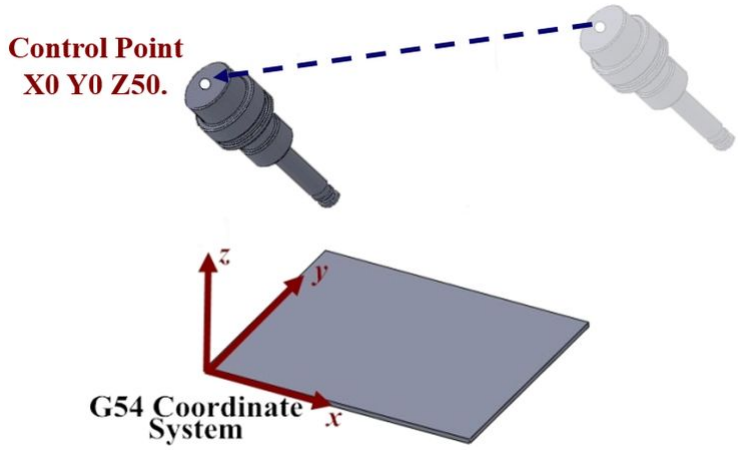

```
N4 G53.1;
// 刀具方向自動指向斜平面座標系的Z軸。
```



```
N5 G43 H1;
// 刀長補償，控制點轉移至刀尖位置。

N6 G01 X0 Y0 Z0;
// 切削至斜平面座標系的X0 Y0 Z0處。
```




```
N98 G49;
// 取消斜平面刀尖點控制
N99 G69;
// 取消座標旋轉
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
// 移動控制點至G54座標系之X0. Y0. Z50.。
```



2.35.5 附錄

斜平面刀具對正特殊規格

當座標旋轉(G68.2, G68.3)後的刀具向量，可以由某旋轉軸「兩種以上的位置」達到，稱為該旋轉軸遇到**奇異點**。

遇到奇異點的旋轉軸，會**固定於當前的程式座標**，且斜平面加工的斜平面座標也會架於該固定角度上。

遇到奇異點的刀具姿態，可能隨著啟動刀具對正時的所在位置不同，產生不同的旋轉軸角度;
如果有設置機構煉長度，可能因此產生不一樣的絕對座標XYZ值。

EX1:

假設一刀具方向為+Z的五軸機臺，偏置量與各座標值如下:

G54P1(G54)		機械座標		絕對座標		圖示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	0.000	C	0.000	C	0.000	

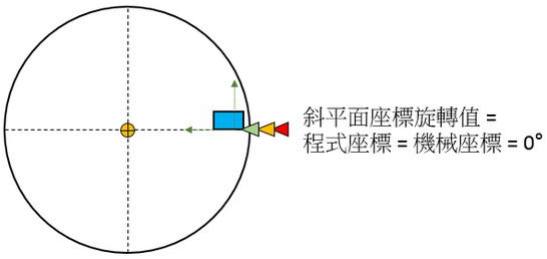
此時下達下列指令:

```
G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
G53.1
```

根據L1的座標旋轉，刀具方向應仍為+Z;

此時A軸會固定為0.000度，而C軸不管在任意角度都可以滿足刀具方向為+Z;

C軸遇到奇異點，所以固定於程式座標0.000度。



EX2:

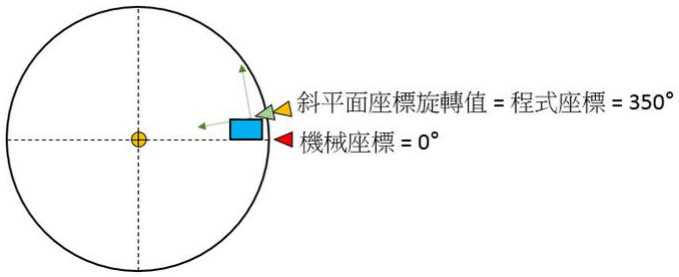
假設與EX1一模一樣的情境，初始的機械作標也一樣定在0.000，只是G54的C軸偏置量增加10:

G54P1(G54)		機械座標		絕對座標		圖示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	10.000	C	0.000	C	350.000	

此時下達跟EX1相同的指令後:

```
G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
G53.1
```

C軸遇到奇異點，所以固定於程式座標350.000度。



2.36 G53.6: 斜平面加工刀具對正 (刀尖點或旋轉中心控制)

2.36.1 **指令格式**

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.6 [H_] [P_] [R_];

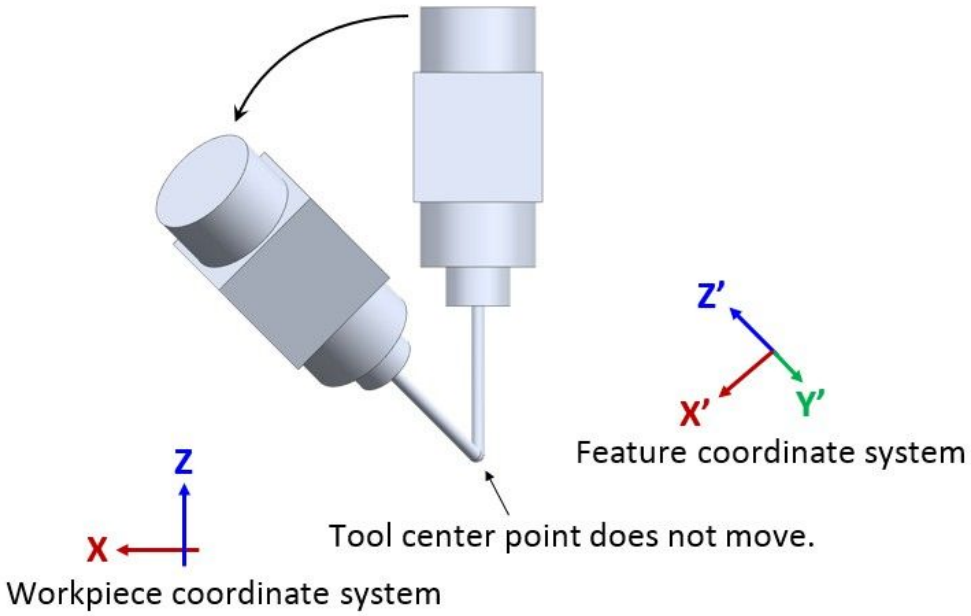
G68.2: 開啟斜平面座標系功能;
G53.6: 刀具對正功能 (刀尖點或旋轉中心控制);

H: 刀號，若未下H碼，則沿用之前的刀號，若之前也未下刀號(H0)，則發警報 MAR-407 G53.6選用刀號不可為0;
P: 選擇旋轉軸移動的方向，0: 系統優先選擇第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)、1: 第一旋轉軸往正向旋轉、2: 第一旋轉軸往負向旋轉
R: 由刀尖點至旋轉中心的距離;

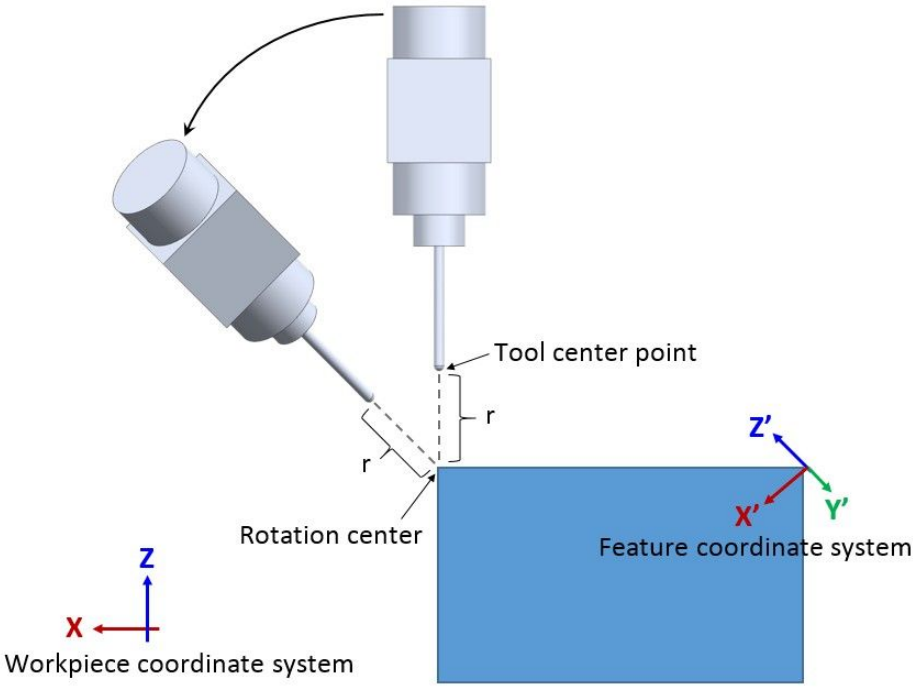
在G68.2之後，正式加工之前，需下達G53.6，讓刀具對正斜平面座標系。

2.36.2 說明

1. 斜平面座標系設定後，需下G53.6，刀具才會對正斜平面座標系，所以此G碼是附屬在G68.2之下，需同時存在。
2. G53.6與G53.1一樣都是控制刀具方向使其垂直於斜平面，只是G53.6在控制刀具方向使其垂直於斜平面的移動過程中，會保持刀尖點與旋轉中心的等距，且此距離可在 G53.6 指令中指定（R引數）；下圖說明，是否有帶R引數的動作差異:
   - **未帶R引數:** 移動旋轉軸時，刀尖點位置不變



   - **有帶R引數（Rr）：** 移動旋轉軸時，由刀尖點延伸距離R的旋轉中心，位置不變



2.36.3 注意事項

1. G68.2指定前不得下G53.6指令。
2. 需使用正刀長（G53.6可帶H碼指定刀具編號）。
3. G53.6以刀尖點控制的方式執行刀具旋轉，後續移動單節也皆是用以描述刀尖點位置；斜平面加工結束後，請下G49取消斜平面刀尖點控制。
4. G41、G42刀徑補償功能，不可下在G53.6指令之前，否則發警報 MAR-406 G53.6需在G40模式下啟用。
5. 執行G53.6若未帶H引數，且當下刀號為0時，發警報 MAR-407 G53.6選用刀號不可為0。
6. 若沒有輸入P引數、則默認為 0：第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)。
7. 若輸入P0、P1、P2 以外引數，則跳警報COR-149 斜平面加工刀具對正P引數超出范圍。
8. 當P引數設成0時，系統會先行尋找第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍外，則會自動選擇另外一個角度。若兩個目標角度及到達兩個角度的路徑都落在行程范圍外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
9. 當P引數設成1或2時，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
10. 不同機構構型所對應的旋轉軸定義請參考 1.3 旋轉軸定義 與 1.4 參數說明。

	0(default)	1	2
Spindle/Table/Mixed	第一旋轉軸(Master軸) 最短路徑	第一旋轉軸 (Master軸) 正轉	第一旋轉軸 (Master軸) 負轉

2.36.4 程式范例

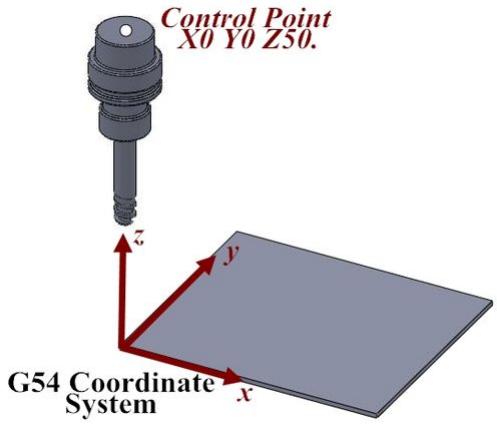
以下列程式為例，說明斜平面座標系的基本動作。

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
```

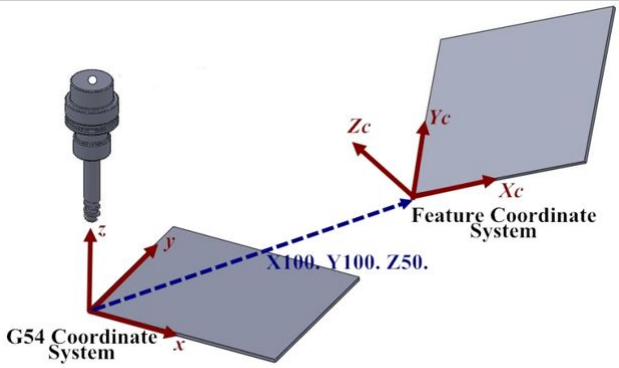
```
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
N3 G53.6 H1;
N4 G01 X0 Y0 Z0;

... // 斜平面加工

N98 G49;
N99 G69;
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
```

以下逐行解說:

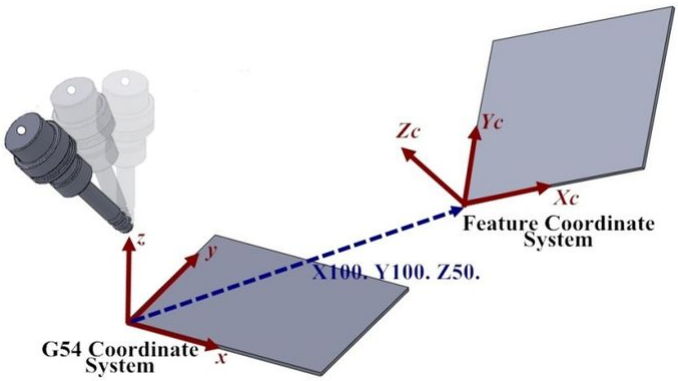
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至G54座標系之Z50.。
```



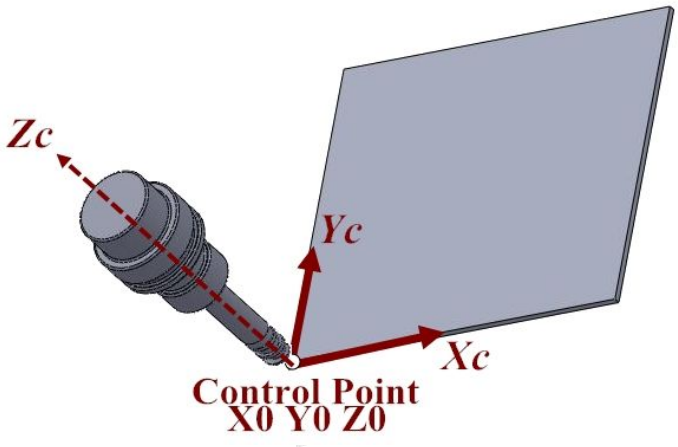

```
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
// 指定相對於G54原點距離X100. Y100. Z50.為斜平面座標系之原點，且尤拉角為I30. J15. K20.，當
G68.2指令下達後，程式座標已轉換到斜平面座標;
```



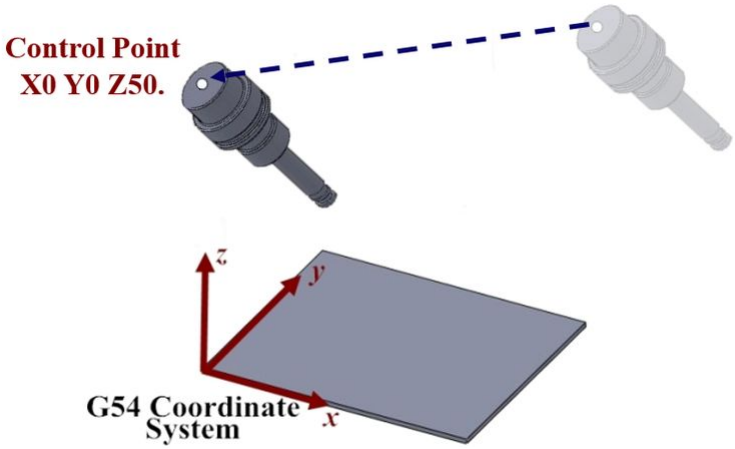
```
N3 G53.6 H1;
// 刀具方向自動指向斜平面座標系的Z軸。
```




```
N4 G01 X0 Y0 Z0;
// 切削至斜平面座標系的X0 Y0 Z0處。
```




```
N98 G49;
// 取消斜平面刀尖點控制
N99 G69;
// 取消座標旋轉
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
// 移動控制點至G54座標系之X0. Y0. Z50.。
```



2.37 G53：機械座標定位

2.37.1 **指令格式**

G53 [P1] X___ Y___ Z___ [F1=_];

X、Y、Z：指定點機械座標

P1：啟用指定速度指令

F1：進給速度 mm/min or inch/min

2.37.2 **說明**

機械原點是機械制造廠在生產機械時所設定的**固定**原點，此座標系統是一固定不變的座標系。

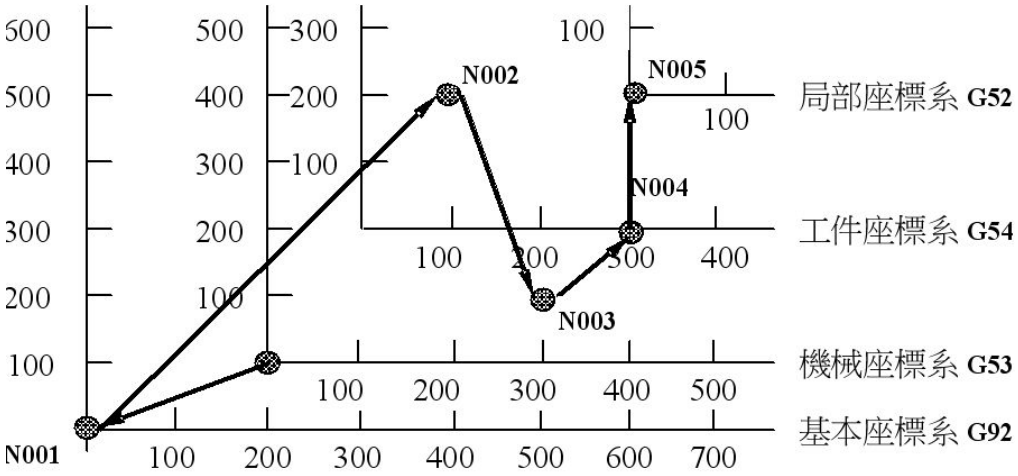
使用G53指令并指定其座標時，刀具向機械座標系上的指定位置移動，當將刀具回歸到機械零點（0,0,0）上時，此點即為機械座標系的原點。

2.37.3 **注意事項**

1. G53指令只在指定的單節有效（如果下一個單節僅下座標值則會回歸為程序座標系）；
2. G90模式下，G53定位至指定機械座標，G91模式下，G53增量移動機械座標位置;
3. Pr3809設定為1時，G53下U、V、W不會被視為X、Y、Z增量移動指令。
4. G53指定之前，應先消除相關的刀具半徑、長度或位置補正;
5. 使用G53設定座標系統前，必須先用手動以參考點復歸位置為基準，來建立座標系統。
6. 軸型態（參數221~236）若設定為旋轉軸時，相關路徑請參閱「參數設定參考手冊」參數221~236：軸的型態。
7. G53默認速度是G00速度。
8. G53 指令必須同時下 P1、F1=_，指定速度才會有效。若是沒有下 P1，則系統不會參考 F1=_ 指定速度移動。
9. F1 單位為 mm/min or inch/min，支援 G70/G71 英制 公制單位設定指令。
10. F1 單位為 mm/min or inch/min，永遠維持 G94 每分鐘進給量；G93 反時間進給、G95 每轉進給量設定于該單節無效。

2.37.4 程序范例

範例一



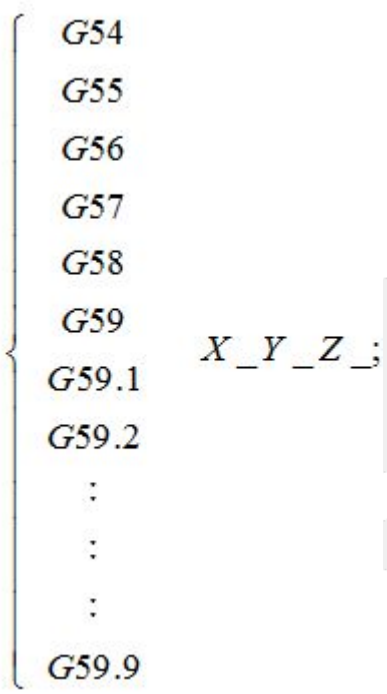
程序說明:
N001 G92 X-200.0 Y-100.0; //指定基本座標系
N002 G54 G90 X100.0 Y200.0; //到工作座標系的指定位置
N003 G53 X300.0 Y100.0; //到機械座標系的指定點N004 X300.0 Y0;
N004 X300.0 Y0; // G53只在其單節有效，此單節延續G54到工作座標系的指定位置
N005G52 X300.0 Y200.0;
//設定局部座標在工作座標系的指定位置
N006X0.0 Y0.0;

範例二

```
G71;
G53 X100. Y100.; // G53將使用G00之進給速度
G53 P1 X50. Y50. F1=1000.; // G53將使用設定之進給速度F1=1000
G01 X0. Y0.;
M30;
```

2.38 G54...G59.9: 工作座標系統設定

2.38.1 **指令格式**



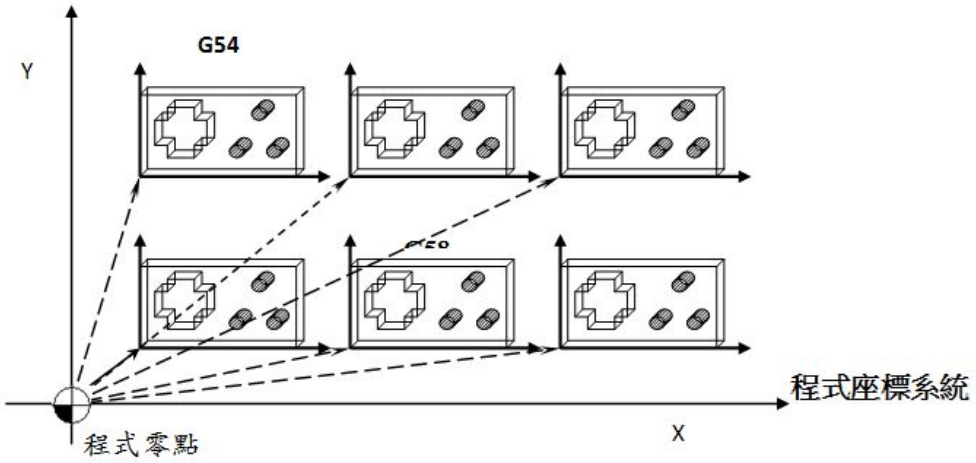
G54: 第一工作座標系統
: :
: :
G59: 第六工作座標系統
G59.1: 第七工作座標系統
:
:
G59.9: 第十五工作座標系統
X、Y、Z: 移動到設定的工作座標系統的指定位置;

2.38.2 **說明**

操作機臺時，若床臺上放置多個工件，此時可以使用工件座標系統以G54~G59、G59.1~G59.9總共15個不同的座標系統，定義各個工件在機械座標的位置，以利執行加工時，對各工件一一執行加工。

可由參數3229設定「關閉工作座標系統」（0: 啟動 ; 1: 關閉）。

2.38.3 **圖例**



2.39 G61/G62/G63/G64：切削模式設定

2.39.1 **指令格式**

G61 ; // 確實停止檢測模式
G62 ; // 曲面切削模式
G63 ; // 攻牙模式
G64 ; // 曲面切削模式

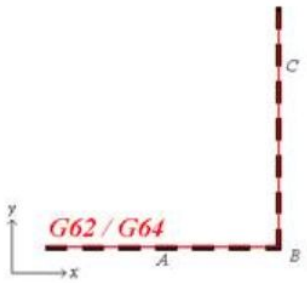
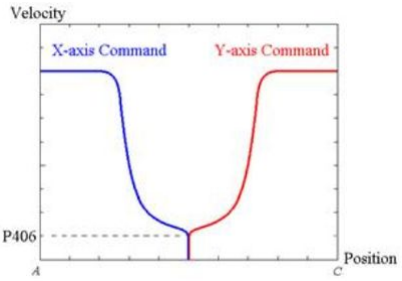
2.39.2 **說明**

各模式之差異如下表。預設為切削模式（G64），指定某一模式後，需設定其他模式，原本之模式才會失效。

指 令 名 稱	G code	有 效 范 圍	說 明
確實停止檢測	G09	只有在含有G09指令的單節才有效。	刀具減速在一路徑的最後端，其精度會因刀具轉彎，而在轉角產生誤差，利用G09指令以控制其誤差量。
確實停止檢測模式	G61	指定G61機能後，直到設定G62、G63、G64才會失效。	刀具在切削路徑終點有減速，到達路徑終點利用反饋確認位置是否在設定范圍內，確認到達後再繼續執行下個路徑。
曲面切削模式	G62	指定G62機能後，直到設定G61、G63、G64才會失效。	適用曲面之切削。刀具在切削路徑端沒有減速（參照下圖速度命令曲線），到達定點繼續執行下個路徑。可帶P引數，選用高速高精參數。(注2)

攻牙模式	G63	指定G63機能後，直到設定G61、G62、G64才會失效。	適用於攻牙。由主軸轉速S與進給速率F之比值決定主軸與進給軸之關系達成二者之同動。攻牙期間無法調整進給率段數（override）與進給終止（feed hold）。
切削模式	G64	指定G64機能後，直到設定G61、G62、G63才會失效。	適用曲面之切削。刀具在切削路徑端沒有減速（參照下圖速度命令曲線），到達定點繼續執行下個路徑。可帶P引數，選用高速高精參數。(注2)

圖例：描述G62/G64在切削轉角時的動作

G碼	切削路徑	速度命令曲線
G62/G64		

說明:

G62/G64角隅速度控制模式，角隅時會根據參數406設定的轉角速度，將速度降下來，在轉角處沒有命令軌跡誤差，因此這個模式對於來回反覆的加工，如模具加工，可以得到較好的角隅精度與重現性。
對於轉角處，因速度命令JERK過大所造成的抖動，可使用參數404來改善，一般參數404設10~20就可以得到有效改善。

2.39.3 注意事項

1. G62 / G64 模式較適合用於模具的加工。
2. G62 Pn/G64 Pn，n = 0 ~ 5，可選擇高速高精參數。
3. 多組高速高精參數采用後令蓋前令的方式，復位(reset)後將會保留最後使用的該組參數；但關機後重開將會變回預設參數(P0)。

2.40 G65：單一巨集程式呼叫

英文版 English Version: G65： Call Single Macro

2.40.1 **指令格式**

G65 P L ;
P：程式號碼;
L：重覆次數;

2.40.2 **說明**

巨集指令呼叫後，P 指定編號程式被呼叫出來執行，L__指定G65重覆執行次數，但只在含有G65單節執行有效;

2.40.3 **程式范例**

G65 P10 L20 X10.0 A10.0 Q10.0;

//連續重覆呼叫副程式O0010執行20次，并將X、A、Q的值代入副程式內

//也就是說，在副程式內可使用#24、#1、#17這三個引數的數值來做運算

//可使用的引數不限XYZ，只要符合macro撰寫規則即可

2.41 G66/G67：模式宏程序程式

2.41.1 **指令格式**

G66 P L ;模式宏程序程式**呼叫**
G67 ;模式宏程序程式**取消**
P：程式號碼;
L：重覆次數;

2.41.2 **說明**

宏程序指令（G66）被呼叫後，P 指定編號副程式被呼叫出來執行，L__指定G66重覆執行次數，遇到移動單節完成後會再執行G66單節指定的內容一次，一直到G67單節才取消此模式（系統會預先計算G66~G67間的移動單節數,在執行G66單節就一次完成重覆次數）;

2.41.3 **程式范例**

N001 G91
N002 G66 P10 L2 X10.0 Y10.0
//重覆2次呼叫副程式O0010并將X10.0 Y10.0的值代入執行
N003 X20.0
//移動X軸至20.0的位置，完成後呼叫G66 P10 L2 X10.0 Y10.0
N004 Y20.0
//移動Y軸至20.0的位置，完成後呼叫G66 P10 L2 X10.0 Y10.0
N005 G67 //取消宏程序程式呼叫模式

2.42 G68/69：座標旋轉

2.42.1 **指令格式**

（G17）G68 X_ Y_ R_;
（G18）G68 Z_ X_ R_;
（G19）G68 Y_ Z_ R_;
X_,Y_,Z_旋轉中心絕對座標
R_旋轉角度

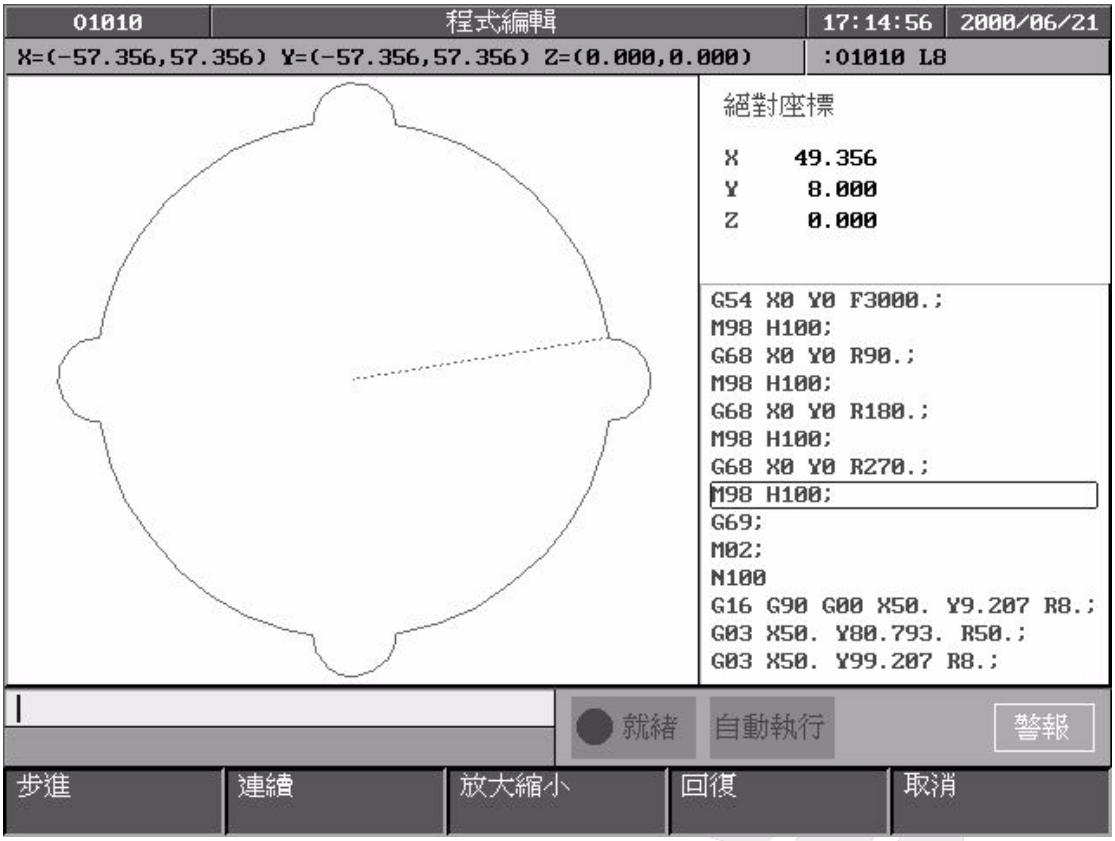
G69 關閉座標旋轉

2.42.2 **說明**

座標旋轉啟動後，所有移動指令將對旋轉中心作旋轉，因此整個幾何圖形將旋轉一個角度。旋轉中心只對絕對指令有效，因此當所有指令都是增量時，實際的旋轉中心將是路徑的起始點。

2.42.3 **程式范例**

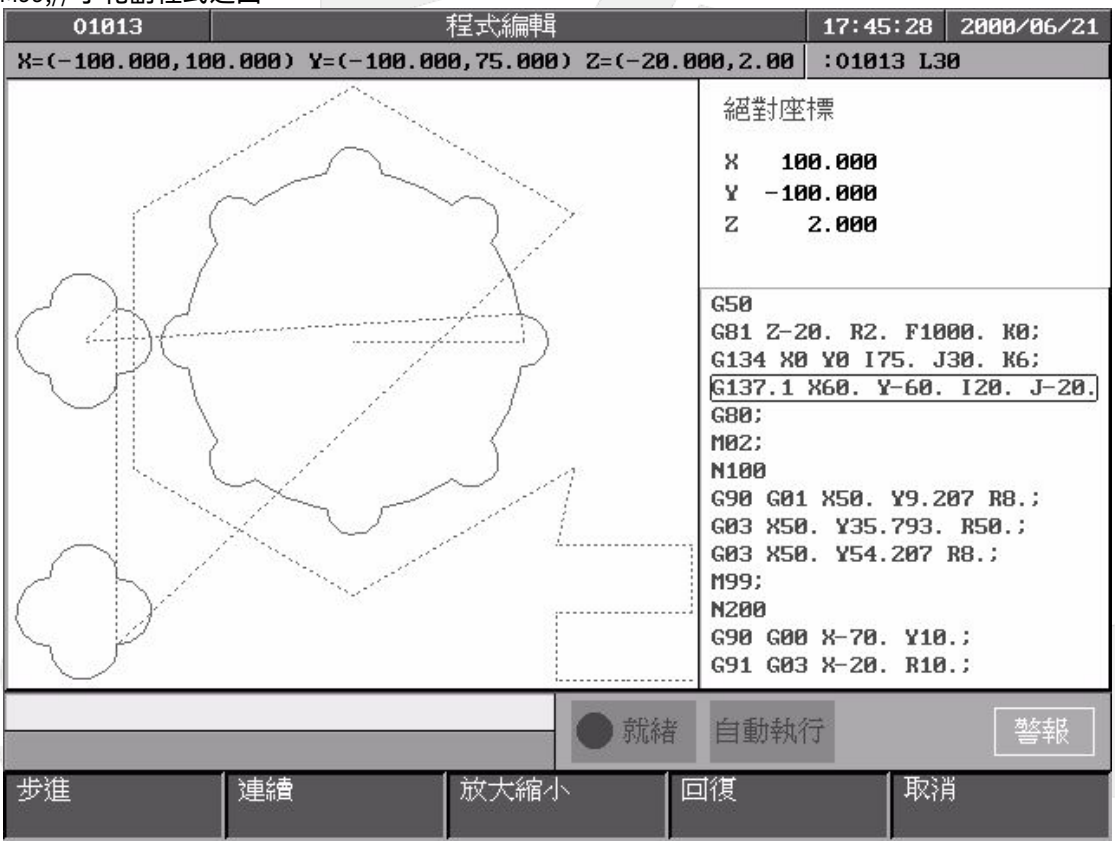
程式一
```
G54 X0 Y0 F3000.;
G16;                    // 啟動極座標語法
G90 G00 X50. Y9.207 R8.;// 定位到起始點
M98 H100;               // 第一次加工
G68 X0 Y0 R90.;         // 座標旋轉90度
M98 H100;               // 第二次加工
G68 X0 Y0 R180.;        // 座標旋轉180度
M98 H100;               // 第三次加工
G68 X0 Y0 R270.;        // 座標旋轉270度
M98 H100;               // 第四次加工
G69;                    // 座標旋轉取消
G15;                    // 極座標語法取消
M30;                    // 主程式結束
N100                    // 軌跡副程式開始
G90 G01 X50. Y9.207 R8.;
G03 X50. Y80.793. R50.;
G03 X50. Y99.207 R8.;
M99;                    // 軌跡副程式返回
```



程式二

```
G54 X0 Y0 F3000.;
G16;                        // 啟動極座標語法
G90 G00 X50. Y9.207 R8.;// 定位到起始點
M98 H100;                   // 第一次加工
G68 X0 Y0 R45.;             // 座標旋轉45度
M98 H100;                   // 第二次加工
G68 X0 Y0 R90.;             // 座標旋轉90度
M98 H100;                   // 第三次加工
G68 X0 Y0 R135.;            // 座標旋轉135度
M98 H100;                   // 第四次加工
G68 X0 Y0 R180.;            // 座標旋轉180度
M98 H100;                   // 第五次加工
G68 X0 Y0 R225.;            // 座標旋轉225度
M98 H100;                   // 第六次加工
G68 X0 Y0 R270.;// 座標旋轉270度
M98 H100;// 第七次加工
G68 X0 Y0 R315.;// 座標旋轉315度
M98 H100;// 第八次加工
G69;// 座標旋轉取消
G15;// 極座標語法取消
G00 X-80. Y0.
M98 H200;// 加工第一個小花
```

G51.1 Y-40.;// 啟動Y-40.軸鏡像
M98 H200;// 加工第二個小花
G50;// 鏡像取消
G90 G81 Z-20. R2. F1000. K0;// 啟動G81鑽孔循環模式
G134 X0 Y0 I75. J30. K6;// 圓周孔鑽孔加工
G137.1 X60. Y-60. I20. J-20. P3 K3;// 棋盤孔鑽孔加工
G80;// 鑽孔循環取消
M02;// 主程式結束
N100// 軌跡副程式
G90 G01 X50. Y9.207;
G03 X50. Y35.793 R50.;
G03 X50. Y54.207 R8.;
M99;// 軌跡副程式返回
N200// 小花副程式開始
G90 G00 X-70. Y10.;
G91 G03 X-20. R10.;
G03 Y-20. R10.;
G03 X20. R10.;
G03 Y20. R10.;
M99;// 小花副程式返回



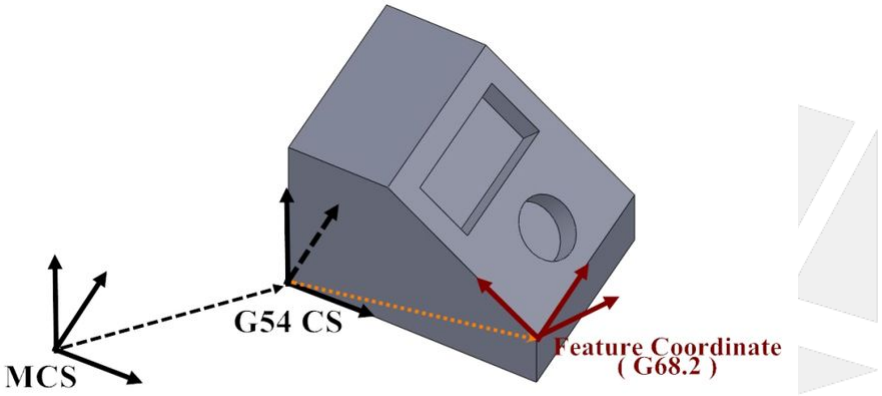
2.43 G68.2：斜平面加工

2.43.1 **指令格式**

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G69;
G68.2：開啟斜平面座標系功能;
G69：取消斜平面座標系功能;
X_ Y_ Z_：斜平面座標系原點（相對於G54座標系原點）;
I_ J_ K_：斜平面座標系的尤拉角;

2.43.2 **說明**

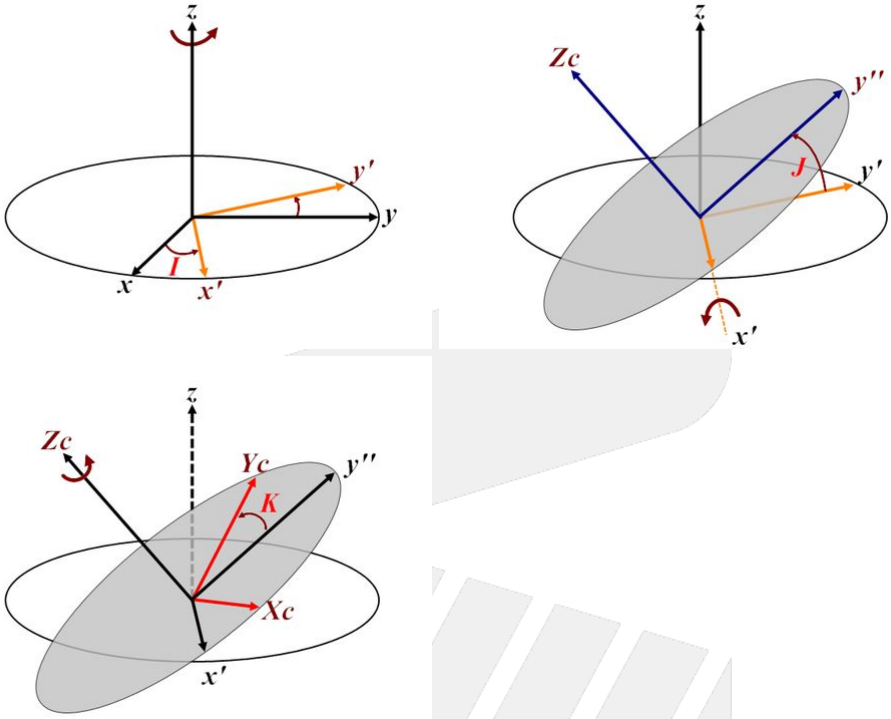
1. 斜平面加工，又稱Feature Coordinate（斜平面座標系或特徵座標系），可以讓程式座標轉到任何角度，然後再用普通的三軸加工程式來進行加工。
2. 斜平面座標系的座標原點是相對於G54座標系來設定的，如下圖的橘色虛線；斜平面座標系的傾斜角度則是使用尤拉角來設定。



3. 斜平面座標系的原點設定，也就是G68.2後面的XYZ引數設定，只要直接輸入程式原點與G54原點在各軸方向上的距離即可。
4. 斜平面座標系的角度定義需使用尤拉角，尤拉角的設定有明確的定義，G68.2後的IJK引數分別代表其三個轉動角度，順序分別是Z軸-X軸-Z軸。
    a. 首先，將原本的XYZ直角坐標繞著Z軸轉一角度，得到新的座標系X'Y'Z'，此角度定義為I角;
    b. 然後將X'Y'Z'繞著X'軸轉一角度，得到X"Y"Z"，此角度定義為J角;
    c. 最後X"Y"Z"再繞著Z"軸轉一角度，得到最後的XcYcZc座標系，此角度定義為K角。

SYNTEC

d. XcYcZc即為最後的斜平面座標系。



5. 相關參數: Pr3014斜平面座標系狀態保留模式
   a. 0: 重置(Reset)以及開關機時，不保留由G68.2設定之斜平面座標系狀態
   b. 1: 重置時(Reset)保留由G68.2設定之斜平面座標系狀態，開關機時不保留
   c. 2: 重置(Reset)與開關機時，都保留由G68.2設定之斜平面座標系狀態

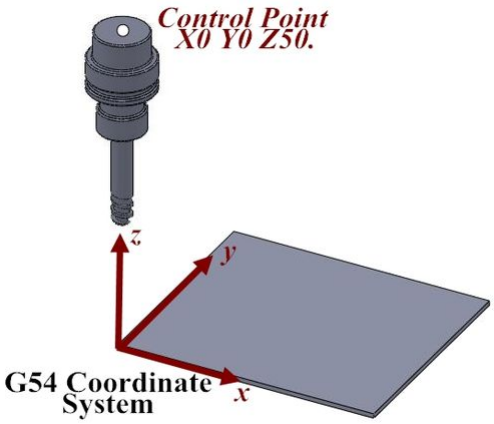
2.43.3 注意事項

1. G68.2指定前不得下G53.1指令
2. 需使用正刀長（建議G43下在G53.1之後）

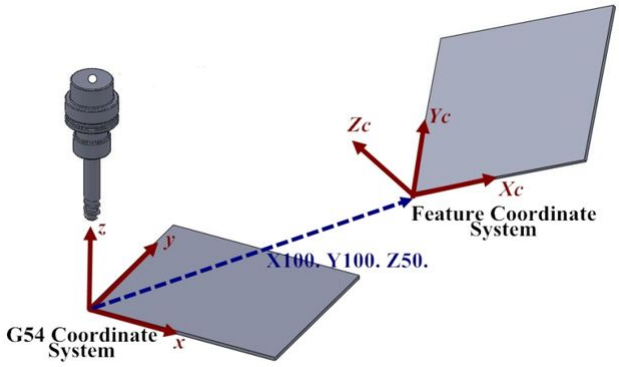
2.43.4 程式範例

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N4 G53.1;
N5 G43 H1;
N6 G01 X0 Y0 Z0;
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
```

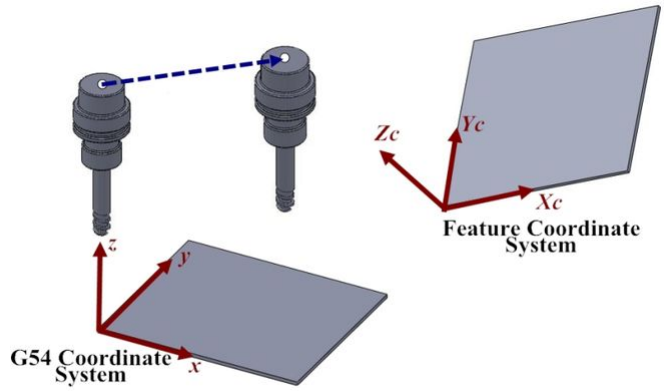
以F1000速率切削至G54座標系之Z50.。



N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
指定相對於G54原點距離X100. Y100. Z50.為斜平面座標系之原點，且尤拉角為I30. J15. K20.，當G68.2指令下達後，程式座標已轉換到斜平面座標

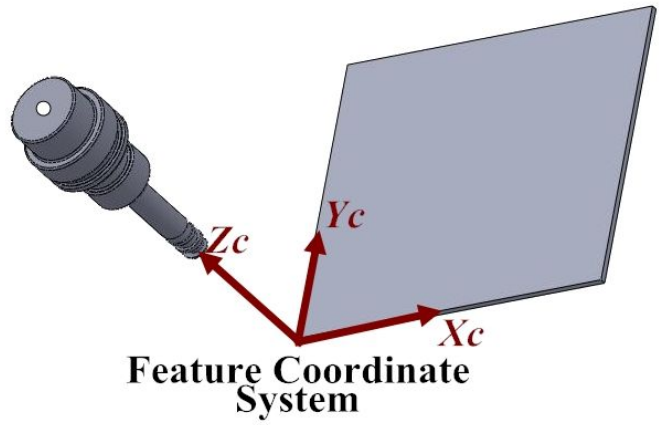


N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
以F1000速率切削至斜平面座標系的Z50.，但刀具方向還未改變。

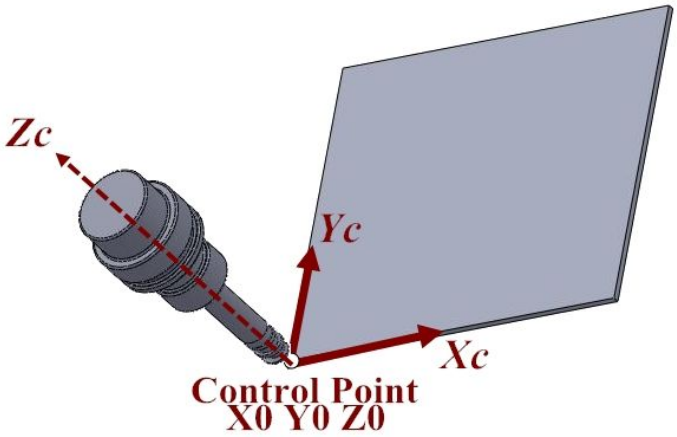


N4 G53.1;

刀具方向自動指向斜平面座標系的Z軸。



N5 G43 H1;
刀長補償，控制點轉移至刀尖位置。
N6 G01 X0 Y0 Z0;
切削至斜平面座標系的X0 Y0 Z0處。



2.44 G70/G71：英制/公制單位設定指令

英文版 English Version: G70/G71： Imperial/SI Unit Setup

2.44.1 **指令格式**

G70：英制單位設定

G71：公制單位設定

2.44.2 **說明**

公英制切換後，工件座標原點偏移量、刀具資料、系統參數、與參考點位置依然正確。系統會自動處理單位轉換問題。

在公英制轉換後，下面操作單位會隨著變動:

1. 顯示座標、速率單位
2. 增量寸動單位
3. MPG寸動單位

2.44.3 **注意事項**

旋轉軸並無英制單位，所以在執行直線軸與旋轉軸同動的移動指令時，因直線軸命令量有除以25.4，所以旋轉軸在合成速度內的佔比會大幅上升，導致直線軸速度大幅下降，需特別留意。

2.45 G73: 高速啄式鉆孔循環

2.45.1 **指令格式**

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V) : 洞孔的座標資料（可為絕對/增量座標，使用增量時應注意參數3809是否為1。）

Z :

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R :

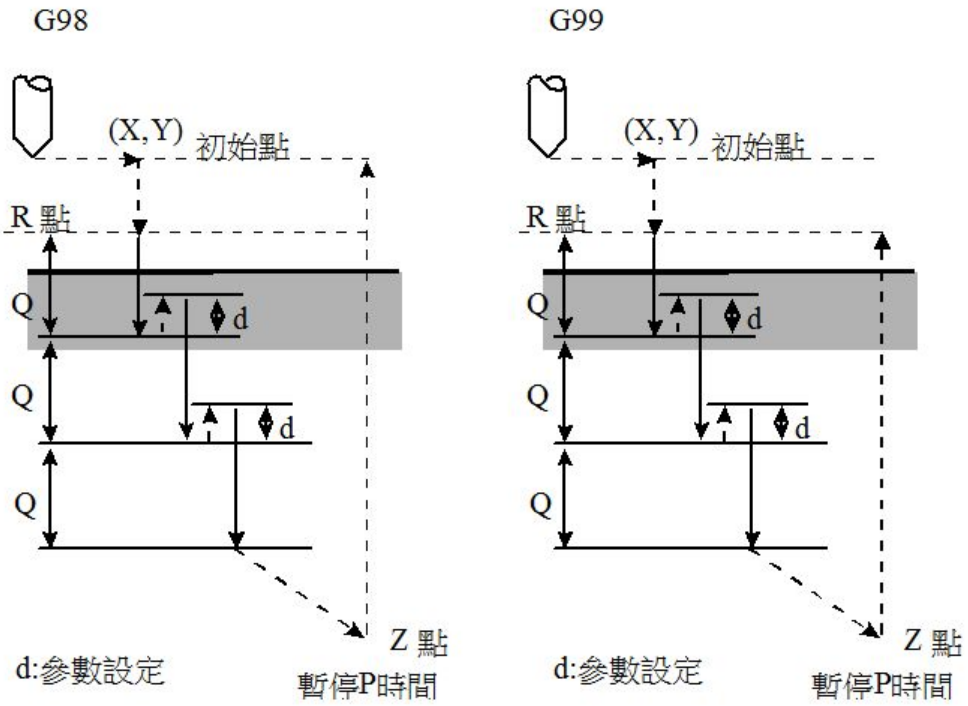
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

Q : 每次進給深度（增量且為正值，負號將被忽略）

F : 進給速率

K : 重復次數（重復移動和鉆孔的動作 ,G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.45.2 說明

以下為動作流程說明:

1. 加工開始，刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度
4. 以G00向上升一退刀距離 d （控制器參數4002）
5. 重復上述的鉆孔動作直到到達洞底Z點
6. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.45.3 注意事項

1. 在下達G73指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. 若M碼和G73在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 若是指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. G73為模式G碼，下第一次之後一直有效，下一行程式若只下X、Y座標，控制器會執行該 X、Y座標的鉆孔動作。
5. G73可用G80取消，或是程式遇到G00、G01、G02、G03或是其它循環，G73會自動被取消。
6. 在鉆孔軸被改變之前，G73循環指令必須先被取消。
7. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
8. Q及R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中，則不會被設定。
9. G00、G01、G02、G03等G碼和G73不能在同一個單節中被指定，否則G73循環指令將被取消。
10. 在G73循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
11. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
12. 當Pr3809設定為1時，鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.45.4 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 M03; // 啟動鉆頭正轉
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N005 G17;
N006 G90 G99;
// 設定R點、Z點和洞1的座標，每次切削量2.0
N007 G73 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20
N012 G80;
N013 M05; // 停止鉆頭
N014 M30;
```

2.46 G74：左手攻牙循環

2.46.1 **指令格式**

G74 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ (F_ or E_) K_ I_ J_ ;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

P：在洞底的暫停時間（秒）

Q：每次進給深度（增量且為正值，負號將被忽略，可不輸入）

F：進給速率

E：每英寸多少牙數(若F和E同時下，則E引數會被忽略)，提供版本：軟體版本10.116.16B、10.116.18、10.117.19以及之後版本。

K：重復次數（重復移動和攻牙的動作，G91 增量輸入有效）

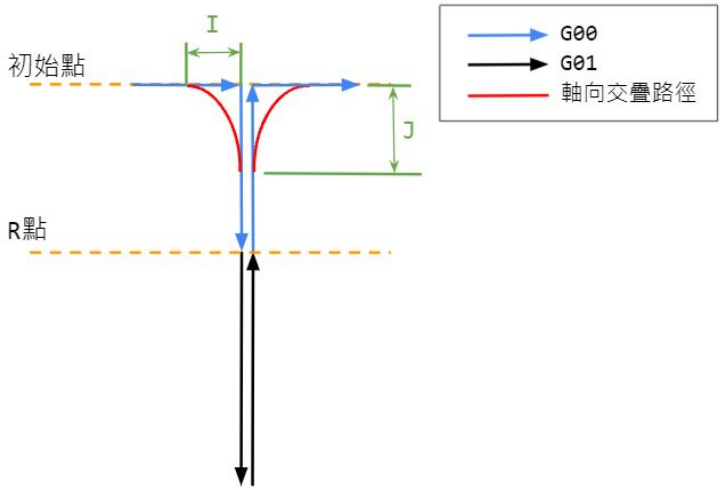
X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定

I：定位軸軸向交疊距離 (上一孔位加工完後，G00定位到本孔位的軸向交疊距離)，Pr4008設定為1時有效，單位LIU

J：攻牙軸軸向交疊距離(本孔位加工完後，沿攻牙軸退出接G00單節的軸向交疊距離)，Pr4008設定為1時有效，單位LIU

1. ~10.118.47：不支援I、J引數。
2. 10.118.48A~10.118.48D、10.118.48~10.118.50：I引數定義為攻牙軸的軸向交疊距離；J引數定義為定位軸的軸向交疊距離。

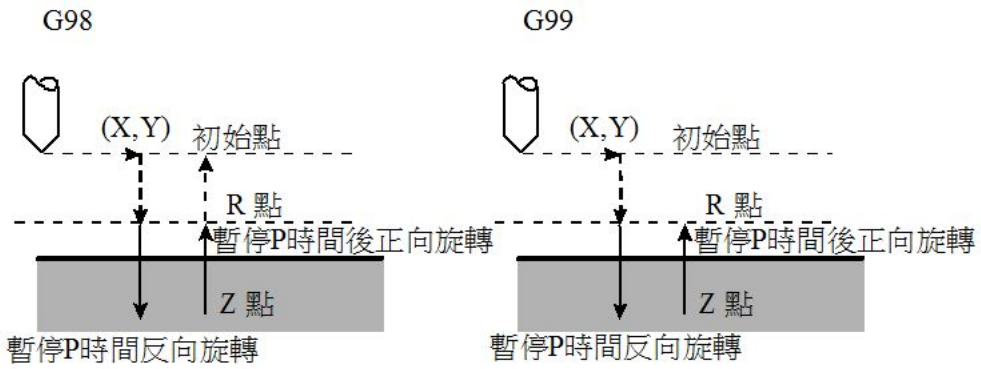
3. 10.118.48E、10.118.51及之後版本：I引數定義為定位軸的軸向交疊距離；J引數定義為攻牙軸的軸向交疊距離。



2.46.2 **說明**

1. 以下說明動作流程:
   a. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之(X, Y)點
   b. 以G00下降至所設定之R點
   c. 進行攻牙
   d. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）
2. 設定軸向交疊:
   a. 當加工程序遇到連續兩個單節為G84，或是G84與G00相接，則距第一個單節結束前的多遠距離，第二個單節便開始啟動。此距離稱作軸向交疊距離，如上圖中的I、J所示。
   b. 軸向交疊的功能適用於連續攻牙循環，無需於加工程序的每一行攻牙指令帶I、J引數，即可以固定距離進行軸向交疊。以底下范例程式2為例，每段攻牙指令的定位軸與攻牙軸的軸向交疊距離分別為2與3，直到執行完攻牙循環取消指令G80為止，才會將軸向交疊距離歸零。
   c. 軸向交疊的啟用需將Pr4008設定為1，否則 I、J 引數無作用；如果Pr4008設定為1下，但未下 I、J 引數，軸向交疊依然無效。
   d. 軸向交疊僅會在R點以上有效。備註：對應到動作流程攻牙完，如果上升只回到R點（G99），軸向交疊不會執行。

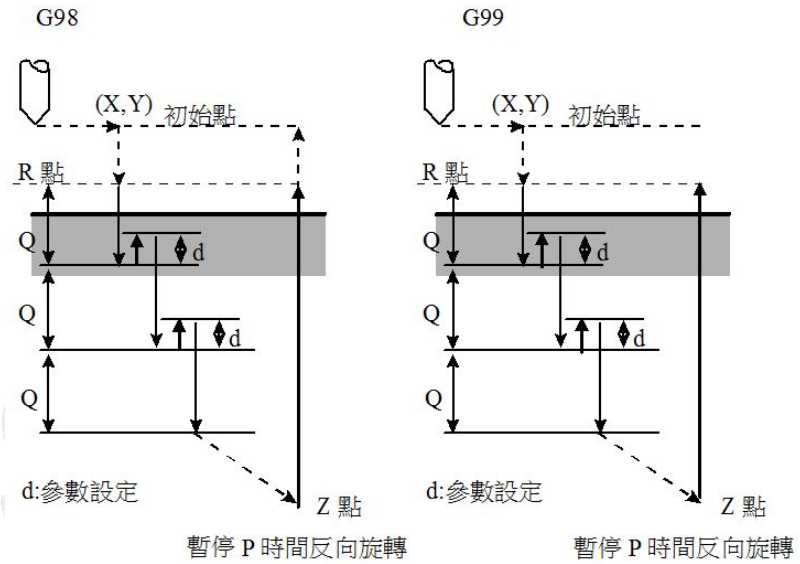
TYPE I：無Q引數



動作說明

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至洞底Z點。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭。
6. 以G01向上升到R點。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭。
8. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）。

TYPEII：高速啄攻（Pr4001= 1 ）

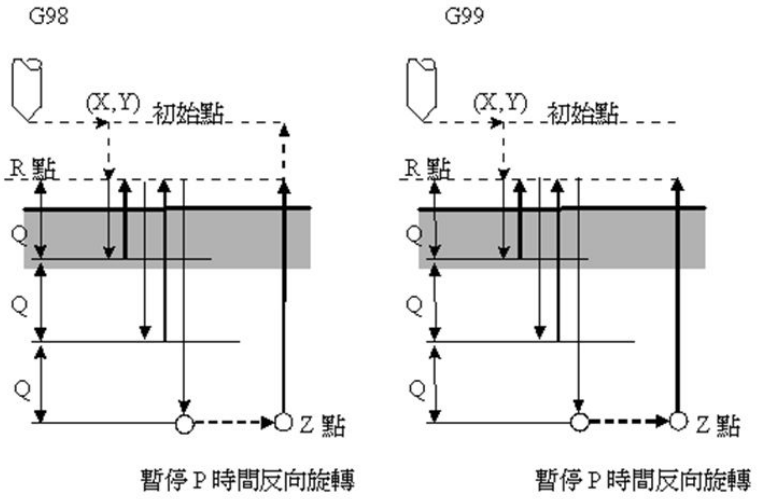


動作說明

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。

4. 以G01攻牙下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度（Pr4004設定）。
6. 暫停P秒再反轉鉆頭，再以G01向下降到相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度（Pr4004設定）。
8. 重復上述的攻牙動作直到到達洞底Z點。
9. 暫停P秒再反轉鉆頭。
10. 以G01向上升到程式R點（G99）。
11. 暫停P秒再反轉鉆頭。
12. 以G00向上升初始點（G98）。

TYPEIII：一般啄攻（Pr4001= 0 ）



動作說明

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升到工件表面 R點。
6. 暫停P秒再反轉鉆頭，再以G01向下降到相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升到工件表面 R點。
8. 重復上述的攻牙動作直到到達洞底Z點。
9. 暫停P秒再反轉鉆頭。
10. 以G01向上升到程式R點（G99）。
11. 暫停P秒再反轉鉆頭。
12. 以G00向上升初始點（G98）。

攻牙牙距/加工速度換算

G94：加工速度（F mm/min） =主軸轉速（S r.p.m） * 牙距（P mm/rev）
G95：加工速度（F:mm/rev） = 牙距（P mm/rev）
G74：加工中，加工速度F、主軸轉速S不受旋鈕開關控制（固定 100%）

2.46.3 **注意事項**

1. 在下達G74指令前，先以M碼讓主軸開始轉動。
2. 若M碼和G74在同一個單節中被指定，則此M碼只有在該單節中執行一次。
3. 若是指定重復K次，此M碼也只有在第一個攻牙動作才會被執行，其它的攻牙動作則不執行。
4. G74為模式G碼，啟用後一直有效，下一行程式只下XY座標，控制器會執行該XY座標的攻牙動作。
5. 承上，此模式可由G80取消，或是程式遇到G00、G01、G02、G03與其它循環G碼，此模式亦會自動取消。
6. 在攻牙期間，若按下暫停或復位鍵，會完成該孔攻牙動作并停在R點。
7. 攻牙前主軸定位角度，可由主軸原點偏移量(Pr1771~Pr1780)決定。
8. G00、G01、G02、G03等G碼和G74不能在同一個單節中被指定，否則G74循環指令將被取消。
9. 在G74循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
10. 攻牙前主軸定位功能，有效版本始於10.116.14，并且僅提供於串列主軸。
11. 切換加工主軸前(R791~)，若當前主軸處于攻牙狀態，須先以G80取消，以避免后續出現非預期的加工動作。
12. 該機型支援快攻模式，執行加工時，G74無下Q及P引數，且該主軸為串列主軸或是非串列主軸但Pr1791~設為3時，則以快攻模式做動。
13. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
14. 攻牙軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.46.4 **程式范例**

范例1

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M04;              // 啟動鉆頭反轉
N006 G90 G99;
                     //設定R點、Z點和洞1的座標，暫停時間2秒
N007 G74 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.;
N008 X15.;             // 洞2
N009 Y15.;             // 洞3
N010 G98 X5.;          // 洞4，且設定返回初始點
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20.
N012 G80;
N013 M05;              // 停止鉆頭
N014 M30;
```

范例2

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M04; // 啟動鉆頭反轉
N006 G90 G98; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G74 X5. Y5. Z-10. R-5 I2. J3.; // 設定攻牙指令的定位軸I與攻牙軸J的軸向交疊距離分別為2、3，軸向交疊區段為R至初始點區段
```

```
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G99 X5.; // 洞4，且設定返回R點
N011 Y5.; // 洞5，不軸向交疊
N013 G80;
N014 M05; // 停止鉆頭
N015 M30;
```

2.47 G76：精細搪孔循環

2.47.1 **指令格式**

G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V)： 洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z：

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R：

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

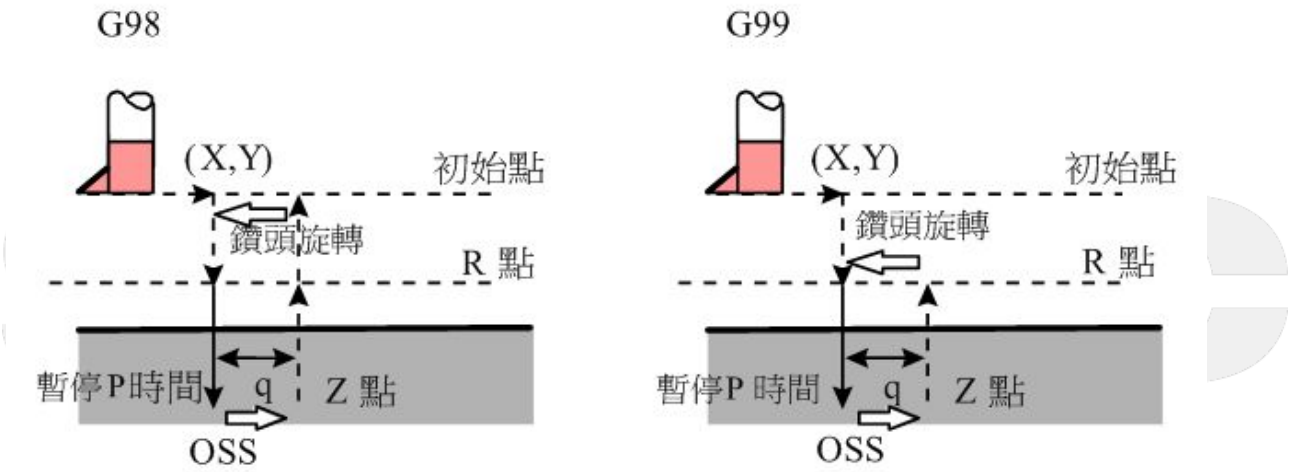
Q： 刀具在洞底的位移量（需為正值，負號將被忽略）

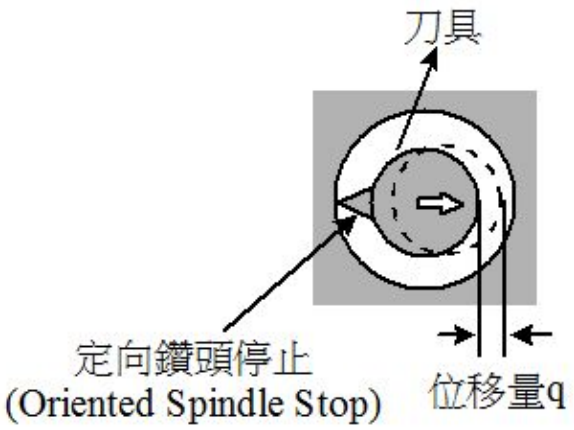
P： 在洞底的暫停時間（秒）

F： 進給速率

K： 重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

其中X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定





定向鉆頭停止（OSS）示意圖

2.47.2 說明

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點（不做主軸定位）
3. 以G01下降至洞底Z點暫停P秒後以主軸定位停止鉆頭,
4. 位移搪刀偏心量 Q 的距離
5. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）
6. 搪刀反位移一Q位移量
7. 鉆頭旋轉

2.47.3 ※ 警告

Q值是在G76循環中所要求的一個Modal Value，此一Q值需要很小心的指定，因為它也被使用在G73/G83/G87中。

- **OSS（Oriented Spindle Stop）的方向由Pr4020決定**

Pr4020	OSS方向
0	+X
1	-X
2	+Y
3	-Y
4	+Z
5	-Z

2.47.4 **注意事項**

1. 在下達G76指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. 若M碼和G76在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 若是指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. G76為模式G碼，下第一次之後一直有效，下一行程式只下 X，Y 座標，控制器會執行該X、Y 座標的搪孔動作。
5. 此模式G碼以 G80 取消，或是程式遇到 G00，G01，G02，G03 或是其它循環，此模式G碼會自動被取消。
6. 在鉆孔軸被改變之前，G76循環指令必須先被取消。
7. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
8. Q值必須被設定為一正值。如果Q值為負值，則仍視為正值（取絕對值）。
9. Q和R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中，則不會被設定。
10. G00，G01，G02，G03等G碼和G76不能在同一個單節中被指定，否則G76將被取消。
11. 在G76循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
12. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
13. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.47.5 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 M03; // 啟動鉆頭正轉
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N005 G17;
N006 G90 G99;
//設定R點、Z點及洞1的座標，洞底位移量2.0，暫停時間5秒
N007 G76 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2. P5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20.0
N012 G80;
N013 M05; // 停止鉆頭
N014 M30;
```

2.48 G80-G89：鉆孔用固定循環

2.48.1 **說明**

鉆孔用固定循環以一個單節的特定G碼功能，來處理原本需要數個單節才能完成的加工動作，使程式簡化。
鉆孔循環一覽表

項目	名稱	鑽孔方向與動作	孔底是否暫停	孔底主軸動作	逃離動作	用途
G80						取消循環

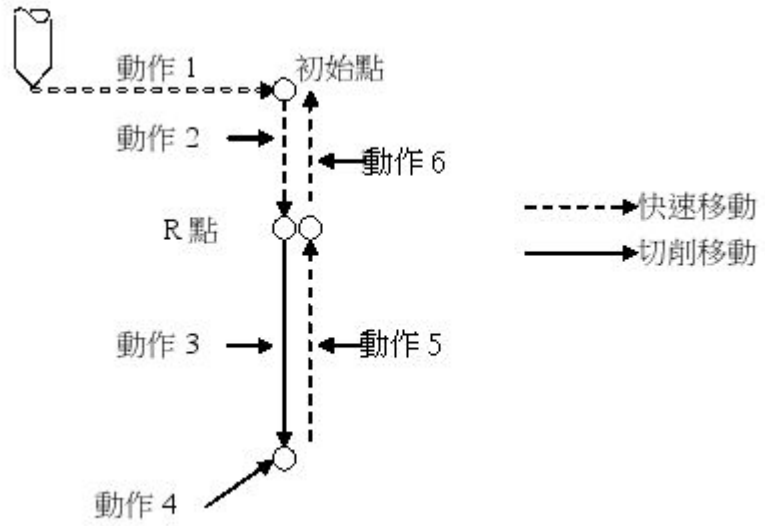
項目	名稱		鑽孔方向與動作	孔底是否暫停	孔底主軸動作	逃離動作	用途
G81	一般鑽孔(Pr4008=0)		-Z, 切削進給	否	-	快速進給	鑽孔循環
	快速鑽孔(Pr4008=1)		-Z, 快速鑽孔	否	-	快速進給 (未指定F2) 上拉速率F2	
G82	孔底暫停鑽孔		-Z, 切削進給	是	-	快速進給	鑽孔循環
G83	啄式鑽孔		-Z, 切削進給	否	-	快速進給	鑽孔循環
G84	攻牙循環 (無Q引數)	一般	-Z, 切削進給	是	停止+反轉	回R點：切削進給 R點回初始點：快速進給	攻牙循環
		快速	-Z, 快速攻牙	否	僅反轉	回R點：切削進給 R點回初始點：快速進給	
	攻牙循環 (有Q引數)	高速啄攻 (Pr4001=1)	-Z, 切削進給	是	停止+反轉	回R點：切削進給 回退d深度：切削進給 R點回初始點：快速進給	
		一般啄攻 (Pr4001=0)	-Z, 切削進給	是	停止+反轉	回R點：切削進給 R點回初始點：快速進給	
G85	鑽孔循環		-Z, 切削進給	否	-	回R點：切削進給 R點回初始點：快速進給	鑽孔循環
G86	高速鑽孔循環		-Z, 切削進給	否	停止	快速進給	鑽孔循環

項目	名稱	鑽孔方向與動作	孔底是否暫停	孔底主軸動作	逃離動作	用途
G87	背面精細搪孔循環	+Z, 切削進給	是	主軸定位	快速進給	搪孔循環
G88	半自動精細搪孔循環	-Z, 切削進給	是(含程式暫停M0)	停止	手動	搪孔循環
G89	孔底暫停搪孔循環	-Z, 切削進給	是	-	回R點：切削進給 R點回初始點：快速進給	搪孔循環

- 註1：G碼中以M04指令進行鑽頭反轉
- 註2：G84快速攻牙啟動條件：(無Q引數) 且 (串列 或 泛用P型主軸) 且 (無P引數)

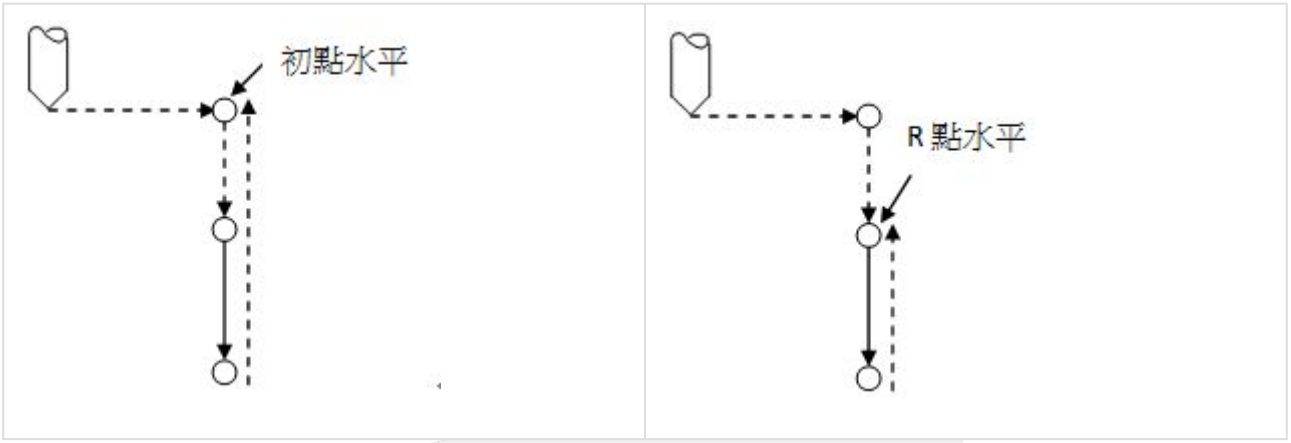
一般而言，鉆孔加工循環由下列六個連續動作構成：

1. 快速移動至X、Y軸定位點
2. 快速移動至R點
3. 鉆孔加工
4. 在孔底位置上的動作
5. 離開到R點
6. 快速移動至初始點



關於復歸動作，以G98/G99指定刀具復歸到R點或初始點。(請參照下圖)
即使以G99的方式進行鉆孔加工動作，初始點也不變。如上次的復歸位置為初始點，出發位置便是初始點，如為R點，便是R點。

G98	G99



2.49 G81.1：擺盪循環

2.49.1 **指令格式**

G81.1 Z_ Q_ R_ F_

Z_：Z軸的上頂點座標（絕對值，機械座標，當軸向不為Z軸時，請指定其它軸向名稱）
Q_：上頂點至下頂點距離（增量值）
R_：上頂點至R點距離（增量值）
F_：進給率速率

G80：取消擺盪

2.49.2 **說明**

1. 當軸向須不斷來回運動時，擺盪功能可提供軸向更穩定與高速的運動方式，例如在磨床機械的運用，來回運動的研磨軸向在高速下將更平順。
   此功能會同時進行伺服落後的補償，通常在往返的兩端點，會因伺服落後的關系，使得實際移動并未到達指定的位置，補償後即可讓軸向實際移動到正確位置上。
2. 伺服落後補償功能必須正確設定Pr181~與Pr3956，才能有效進行。
3. 本功能有兩種啟動方式，一是在加工檔執行G81.1，一是由PLC觸發相關C bit啟動（有效版本: 10.118.19及之前版本）。（若想使用PLC觸發功能，請參考PLC介面說明之C86、C87）
4. 擺盪啟動時，刀具將以G00的速度移動到R點，此時速度倍率將使用擺盪的進給百分比（R19），且上限被限制為100%。
   結束擺盪移回R點，或啟動擺盪由R點移動到上頂點或下頂點時，將以擺盪的速度移動。
5. 承上，此時的速度倍率同樣使用擺盪的進給百分比（R19），范圍為0%~150%或1~15段。（進給百分比相關請參考Pr3207 *C_S界面版本編號說明）
6. 加減速段規劃的動程參數，是依照所移動的軸向參數Pr541~與Pr641~來決定。

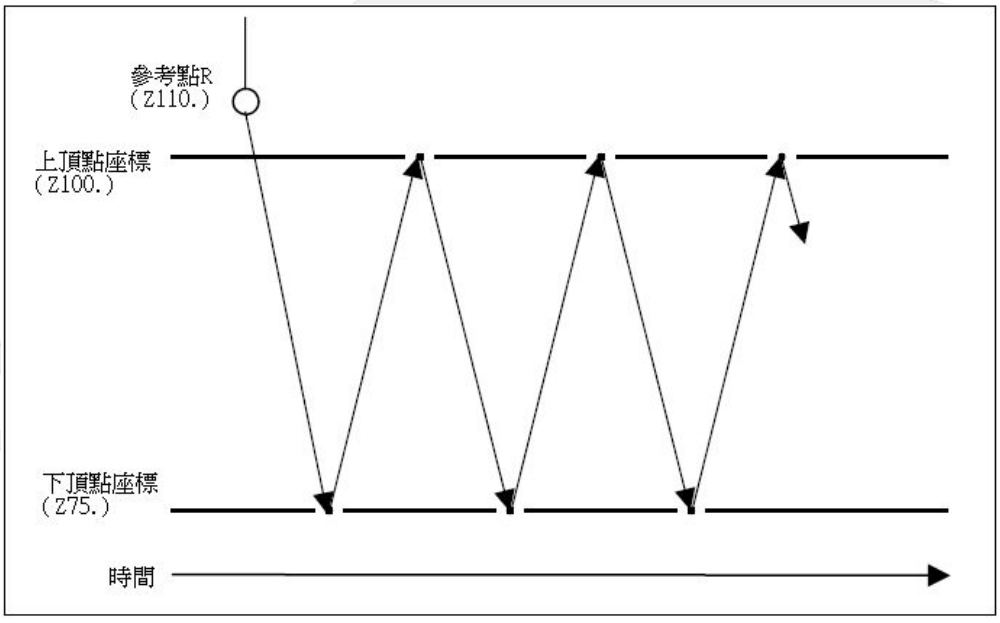
2.49.3 **注意事項**

1. 僅車床、銑床、eHMC、FC、GlassGrind機型支援擺盪功能。
2. 在擺盪軸向移動時切換控制器模式，此時控制器進入暫停狀態，擺盪軸向會移回指定的R點座標後停止，直到再次執行加工（Cycle Start, C0）。
3. 擺盪過程中若將控制器暫停（C1），擺盪軸向會移回指定的R點座標後停止，直到再次執行加工（Cycle Start, C0）。
   備注：系統會預解，擺盪過程中若將控制器暫停（C1），并不會馬上停下或馬上回到R點。

4. 擺盪過程中若押下急停（C36），擺盪軸向將立即停止。
5. 擺盪過程中若復位（C37）控制器，擺盪軸向將移回指定的R點座標後才停止。
   備注：系統會預解，擺盪過程中若復位（C37）控制器，并不會馬上停下或馬上回到R點。
6. 控制器發生警報時，擺盪軸向會依警報緊急程度動作：
   a. 會讓系統進入未就緒（Servo Off）的警報，擺盪軸向將立即停止。
   b. 會讓系統停止加工的警報，擺盪軸向將移回指定的R點座標後才停止。
   c. 不會讓系統停止加工的警報，擺盪軸向會正常運作。
7. 其他限制：
   a. 每個軸群支援一組擺盪軸，連續下G81.1則後續指令無效。
   b. 若要在同軸群下切換軸向或頂點座標，請先G80關閉後再重新啟動G81.1。
   c. 在刀尖點模式下不能使用擺盪，否則跳COR-342警報。
   d. 擺盪進行中，擺盪軸向不可再輸入其他移動命令，否則跳COR-339警報。
      i. 移動指令如: G0、G1、G2、G3、G53、G31等等。
   e. 擺盪進行中，擺盪軸向不可更改座標系資料，否則跳COR-340警報。
      i. 座標系資料如: G54 P1~G54 P100、G92、G92.1、G10 L2、G10 L1300、G68、G68.2、G68.3、#值(#1880~#1933、#20001~#20658)、外部座標偏置、手輪偏置。
   f. 當擺盪軸向正處於PLC軸執行狀態、為主軸或已經被其他軸群指定為擺盪軸時，將會跳COR-341警報。
   g. 擺盪軸向不支援鏡射功能。
   h. 支援10.118.19及之前版本，尚保有PLC啟動介面（C86、C87），不可以將PLC 擺盪與第一軸群G81.1 擺盪混用。
   i. 要暫停擺盪動作，可用C1暫停并用C0解除暫停；也可用on C87暫停并用off C87解除暫停（10.118.19及之前版本），此兩種方式不能同時使用。

2.49.4 **程序范例**

```
G90
G81.1 Z100. Q-25. R10. F3000 //床臺以G00速度到達R點後，在上頂點與下頂點間來回運動
G80 //取消并回R點
```



注意：參考點建議設置在上、下頂點之外，避免軸向沖量（Jerk）過大。

2.50 G81：鉆孔循環

2.50.1 **指令格式**

G81 X_Y_Z_R_F_F2=_K_Q_D_

X(U) or Y(V)： 洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z：

G91 ->R點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R：

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

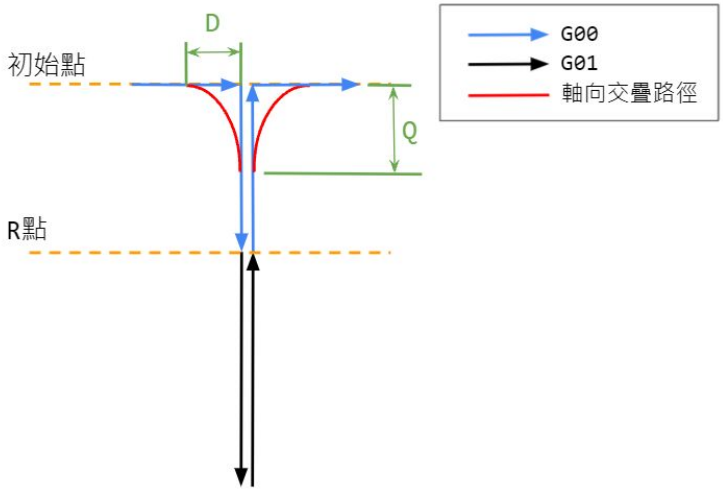
F： 進給速率（下鉆速率）

F2=:上拉速率（當Pr4008設定為0或者鉆孔模式被切換到一般鉆孔時，F2指令無效）

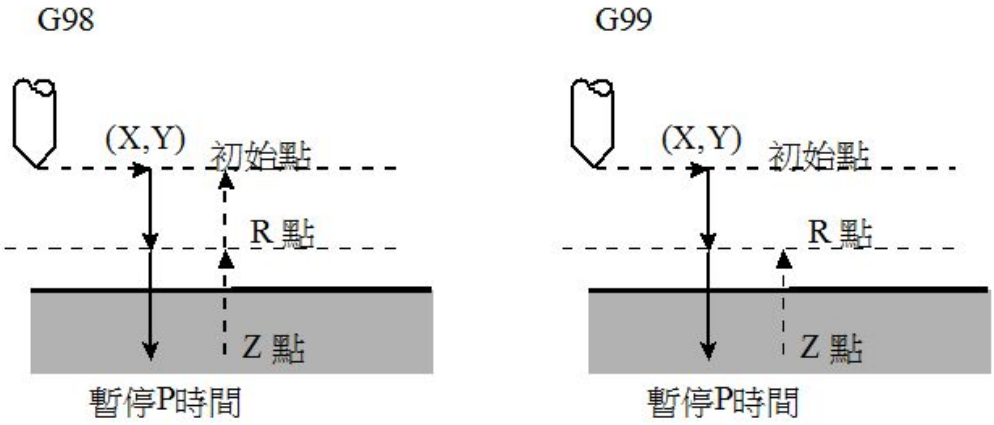
K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

Q：鉆孔軸軸向交疊距離 （本孔位加工完后，沿鉆孔軸退出接G00單節的軸向交疊距離），Pr4008設定為1時有效，單位LIU

D：定位軸軸向交疊距離 (上一孔位加工完後，G00定位到本孔位的軸向交疊距離)，Pr4008設定為1時有效，單位LIU



X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.50.2 說明

1. 以下說明動作流程:
   a. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之(X, Y)點。
   b. 以G00下降至所設定之R點。
   c. 以G01下降至洞底Z點。
   d. 以F2速度向上升到初始點(G98)或程式R點(G99)，當F2未指定，或者F2有指定但數值小於等於零時，上升速度預設為G00速度。
2. 設置軸向交疊：
   a. 當加工程序遇到連續兩個單節為G81，或G81與G00相接，則距第一個單節結束前的多遠距離，第二個單節便開始啟動。 此距離稱作軸向交疊距離，如上圖中的Q、D所示。
   b. 軸向交疊的功能適用於連續鉆孔循環，無需於加工程序的每一行鉆孔指令帶Q、D引數，即可以固定距離進行軸向交疊。 以底下范例程式2為例，每段鉆孔指令的鑽孔軸與定位軸的軸向交疊距離分別為2與3，直到執行完鉆孔循環取消指令G80為止，才會將軸向交疊距離歸零。
   c. 軸向交疊的啟用需將Pr4008設定為1，否則Q、D引數無作用； 如果Pr4008設定為1下，但未下Q、D引數，軸向交疊依然無效。

TYPE I: 一般鉆孔

1. 生效時機: Pr4008 = 0。
2. 不支援指令格式F2，故無法控制上拉速率。
3. 鉆孔過程中，可以啟用手輪模擬、Feedhold、Reset、改變G01進給倍率。

TYPEII: 快速鉆孔

1. 生效時機: Pr4008 = 1且鉆孔前G01倍率需為100%。
2. 孔底精度較佳。
3. 在孔底Z軸反向移動時，機臺運動較平順。
4. 鉆孔過程中，不可啟用手輪模擬、Feedhold、Reset、改變G01進給倍率。
5. 多孔鉆孔時，切勿變動G01倍率，否則有機會被切換到一般鉆孔，此時將切不回快速鉆孔。

2.50.3 注意事項

1. 在下達G81指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G81在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G81循環指令必須先被取消。

5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G81不能在同一個單節中被指定，否則G81將被取消。
8. 在G81循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. F2引數非整數時，系統將發出警報COR-045 L碼必須是整數。
10. 當C40 On時，無法使用軸向交疊功能。
11. 鉆孔模式參數Pr4008有效版本：10.116.10J、10.116.16B
12. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
13. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.50.4 **程式范例**

范例1

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03 S1000; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G81 X5. Y5. Z-10. R5. F2=1000; //設定下鉆後的上拉速率1000
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20
N012 G80;
N013 M05; // 停止鉆頭
N014 M30;
```

范例2

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03 S1000; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G81 X5. Y5. Z-10. R-5. Q2. D3.; // 設定鉆孔指令的鑽孔軸Q與定位軸D的軸向交疊距離分別為2、3N007 G81
X5.Y5.Z-10。R5.問題 2.D3.;// 設定鉆孔指令的鑽孔軸Q與定位軸D的軸向交疊距離分別為2、3N007 G81
X5.Y5.Z-10。R5.問題 2.D3.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20
N012 G80;
```

N013 M05; // 停止鉆頭

N014 M30;

2.51 G82：孔底暫停鉆孔循環

2.51.1 **指令格式**

G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V)： 洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

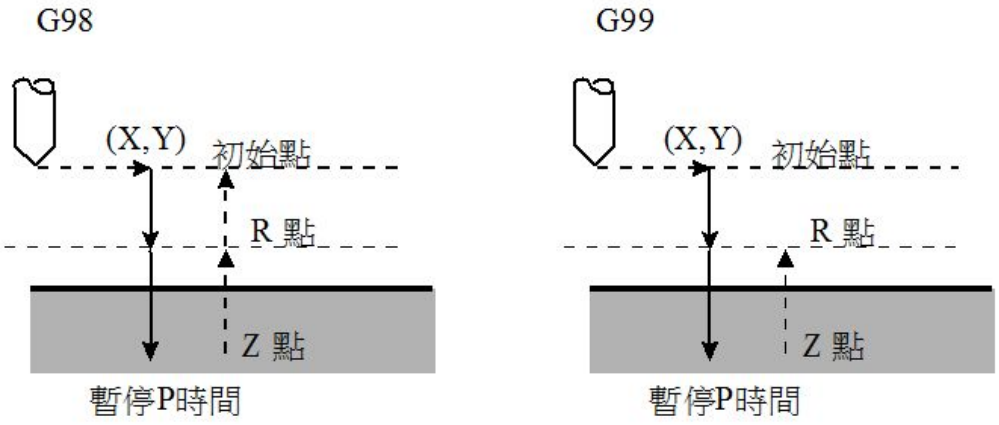
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

P：在洞底的暫停時間（秒）

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作 ,G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.51.2 **說明**

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01下降至洞底Z點
4. 暫停P秒
5. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.51.3 **注意事項**

1. 在下達G82指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G82在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G82循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G82不能在同一個單節中被指定，否則G82將被取消。
8. 在G82循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
10. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.51.4 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99;
//設定R點、Z點和洞1的座標，暫停時間2秒
N007 G82 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.52 G83：啄式鉆孔循環

2.52.1 **指令格式**

G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->R點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

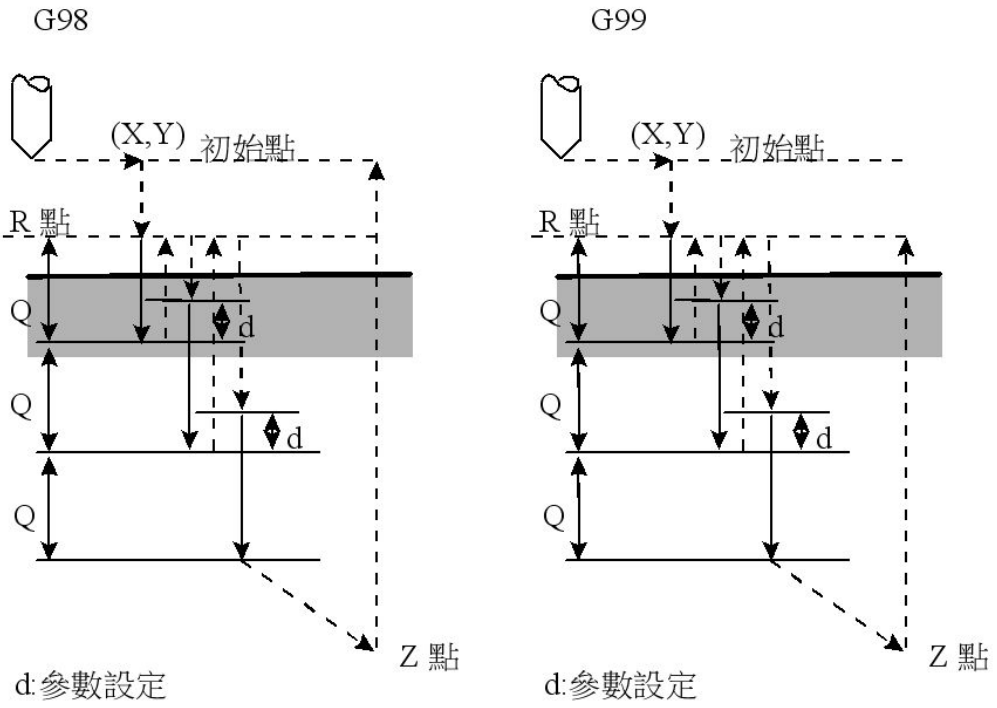
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

Q：每次進給深度（增量且為正值，負號將被忽略）

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作 ,G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.52.2 說明

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度
4. 以G00向上升到工件表面 R點。
5. 以G00下降至相對於目前所鉆深度上方一個退刀量 d的深度（Pr4002設定）
6. 再以G01向下降到相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度
7. 以G00向上升到工件表面 R點。
8. 重復上述的鉆孔動作直到到達洞底Z點
9. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.52.3 注意事項

1. 在下達G83指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. 若M碼和G83在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G83循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. Q及R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G83不能在同一個單節中被指定，否則G83將被取消。
8. 在G83循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。

10. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.52.4 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 M03; // 啟動鉆頭正轉
N003 G90;
N004 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N005 G17;
N006 G90 G99;
// 設定R點、Z點和洞1的座標，每次切削量3.0
N007 G83 X5. Y5. Z-10. R-5. Q3.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.53 G84：攻牙循環

指令格式

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ (F_ or E_) K_ I_ J_ ;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->R點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

P：在洞底的暫停時間 (有小數點，以秒為單位；無小數點，參考Pr17與Pr3241)

Q：每次進給深度（增量且為正值，負號將被忽略，可不輸入）

F：進給速率

E：每英寸多少牙數(若F和E同時下，則E引數會被忽略)，提供版本：10.116.16B、10.116.18、10.117.19及之後的版本。

K：重復次數（重復移動和攻牙的動作，G91 增量輸入有效）

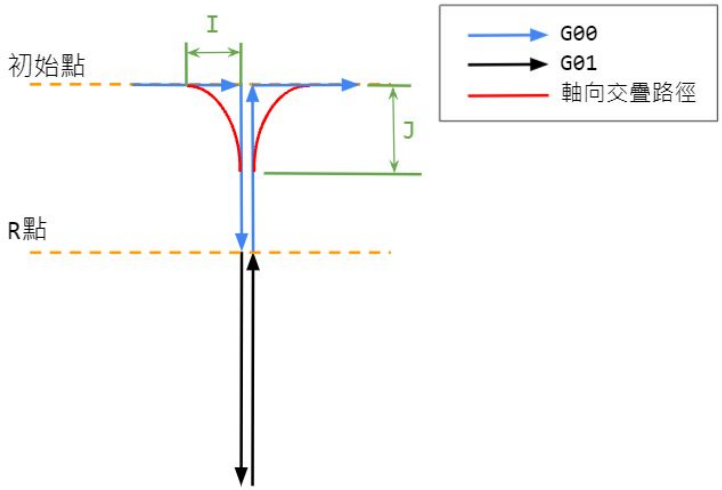
X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定

I：定位軸軸向交疊距離 (上一孔位加工完後，G00定位到本孔位的軸向交疊距離)，Pr4008設定為1時有效，單位LIU

J：攻牙軸軸向交疊距離(本孔位加工完後，沿攻牙軸退出接G00單節的軸向交疊距離)，Pr4008設定為1時有效，單位LIU

1. ~10.118.47：不支援I、J引數。
2. 10.118.48A~10.118.48D、10.118.48~10.118.50：I引數定義為攻牙軸的軸向交疊距離；J引數定義為定位軸的軸向交疊距離。

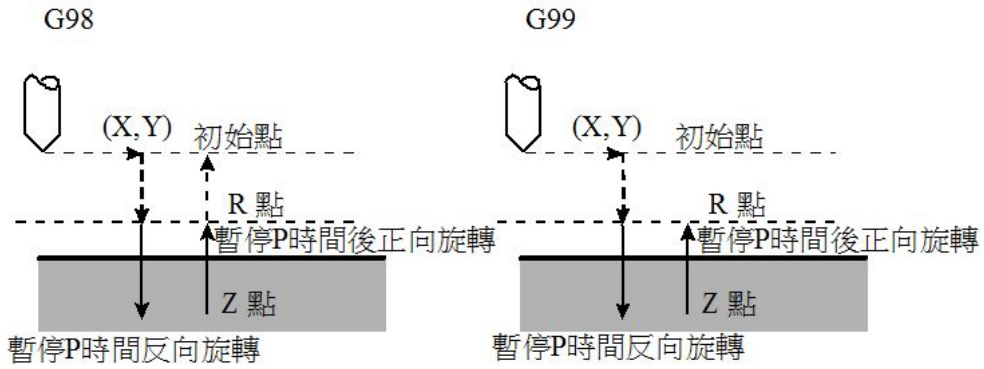
3. 10.118.48E、10.118.51及之後版本：I引數定義為定位軸的軸向交疊距離；J引數定義為攻牙軸的軸向交疊距離。



2.53.1 說明

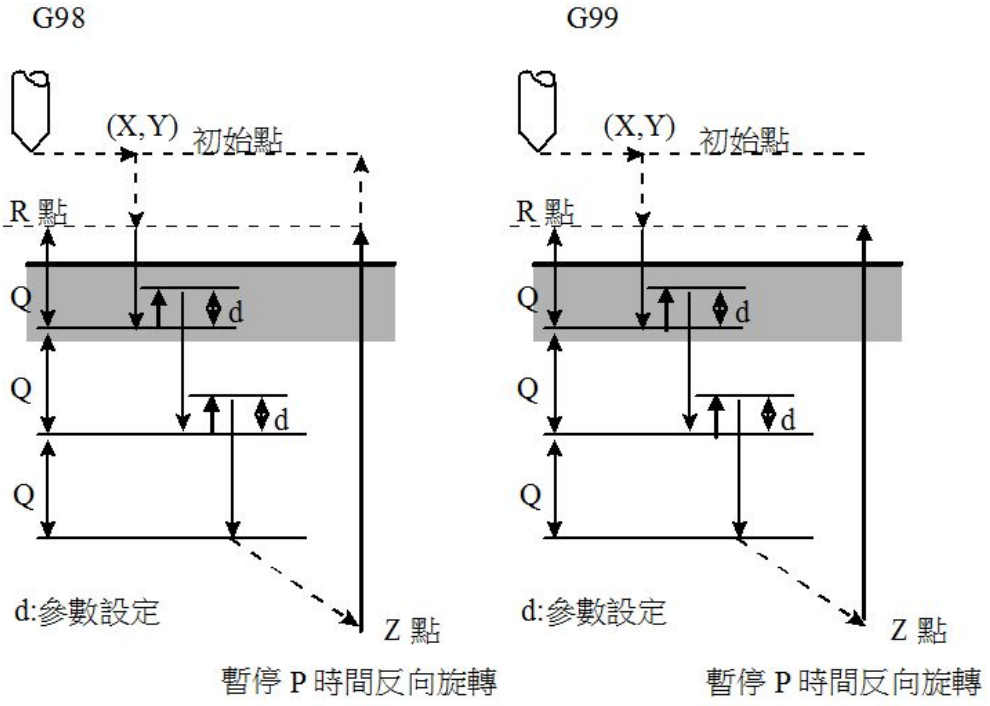
1. 以下說明動作流程:
   a. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之(X, Y)點
   b. 以G00下降至所設定之R點
   c. 進行攻牙
   d. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）
2. 設定軸向交疊:
   a. 當加工程序遇到連續兩個單節為G84，或是G84與G00相接，則距第一個單節結束前的多遠距離，第二個單節便開始啟動。此距離稱作軸向交疊距離，如圖中的I、J所示。
   b. 軸向交疊的功能適用於連續攻牙循環，無需於加工程序的每一行攻牙指令帶I、J引數，即可以固定距離進行軸向交疊。以底下范例程式2為例，每段攻牙指令的定位軸與攻牙軸的軸向交疊距離分別為2與3，直到執行完攻牙循環取消指令G80為止，才會將軸向交疊距離歸零。
   c. 軸向交疊的啟用需將Pr4008設定為1，否則 I、J 引數無作用；如果Pr4008設定為1下，但未下 I、J 引數，軸向交疊依然無效。
   d. 軸向交疊僅會在R點以上有效。備註：對應到動作流程攻牙完，如果上升只回到R點，軸向交疊不會執行。

TYPE I：無Q引數



1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至洞底Z點。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭。
6. 以G01向上升到R點。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭。
8. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）。

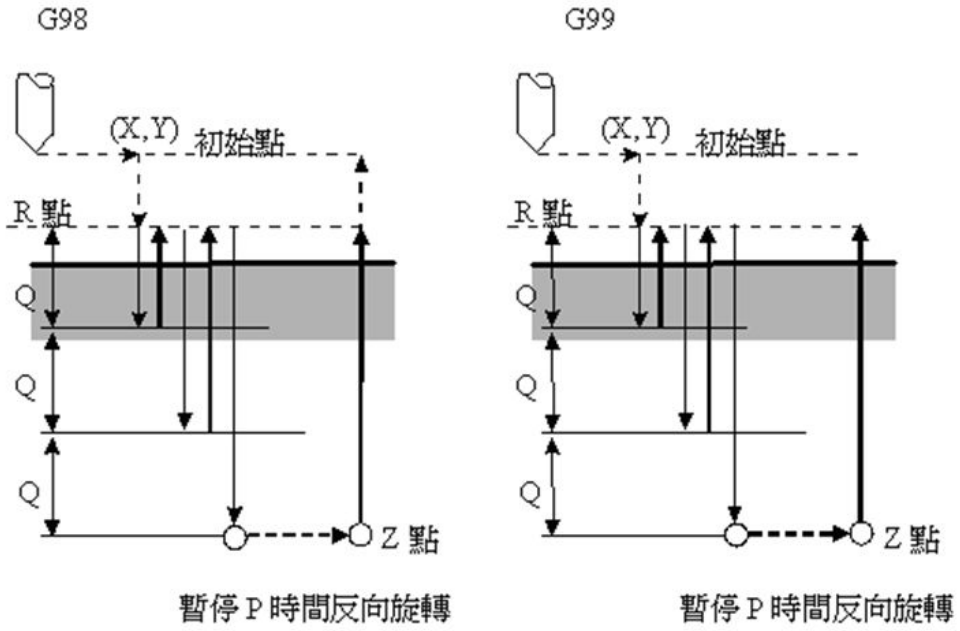
TYPEII：高速啄攻（Pr4001= 1 ）



1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點。
2. 以G00下降至所設定之R點。

3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度（Pr4004設定）。
6. 暫停P秒再反轉鉆頭，再以G01向下降到相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度（Pr4004設定）。
8. 重復上述的攻牙動作直到到達洞底Z點。
9. 暫停P秒再反轉鉆頭。
10. 以G01向上升到程式R點（G99）。
11. 暫停P秒再反轉鉆頭。
12. 以G00向上升初始點（G98）。

TYPEIII：一般啄攻（Pr4001= 0 ）



1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 執行主軸定位(若Pr4007=0，此動作可忽略)。
4. 以G01攻牙下降至相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
5. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升到工件表面 R點。
6. 暫停P秒再反轉鉆頭，再以G01向下降到相對於目前所鉆深度一個切削量Q的深度。
7. 暫停P秒再反轉鉆頭，以G01向上升到工件表面 R點。
8. 重復上述的攻牙動作直到到達洞底Z點。
9. 暫停P秒再反轉鉆頭。
10. 以G01向上升到程式R點（G99）。
11. 暫停P秒再反轉鉆頭。
12. 以G00向上升初始點（G98）。

攻牙牙距/加工速度換算

G94：加工速度（F mm/min） =主軸轉速（S r.p.m） * 牙距（P mm/rev）
G95：加工速度（F:mm/rev） = 牙距（P mm/rev）
G84：加工中，加工速度F、主軸轉速S 不接受旋鈕開關控制（固定 100%）

2.53.2 **注意事項**

1. 在下達G84指令前，先以M碼讓主軸開始轉動。
2. 若M碼和G84在同一個單節中被指定，則此M碼只有在該單節中執行一次。
3. 若是指定重復K次，此M碼也只有在第一個攻牙動作才會被執行，其它的攻牙動作則不執行。
4. G84為模式G碼，啟用後一直有效，下一行程式只下X、Y座標，控制器會執行該XY座標的攻牙動作。
5. 承上，此模式可由G80取消，或是程式遇到G00、G01、G02、G03與其它循環G碼，此模式亦會自動取消。
6. 在攻牙期間，若按下暫停或復位鍵，會完成該孔攻牙動作并停在R點。
7. 攻牙前主軸定位角度，可由主軸原點偏移量(Pr1771~Pr1780)決定。
8. G00、G01、G02、G03等G碼和G84不能在同一個單節中被指定，否則G84循環指令將被取消。
9. 在G84循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
10. 攻牙前主軸定位功能，有效版本始於10.116.14，并且僅提供於串列主軸。
11. 切換加工主軸前(R791~)，若當前主軸處于攻牙狀態，須先以G80取消，以避免后續出現非預期的加工動作。
12. 該機型支援快攻模式，執行加工時，G84無下Q及P引數，且該主軸為串列主軸或是非串列主軸但Pr1791~設為3時，則以快攻模式做動。
13. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
14. 攻牙軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.53.3 **程式范例**

范例1

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G84 X5. Y5. Z-10. R-5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

范例2

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
```

N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G98; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G84 X5. Y5. Z-10. R-5 I2. J3.; // 設定攻牙指令的定位軸I與攻牙軸J的軸向交疊距離分別為2、3，軸向交疊區段為R至初始點區段
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G99 X5.; // 洞4，且設定返回R點
N011 Y5.; // 洞5，不Overlapping
N013 G80;
N014 M05; // 停止鉆頭
N015 M30;

2.54 G85：鉆孔循環

指令格式

G85 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

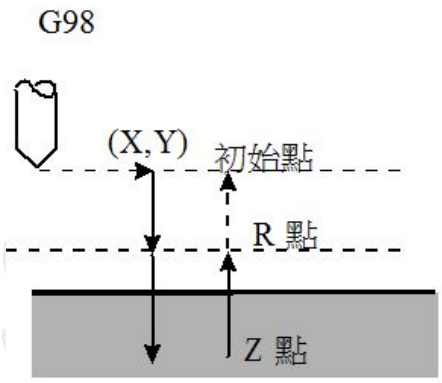
R:

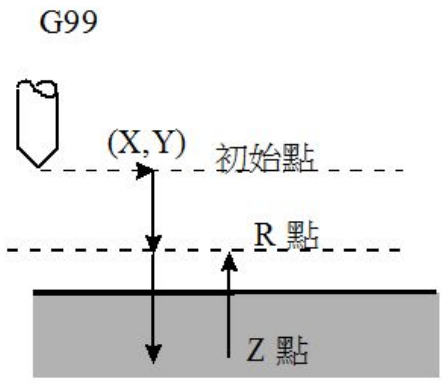
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定





2.54.1 說明

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。

3. 以G01下降至洞底Z點，
4. 以G01向上升到R點
5. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.54.2 **注意事項**

1. G85指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G85在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G85循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中，則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G85不能在同一個單節中被指定，否則G85將被取消。
8. 在G85循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
10. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.54.3 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G85 X5. Y5. Z-10. R-5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.55 G86：高速鉆孔循環

指令格式

G86 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

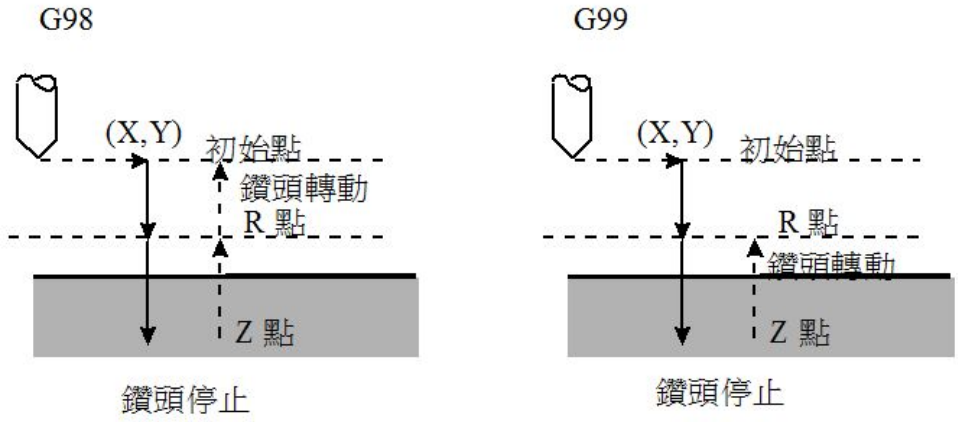
R:

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.55.1 說明

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01下降至洞底Z點
4. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.55.2 注意事項

1. G86指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G86在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G86循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中，則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G86不能在同一個單節中被指定，否則G86將被取消。
8. 在G86循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
10. 鉆孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.55.3 程式范例

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99; //設定R點、Z點和洞1的座標
N007 G86 X5. Y5. Z-10. R-5.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
```

```
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.56 G87：背面精細搪孔循環

指令格式

G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意參數3809是否為1。）

Z:

G91 ->R點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

Q：刀具的位移量（需為正值，負號將被忽略）

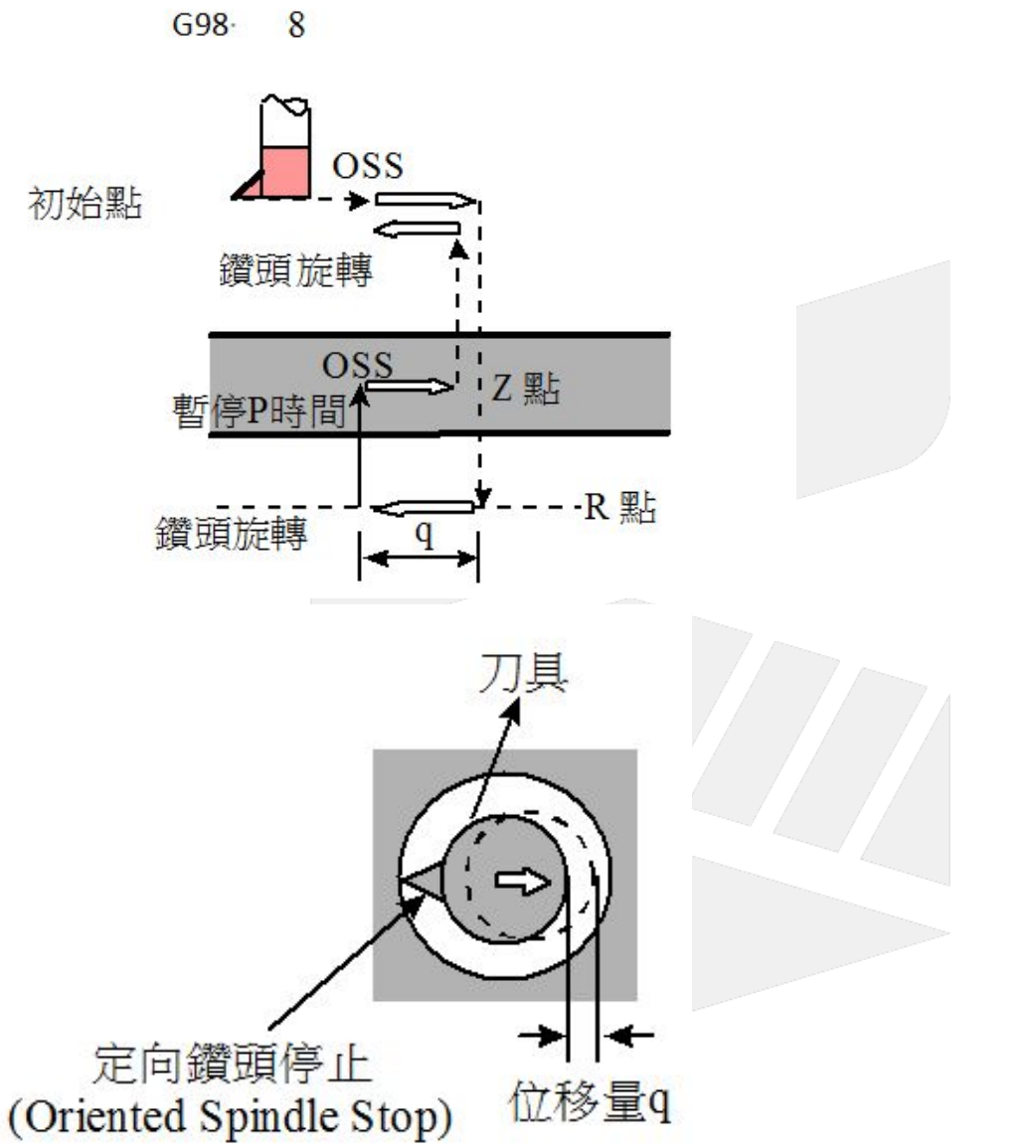
P：暫停時間 (有小數點，以秒為單位；無小數點，參考Pr17與Pr3241)

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定

SYNTEC



定向鉆頭停止（OSS）示意圖

2.56.1 **說明**

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 定向鉆頭停止後依參數4020所設搪刀方向反位移一Q搪刀偏心量
3. 以G00下降至所設定之R點，位移搪刀偏心量 Q
4. 鉆頭正轉
5. 以G01上升至Z點
6. 暫停P秒後反位移搪刀偏心量Q位移量
7. 以G00向上升到初始點
8. 鉆頭旋轉後位移一Q位移量

2.56.2 警告

Q值是在G87循環中所要求的一個模態變數，此一Q值需要很小心的指定，因為它也被使用在G73/G83中。
OSS方向由Pr4020決定:

Pr4020	OSS方向
0	+X
1	-X
2	+Y
3	-Y
4	+Z
5	-Z

2.56.3 注意事項

1. G87指令前，先以M Code讓鉆頭開始轉動。
2. M Code和G87在同一個Block中被指定則此一M Code只有在該Block中的第一次定位動作時執行一次
3. 指定重復K次，此M Code也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G87循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行搪孔動作。
6. Q值必須被設定為一正值。如果Q值為負值則仍視為正值（取絕對值）。
7. Q和R所指定的資料只有在執行搪孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行搪孔動作的單節中則不會被設定。
8. G00、G01、G02、G03等G碼和G87不能在同一個單節中被指定，否則G87將被取消。
9. 在G87循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
10. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
11. 搪孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.56.4 程式范例

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 G90 ;
N006 M03; // 啟動鉆頭正轉
//設定R點、Z點和洞1的座標，位移量5.0，暫停時間4.0秒
N007 G87 X5. Y5. Z10. R-30. Q5. P4.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G80;
```

N011 M05; // 停止鉆頭
N012 M30;

2.57 G88：半自動精細搪孔循環

指令格式

G88 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

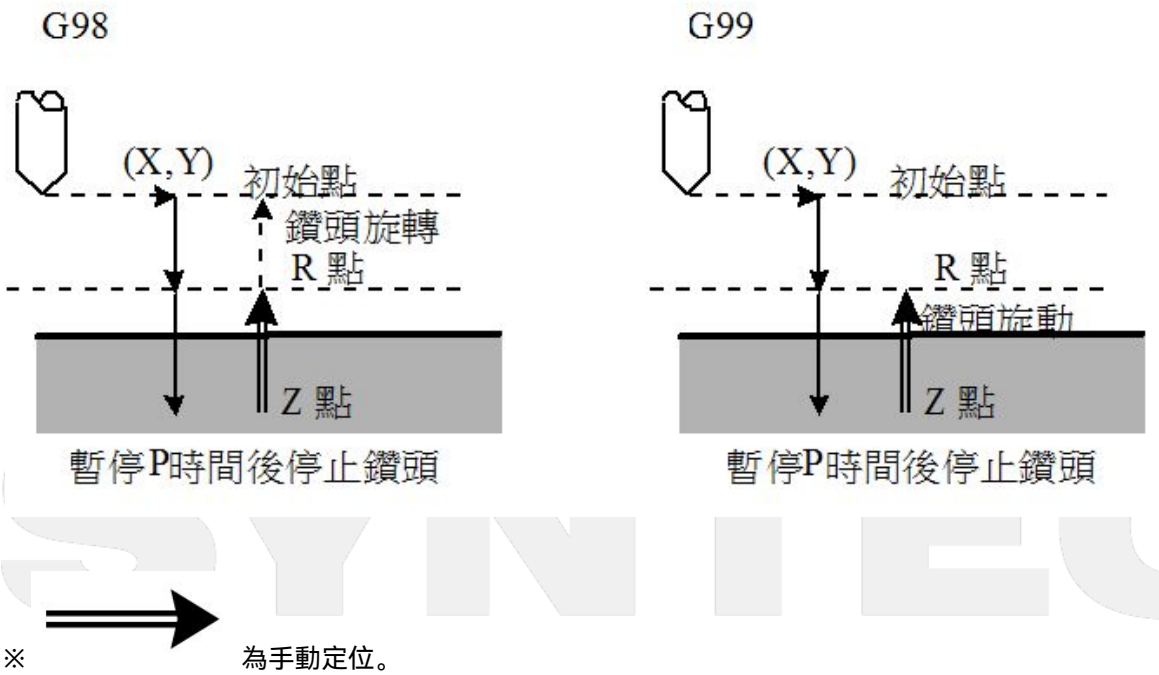
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

P：在洞底的暫停時間 (有小數點，以秒為單位；無小數點，參考Pr17與Pr3241)

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



※ ⟹ 為手動定位。

2.57.1 說明

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點

2. 以G00下降至所設定之R點
3. 接著以G01下降至洞底Z點
4. 暫停P秒後鉆頭停止
5. 以手動方式向上升到出工件後重新啟動
6. 以G01移至R點
7. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）
8. 鉆頭旋轉

2.57.2 **注意事項**

1. G88指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G88在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G88循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G88不能在同一個單節中被指定，否則G88將被取消。
8. 在G88循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
10. 搪孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.57.3 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99;
//設定R點、Z點和洞1的座標，暫停2.0秒
N007 G88 X5. Y5. Z-10. R-5. P3.;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.58 G89：孔底暫停搪孔循環

指令格式

G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_;

X(U) or Y(V)：洞孔的座標資料（可為絕對/相對座標，使用增量時應注意Pr3809是否為1。）

Z:

G91 ->初始點到Z點的距離（具方向性）
G90 ->Z點程式座標位置

R:

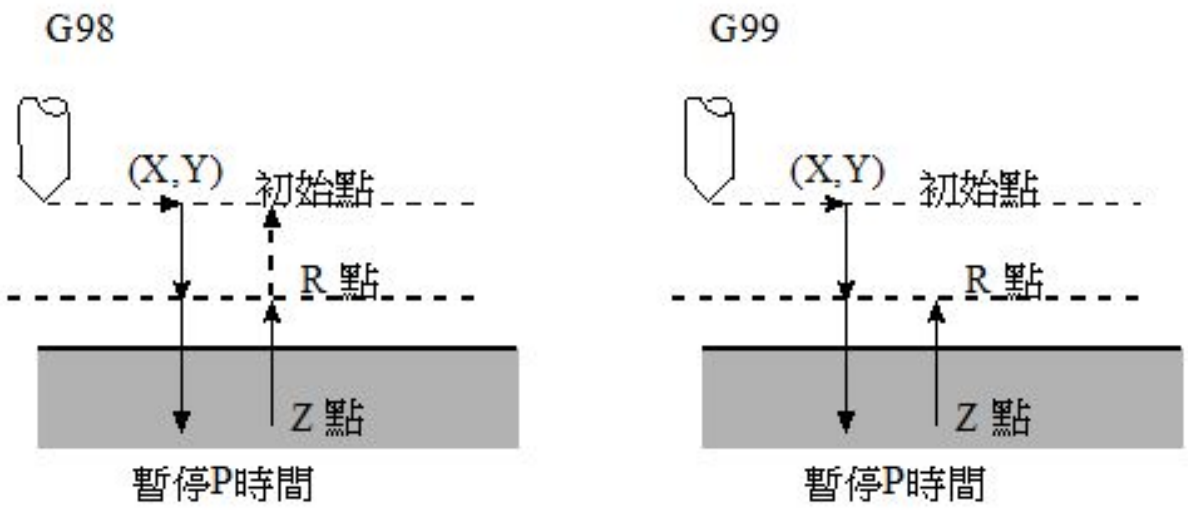
G91 ->初始點到R點的距離（具方向性）
G90 ->R點程式座標位置

P：在洞底的暫停時間 (有小數點，以秒為單位；無小數點，參考Pr17與Pr3241)

F：進給速率

K：重復次數（重復移動和鉆孔的動作，G91 增量輸入有效）

X、Y、Z、R絕對座標或增量座標由G90/G91來決定



2.58.1 **說明**

以下說明動作流程:

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之（X, Y）點
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01下降至洞底Z點
4. 暫停P秒
5. 以G01向上升到R點
6. 以G00向上升到初始點（G98）或程式R點（G99）

2.58.2 **注意事項**

1. G89指令前，先以M碼讓鉆頭開始轉動。
2. M碼和G89在同一個單節中被指定，則此一M碼只有在該單節中的第一次定位動作時執行一次。
3. 指定重復K次，此M碼也只有在第一個鉆孔動作才會被執行，其它的鉆孔動作則不執行。
4. 在鉆孔軸被改變之前，G89循環指令必須先被取消。
5. 如果單節中不包含任何一軸（X, Y, Z）的移動指令，則不執行鉆孔動作。
6. R所指定的資料只有在執行鉆孔動作的單節中才會被設定，若是在非執行鉆孔動作的單節中則不會被設定。
7. G00、G01、G02、G03等G碼和G89不能在同一個單節中被指定，否則G89將被取消。
8. 在G89循環指令中，刀具半徑補正模式（G41/G42/G40）將被忽略。
9. 當Pr3809設定為0時，可使用X、Y、Z、A、B、C、U、V、W軸。
10. 搪孔軸的絕對量指令和增量指令同時使用時，會忽略增量指令。

2.58.3 **程式范例**

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 M03; // 啟動鉆頭正轉
N006 G90 G99;
//設定R點、Z點和洞1的座標，暫停2.5秒
N007 G89 X5. Y5. Z-10. R-5. P2.5;
N008 X15.; // 洞2
N009 Y15.; // 洞3
N010 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N011 G80;
N012 M05; // 停止鉆頭
N013 M30;
```

2.59 G90/G91：絕對/增量指令

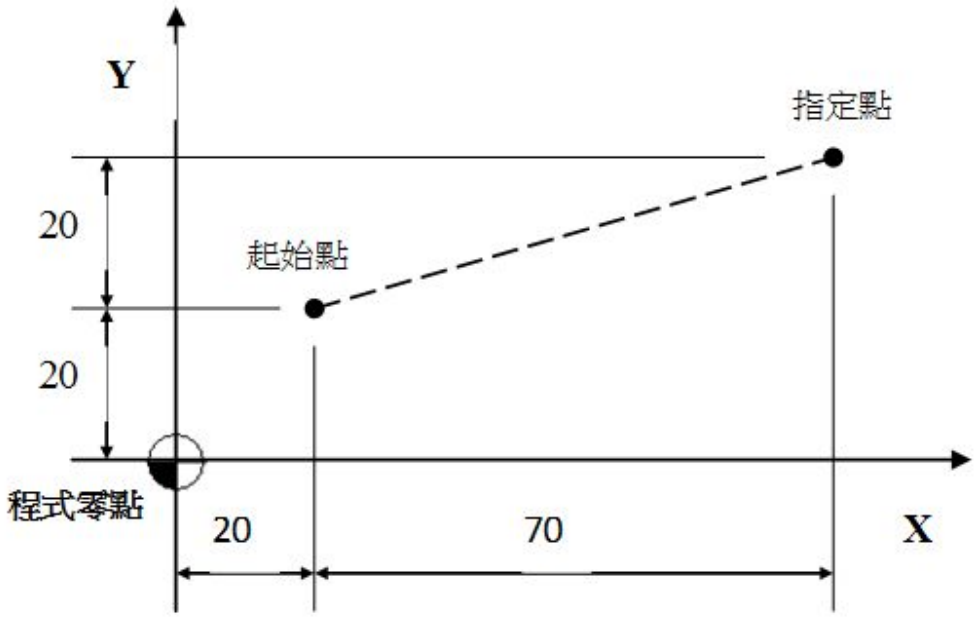
2.59.1 **指令格式**

```
G90;
G91;
```

2.59.2 **說明**

G90：絕對座標設定。
G91：增量座標設定。

2.59.3 **程式範例**



1. 方式一（**絕對值**）： G90 G00 X90.0 Y40.0;
   //以指定點和程式零點之差值，做直線切削至指定點
2. 方式二（**增量值**）： G91 G00 X70.0 Y20.0;
   //以指定點和起始點之差值，做直線切削至指定點

2.60 G92.1: 絕對零點座標系統預設

2.60.1 **指令格式**

G92.1 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ R_
X、Y、Z：設定基本座標系統（G92）為程序座標系統的零點;

I：以X軸為旋轉中心，將YZ平面進行旋轉。

J：以Y軸為旋轉中心，將XZ平面進行旋轉。

K：以Z軸為旋轉中心，將XY平面進行旋轉。

R：座標系旋轉角度

2.60.2 **說明**

G92.1與G92類似，皆用於建立新座標系統，此指令是設定現在座標系統的某一特定點（由程序指令給定），為另一新設定子座標系統的零點。

經設定之後，刀具將從此點開始加工，絕對值指令即參考此座標系統來計算。

G92與G92.1之比較

指令格式	說明
G92 X20. Y15. Z20.	設定**現在位置**為新設定的座標系統的X20. Y15. Z20.
G92.1 X20.Y15. Z20.	設定**現在座標系統的X20. Y15. Z20.**為新設定的座標系統零點

G92.1用於旋轉程序座標系

注意軸群設定前三軸必須為線性軸，否則會報警

Alarm ID	**COR-115**	**Alarm 標題**	**【G92.1功能軸向參數設定錯誤】**
說明	使用G92.1旋轉功能時，軸向設定錯誤。		
可能原因	參數設定軸群前三軸含有旋轉軸。		
排除方法	檢查參數，將軸群前三軸設定成線性軸。		

2.60.3 注意事項

1. 控制器機械座標會依照以下公式計算，機械座標=工件座標(G54~)+程序座標+G92.1偏置量+外偏+手輪偏置+刀長補償。
2. G92.1偏置量=G92.1 指令的引數X_、Y_、Z_。
3. G92.1座標系旋轉中心的軸向=G92.1 指令的引數I_、J_、K_。
4. G92.1座標系旋轉角度=G92.1指令的旋轉角度R_。
5. 各軸向的G92.1座標系偏移量MACRO變數為#1901~#1918。
6. G92.1座標系的旋轉角度MACRO變數為#1930。
7. G92.1座標系旋轉中心的軸向MACRO變數為#1931~#1933。
8. 請不要同時使用G92與G92.1。

程序范例

范例一：G92與G92.1之比較(無外偏、無刀長、無刀補)

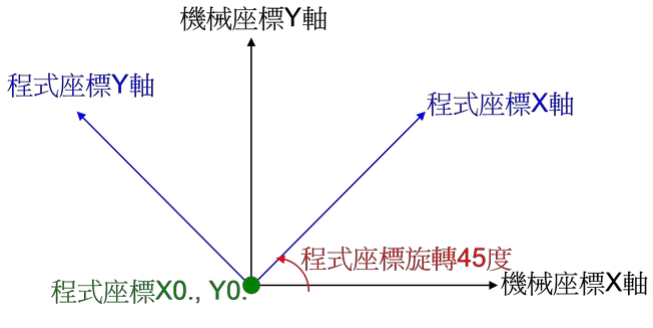
G92	G92.1

N1 G90 X10. Y10.
//機械座標 X10. Y10.
//程序座標 X10. Y10
//#1901 #1902座標 X0. Y0.
N2 G92 X20. Y20.
//機械座標 X10. Y10.
//程序座標 X20. Y20.
//#1901 #1902座標 X-10. Y-10.
N3 X50.
//機械座標 X40. Y10.
//程序座標 X50. Y20.
//#1901 #1902座標 X-10. Y-10.
N4 M30
	N1 G90 X10. Y10.
	//機械座標 X10. Y10.
	//程序座標 X10. Y10.
	//#1901 #1902座標 X0. Y0.
	N2 G92.1 X20. Y20.
	//機械座標 X10. Y10.
	//程序座標 X-10. Y-10.
	//#1901 #1902座標 X20. Y20.
	N3 X50.
	//機械座標 X70. Y10.
	//程序座標 X50. Y-10.
	//#1901 #1902座標 X20. Y20.
	N4 M30

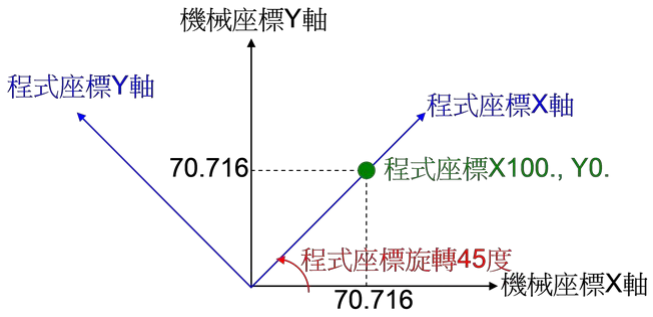
范例二：

程序內容	示意圖

N1 G90 G0 X0. Y0.
//機械座標 X0. Y0.
//程序座標 X0. Y0.
//#1901 #1902座標 X0. Y0.
	在 G92 指令下，并未取消之前 G92.1 下過的座標系旋轉軸向(I_J_K_)和旋轉角度(R_)設定

N2 G92.1 X0. Y0. K1. R45.
//機械座標 X0. Y0.
//程序座標 X0. Y0.
//#1901 #1902座標 X0. Y0.
//程序座標XY平面對程序座標Z軸旋轉45°，此時#1930為45°
	

程序內容	示意圖

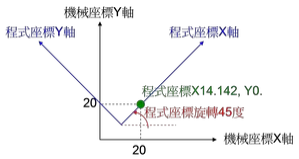
N3 G01 X100.
//機械座標 X70.711 Y70.711
//程序座標 X100.000 Y0.000
//#1901 #1902座標 X0.000 Y0.000
	

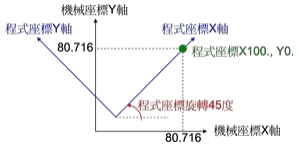
N4 M30	

范例三:

程序內容	示意圖

N1 G90 G0 X20. Y20.
//機械座標 X20. Y20.
//程序座標 X20. Y20.
//#1901 #1902座標 X0. Y0.	

N2 G92.1X10. Y10.K1.R45.
//機械座標 X20. Y20.
//程序座標 X14.142 Y0.
//#1901 #1902座標 X10. Y10.
//程序座標XY平面對程序座標Z軸旋轉45°，此時#1930為45°
	

N3 G01 X100. 機械座標 X80.711 Y80.711 程序座標 X100. Y0. #1901 #1902座標 X10. Y10.	
N4 M30	

2.61 G92：絕對零點座標系統設定

2.61.1 指令格式

G92 X Y Z ;

X、Y、Z：設定基本座標系統（G92）在當下程式座標系統的位置;

例如，目前程式座標為X10. Y20. Z30.，執行G92 X0 Y0 Z0，就會改寫現在的程式座標變為X0 Y0 Z0。

2.61.2 說明

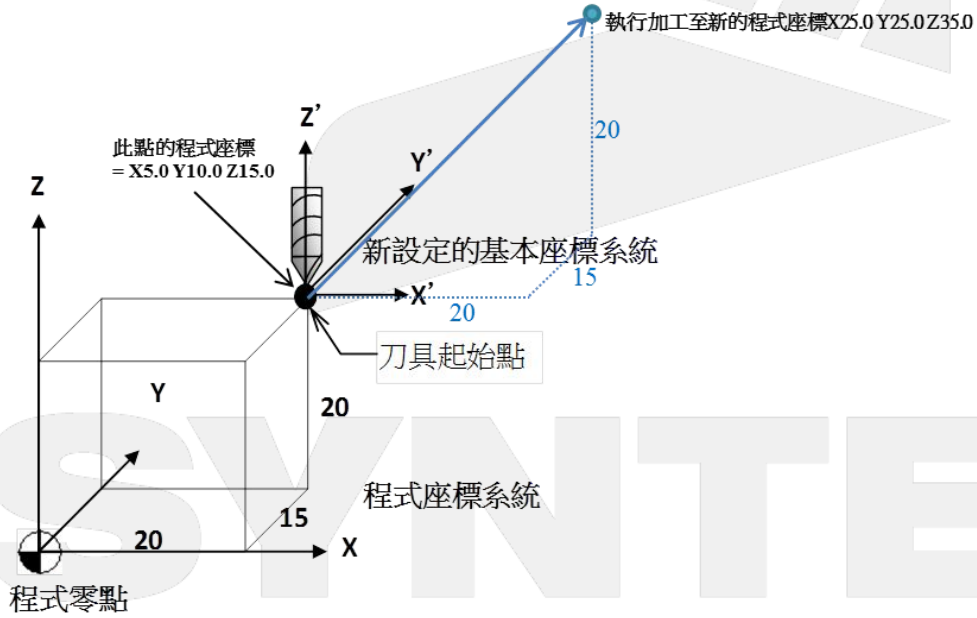
當制作程式時，有些情況必須要另外設定程式座標零點，此時可使用G92機能另外建立新座標系統。

此指令是設定刀具的現況某一點位置，為另一新設定子座標系統的特定座標點（由程式指令給定），經**設定之後**，刀具將從此點開始加工，絕對值指令即參考此座標系統來計算。

2.61.3 注意事項

1. 控制器機械座標會依照以下公式計算，機械座標=工件座標(G54~)+程式座標+G92偏置量+外偏+手輪偏置+刀長補償
2. G92偏置量=G92執行前的程式座標值-G92執行後的程式座標值
3. 各軸向的G92座標系偏置量變數暫存位置為#1901~1916

2.61.4 程式范例



G90 //絕對指令

G01 X20.0 Y15.0 Z20.0 //執行加工至X20.0 Y15.0 Z20.0，此時的程式座標是X20.0 Y15.0 Z20.0

G92 X5.0 Y10.0 Z15.0; //改變現在位置的程式座標，變成X5.0 Y10.0 Z15.0。G92座標偏置量X=15,Y=5,Z=5，計算方法為原本的程式座標值-新的程式座標值

G01 X25.0 Y25.0 Z35.0 //執行加工至新的程式座標X25.0 Y25.0 Z35.0

2.62 G93：反時間進給

2.62.1 **指令格式**

G93;

G01…F_;

G02…F_;

G03…F_;

2.62.2 **說明**

此指令為進給率模式指令，用來指定當前對於進給率的的定義格式，只需在程式里指定一次，到有指定 G94/ G95 時才會取消此模式。此模式只影響 G01、G02、G03的進給率。

在G93模式下F只影響所在單節進給率，因此每個切削單節皆需帶F引數，否則將發Cor85：「G93模式下F引數不對」警報。

G01單節在G93模式下，進給率定義為：F * 單節長度

G02 / G03單節在G93模式下，進給率定義為：F * 單節半徑

2.62.3 **程式范例**

```
G71
G93
G01 X10. F1          // 此單節進給率 1*10 = 10 mm/min
G02 X20. R5. F3      // 此單節進給率 3*5 = 15 mm/min
G03 X0 R10. F5       // 此單節進給率 5*10 = 50 mm/min
M30
```

2.63 G94/G95：進給量單位設定

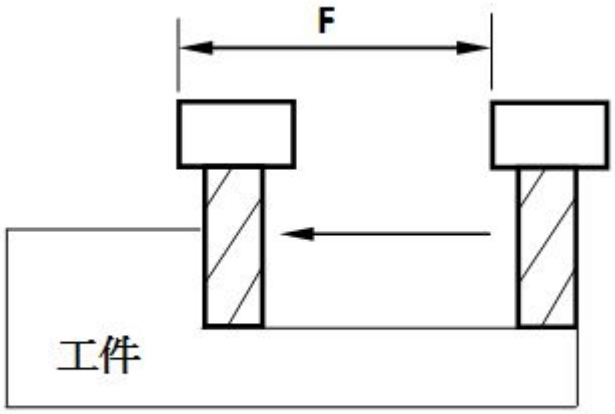
2.63.1 **指令格式**

G94 F__ ;
G95 F__ ;

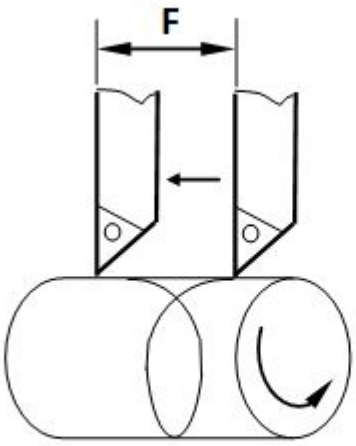
2.63.2 **說明**

此指令為設定F 機能之進給量（刀具每單位時間或每轉移動距離）單位設定;使用G94指令為每分鐘進給量，單位mm/min, inch/min，使用G95指令為每轉進給量，單位mm/rev, inch/rev。

2.63.3 **圖例**



G94. 每分鐘進給(mm/min 或 inch/min)



G95. 每迴轉進給(mm/rev 或 inch/rev)

2.64 G96/G97：等表面線速度控制

指令格式

G96 S__ ;等表面切削速度控制ON

G97 S__ ;等表面切削速度控制OFF

2.64.1 說明

G96指令為設定刀具與工件間之接觸點的表面速度指定，G97為解除G96指令，也為設定主軸轉速之指令。

若加工時，使用不同直徑刀具，又要求表面速度一定，可使用G96 S_來控制表面速度。若加工時不論刀具直徑多大，其主軸轉速都為一定值，可使用G97 S 來控制主軸轉速。

G96里的S設定值可依照公式:

$$V = \frac{\pi DN}{1000}（公制單位）$$ OR $$V = \frac{\pi DN}{12}（英制單位）$$

- V：表面速度，可利用G96來指定其為一定值，單位是m/min或feet/min。
- D：刀具有效直徑，單位為 mm或inch。
- N：主軸轉速，可利用G97來指定其為一定值，單位是RPM。

2.64.2 程式范例

- 采用主軸周速一定方式

G92 S2000; //用G92來限制主軸最高轉數

G96 S130 M03; //表示其切削速度維持每分鐘130公尺

注意：G92常配合G96使用，用以限制主軸最高轉數，上例若用半徑10mm的銑刀，則

$$N = \frac{1000 \times 130}{\pi \times 10} = 4140rpm$$

經G92限制主軸只能轉2000rpm，是防止主軸因轉數過高，離心力過大，導致工件夾持力過低，故而發生脫落之意外。所以有時必須使用G92來配合G96的使用。

- 采用主軸回轉數一定方式

G97 S1300 M03; //表示其主軸維持每分鐘1300轉

2.65 G120.1：多組加工條件

指令格式

- G120.1 P_ Q _;
  P、Q：呼叫多組加工條件，P為加工應用狀況，Q為加工條件。
- G120.1 P0 or G121
  回復標準參數，若有設定快速參數（速度、平滑等級），則會自動使用該組參數。

2.65.1 說明

1. 共有九組加工條件可使用，分別為P1Q1、P1Q2、P1Q3、P2Q1.....P3Q3。
2. 原本的G62/G64 P_仍可使用，P引數的設定范圍擴充為0~9。例如：P1Q1對應G62P1，P2Q1對應G62P4。
3. 使用者可根據加工需求，選用對應的加工參數。
4. 可在多組加工條件的畫面，自行設定對應參數。

5. 可直接套用預設值，在回復預設值前，可看到各組預設值的使用場合。(參考下圖)



	轉角較多			圓弧較多			3C產品		非金屬材料加工
	精加工精度優先	精加工速度優先	粗加工	精加工精度優先	精加工速度優先	粗加工	手機模	平板模	
參數編號	P1Q1	P1Q2	P1Q3	P2Q1	P2Q2	P2Q3	P3Q1	P3Q2	P3Q3
401	200	100	50	200	125	100	85	110	85
402	150	150	150	150	150	150	150	150	150
404	10	12	15	10	12	30	12	12	20
406	115	175	615	365	545	615	470	375	225
408	2000	3000	4000	1665	2500	4000	2165	1720	4500
3808	5	4	3	5	4	1	5	5	5

P1Q3: 粗銑，精度佳，適用於材料預留量少時。
P2Q3: 粗銑，穩度佳，適用於材料預留量多時。

2.65.2 **注意事項**

1. 僅適用於6D/11/21系列的銑床控制器
2. 有效版本：10.116.24B
3. P的設定范圍為0~3
4. Q的設定范圍為1~3
5. P、Q引數都沒下的時候，不做任何動作
6. 若忘記下Q引數，則預設為Q1，例如G120.1 P1，等同G120.1 P1 Q1。
7. 按Reset後，回復標準參數，若有設定快速參數，則會自動使用該組參數。
8. 快速參數有效版本止於 10.116.54A(含)之前。
9. 相關警報:
    a. MACRO-411_指令格式錯誤：使用G120.1時，忘記下P引數，則發出警報。
    b. MACRO-412_引數設定超過范圍：P引數范圍0~3，Q引數范圍1~3，超出此范圍，則發出警報。
    c. COR-103_高速高精參數設置不當：未設定多組參數或套用預設值前，多組參數可能為空白，若呼叫到該組參數，則發出警報。

2.65.3 **程式范例**

```
G90
G54
G43 H1
G0 Z0
X0 Y0
M3 S15000
G120.1 P1 Q2   //G01加工前，開啟多組加工條件調用，也可在一開始就啟用
G01 X50. Y50. F3000
.....
G00 Z0
G121      //加工結束後，關閉多組加工條件
```

G49
M5
M30

2.66 G134: 圓周孔循環

指令格式

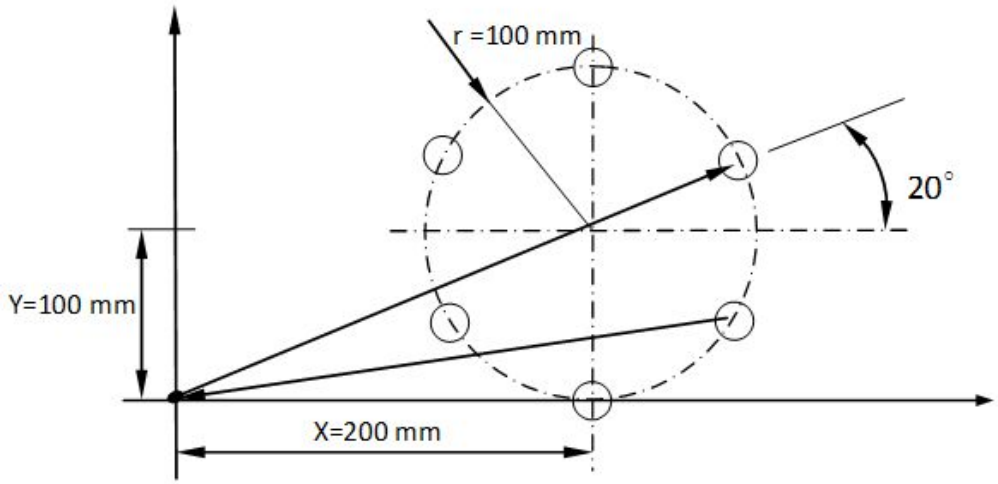
G134 X_ Y_ I_ J_ K_;

X、Y: 圓周孔的中心位置;受G90/G91的影響。
I: 圓的半徑r，單位以輸入設定（G70/G71）為準，正數表示。
J: 最初鉆孔點的的角度。
K: 為鉆孔的個數。指定個數1~9999個，不可設定為零。反時針方向為正，順時針方向為負定位。

2.66.1 說明

在X、Y指定的座標為中心所形成的半徑的圓周上，以X軸和角度形成的點開始將圓周作n等份、n個孔的鉆孔動作。

2.66.2 程式范例



N001 G92 X500.0 Y100.0; //設定絕對零點座標系統
N002 G91 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F200;
//執行鉆孔循環，以切削量為200mm/min，每個孔鉆深
//10 mm，然後回到鉆孔起始點
N003 G134 X200.0 Y100.0 I100.0 J20.0 K6;
//執行圓周孔循環，在X=200mm,Y=100mm位置鉆第一孔，半徑為100mm，起始角度為20°，鉆6個孔
N004 G80; //取消循環
N005 G90 G0 X0.0 Y0.0; //回到座標系零點

2.67 G135: 角度直線孔循環

指令格式

G135 X_ Y_ I_ J_ K_;

X、Y: 起點座標，受G90/G91的影響。
I: 間隔，單位以輸入設定單位（G70/G71）為準，若間隔為負值時，以起點為中心在對稱方向作鉆孔。
J: 為與水平方向的夾角，反時針方向為正。
K: 為欲鉆孔的個數，包含起點在內的個數，范圍是1~9999個。

2.67.1 說明

此指令以X,Y指定的位置為起點，在X軸和一角度所形成的方向用一間隔區分成n個孔作鉆孔動作。

2.67.2 程式范例

N001 G91; //設定使用增量值方式

N002 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F100;

//執行鉆孔循環，以切削量為100mm/min，每個孔鉆深

//10 mm，然後回到鉆孔起始點

N003 G135 X200.0 Y100.0 I100.0 J30.0 K5;

//執行角度直線孔循環，在X=200mm,Y=100mm位置為起始點，間隔100mm，與水平角度為30°，鉆5個孔

2.68 G136: 圓弧孔循環

指令格式

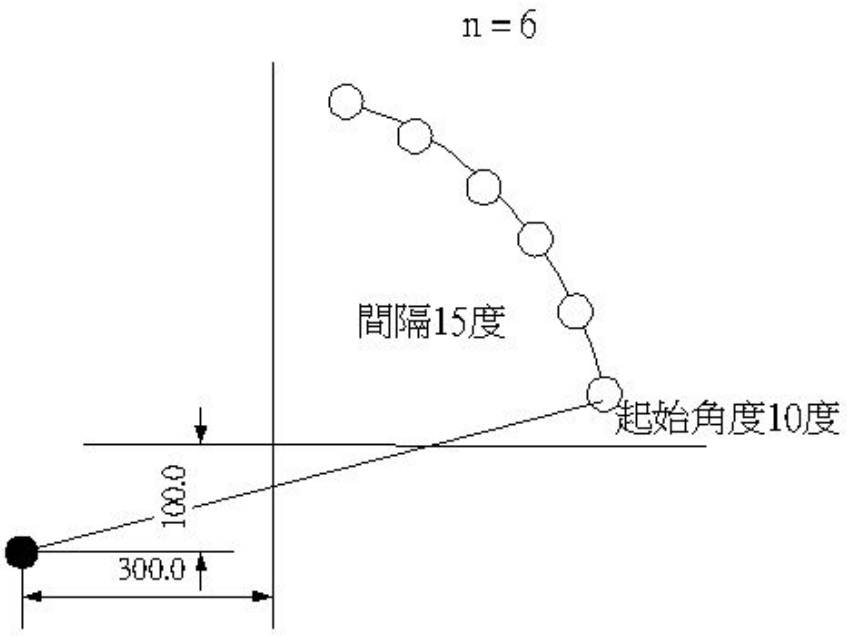
G136 X_ Y_ I_ J_ P_ K_ ;

X、Y: 為圓弧的中心座標，受G90/91影響。
I: 圓弧半徑，單位以輸入設定單位（G70/G71）為準，正數表示。
J: 最初鉆孔點的角度，反時針方向為正。
P: 角度間隔，反時針方向為正。
K: 所欲鉆孔的個數。

2.68.1 說明

此指令是以X,Y指定的座標為中心在所形成半徑的圓周上，以X軸和一角度形成的點開始，間隔一角度作n個點的鉆孔。

2.68.2 **程式范例**



N001G91;//設定使用增量值方式

N002G81 Z-10.0 R5.0 K0 F100;

//執行鉆孔循環，以切削量為100mm/min，每個孔鉆深10 mm，//然後回到鉆孔起始點

N003G136 X300.0 Y100.0 I300.0 J10.0 P15000 K6;

//執行圓弧孔循環，在X=300mm,Y=100mm位置為圓弧中心，

//圓弧半徑為300mm，孔起始角度為10°，間隔角度15°，鉆6個孔

2.69 G137.1：棋盤孔循環

指令格式

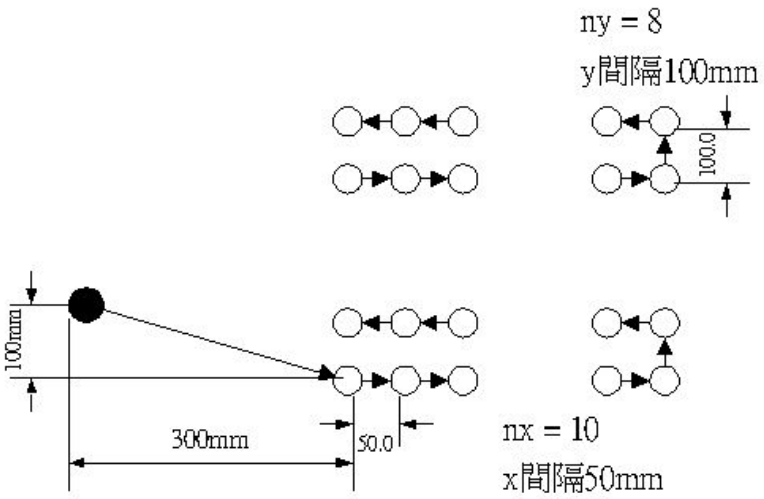
G137.1 X_Y_I_P_J_K_;

X、Y：起點的座標，受G90/91影響。
I：X軸的間隔，單位以輸入設定單位（G70/G71）為準，間隔為正時由起點向正方向，負時向負方向作間隔。
P：X軸方向的個數，范圍是1~9999個。
J：Y軸的間隔，單位以輸入設定單位（G70/G71）為準，間隔為正時由起點向正方向，負時向負方向作間隔。
K：Y軸方向的個數，范圍是1~9999個。

2.69.1 **說明**

此指令是以X,Y指定的位置作起點，在X軸平行的方向取一間隔作nx個格子鉆孔，在Y軸平行的方向取一間隔作ny個格鉆孔。

2.69.2 **程式范例**



N001 G91; //設定使用增量值方式

N002 G81 Z-10.0 R5.0 K0 F20;

//執行鉆孔循環，以切削量為20mm/min，每個孔鉆深 10 mm，

//然後回到鉆孔起始點

N003 G137.1 X300.0 Y-100.0 I50.0 P10 J100.0 K8;

//執行棋盤孔循環，在X=300mm,Y=一100mm位置為起始點，

//X軸向間隔為50mm，孔數為10個，Y軸向間隔為100mm，孔數為8個

2.70 循環加工機能

G Code	鉆孔動作	孔底位置動作	逃離動作	用 途
G73	間歇進給	———	快速移動	高速啄式鉆孔循環
G74	切削進給	暫停後主軸正向旋轉	切削進給	左手攻牙循環
G76	切削進給	主軸定位停止并偏一位移量	快速移動	精細搪孔循環
G80	———	———	———	取消循環
G81	切削進給	———	快速移動	鉆孔循環

G82	切削進給	暫停	快速移動	孔底暫停鉆孔循環
G83	間歇進給		快速移動	啄式鉆孔循環
G84	切削進給	暫停後主軸反向旋轉	切削進給	攻牙循環
G85	切削進給		切削進給	鉆孔循環
G86	切削進給	主軸停止	快速移動	高速鉆孔循環
*G87	切削進給	主軸正轉	快速移動	背面精細搪孔循環
*G88	切削進給	暫停後主軸停止	手動位移	半自動精細搪孔循環
G89	切削進給	暫停	切削進給	孔底暫停搪孔循環

2.70.1 固定循環的位址與意義

位址	位址的意義
G	固定循環順序的選擇
X	鉆孔點位置（絕對值或增量值）的指定
Y	鉆孔點位置（絕對值或增量值）的指定
Z	孔底部位置（絕對值或增量值）的指定
P	孔在底部位置時，暫停時間的指定
Q	G73、G83中，每次的切入量，或G76、G87中，位移量的指定（增量值）
R	R點位置（絕對值或增量值）的指定
F	切削進給速度的指定
K	固定循環重復次數的指定0~999

鉆孔軸的指定可以利用G碼G17、G18、G19來設定，如下表所示:

G Code	定位平面	鉆孔軸
G17	XY平面	Z軸
G18	ZX平面	Y軸
G19	YZ平面	X軸

2.70.2 返回位置R點

當刀具加工到達洞孔的底部時，刀具可以返回初始位置或是返回位置R點，而這是由G98/G99模式來決定，G98為返回初始位置，G99為返回返回位置R點

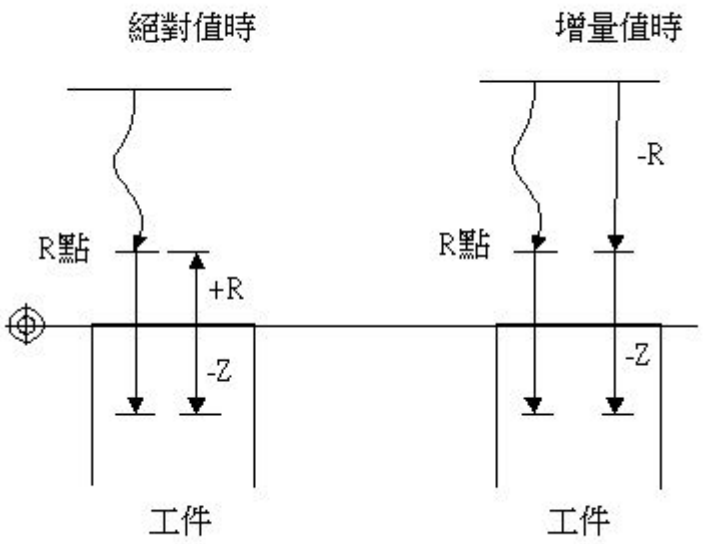
2.70.3 重復次數K

若要加工等距離的多個洞孔，可以指定洞孔的數量K，K的范圍為0 ~ 9999，但第一個洞孔的位置需以增量模式（G91）來指定，否則將在同一位置重復鉆孔動作。
當K=0時，鉆孔動作資料將被設定，但在 Block中所設的X, Y移動指令將不會被執行，也不會執行鉆孔的動作。

2.70.4 取消循環

循環的取消可以用G80或是群組01的G碼（G00/G01/G02/G03...等等）。

2.70.5 增量（G91）/絕對（G90）模式



2.71 G10.9：直半徑軸編程切換

2.71.1 **指令格式**

G10.9 X_ Y_ Z_ 直半徑軸編程切換
X、Y、Z： 指定特定軸向使用直/半徑軸編程
0：使用半徑軸編程
1：使用直徑軸編程

2.71.2 **說明**

使用者可以在程式執行中，透過下 G10.9，來指定之後的每一行軸向指令，是使用直徑軸或是半徑軸編程。

2.71.3 **注意事項**

1. 直半徑軸編程切換(G10.9)，有效版本始於 10.118.8。
2. 請將 G10.9 X_ Y_ Z_ 下在單獨的一行，不要與其他指令一起下。
3. 下過 G10.9 指令，斷電重開或系統重置後，會回復到 Pr281~Pr300 軸向半徑軸或直徑軸 的設定值。
4. 直半徑軸編程切換(G10.9)設定，會對每個軸群所控制的指定軸向有效。也就是說，若 X 軸分別屬於兩個軸群 $1 和 $2，且 X 軸參數定義為半徑軸；當於 $1 下了 G10.9 X1，若 $2 執行到 X 軸指令時，會改成使用直徑軸編程。
5. 當軸向由直徑軸切換成半徑軸編程，等同後續單節移動量會變成2倍，請自行注意單節移動量是否正確，避免造成刀具干涉或床臺撞機。
6. 系統執行到直半徑軸編程切換(G10.9)時，會暫時取消刀補，當新的移動量進入後，會再次回復刀補狀態。
7. 此功能僅對線性軸(Pr221~Pr240 軸向的軸型態設定為0)有影響。
8. 在極座標補間功能(G12.1)模式中，不可以使用直/半徑軸編程切換指令(G10.9)，會跳出警報 COR-325。
9. 當使用者先下過 G10.9 X_，後又啟動極座標補間功能(G12.1)，在極座標補間中，X軸會聽從 Pr4020 編程設定值。取消極座標補間功能(G13.1)之後，X軸會回復到參數原始設定值。如果想要回復到 G10.9 的設定值，請重新指定 G10.9 X_。
10. 如果使用者下 G10.9 指令，但沒有指定任一軸向切換或是編程方式指定為0和1以外的值，會跳出警報 COR-326。
11. 刀長刀徑補償、外偏、工件座標偏移取決於就緒設定時的 PR28x 設定值，加工中切換 G10.9 之後，實際作用在床臺的補償量并不會跟著改變。

2.71.4 **程式范例**

1. 參數設定 Y軸為半徑軸。
```
T0101;
G90 G00 Y0.;        //移動到定位點, 座標為0.0.
G01 Y5.;            //Y軸實際走5mm, 座標為5.0.
G10.9 Y1;           //Y軸改為直徑軸編程, 座標為10.0.
Y20.;               //Y軸實際走5mm, 座標為20.0.
M30;                //Reset之後, Y軸為半徑軸, 座標為10.0.
```

2. 參數設定 X軸為直徑軸，Z軸為半徑軸。
```
T0101;
G90 G00 X0.;        //移動到定位點, 座標變成0.0.
X10. Z10.           //X軸實際走5mm, Z軸實際走10mm, 座標為(10.0,10.0).
G10.9 X0 Z1;        //X軸切換為半徑軸編程, Z軸切換為直徑軸編程, 座標為(5.0,20.0).
```

```
X40. Z40.          //X軸實際走35mm, Z軸實際走10mm, 座標為(40.0,40.0).
M30;               //Reset之後, X軸為直徑軸，Z軸為半徑軸, 座標為(80.0,20.0).
```

2.72 G98/G99：鉆孔復歸位置(初始點/R點)

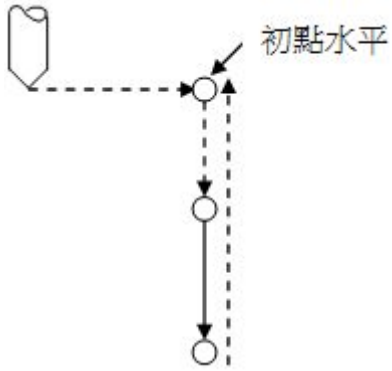
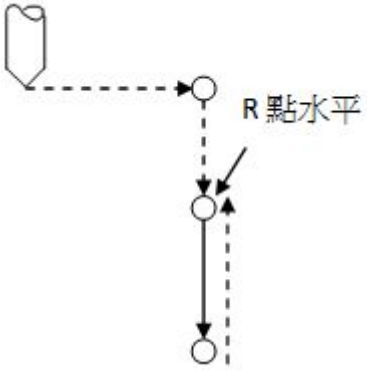
指令格式

```
G98;
G99;
```

2.72.1 說明

G98：鉆孔復歸初始點。
G99：鉆孔復歸R點。

以G98/G99指定刀具復歸到R點或初始點。(請參照下圖)
即使以G99的方式進行鉆孔加工動作，初始點也不變。如上次的復歸位置為初始點，出發位置便是初始點，如為R點，便是R點。

G98	G99
	

2.72.2 程式范例

```
N001 F1000. S500;
N002 G90;
N003 G00 X0. Y0. Z10.; // 移至初始點
N004 G17;
N005 G90 G99; // 絕對座標、鉆孔復歸R點
N006 G81 X5. Y5. Z-10. R-5. F2=1000; //設定R點、Z點和洞1的座標，且下鉆後的上拉速率1000
N007 X15.; // 洞2
N008 Y15.; // 洞3
N009 G98 X5.; // 洞4，且設定返回初始點
N010 X10. Y10. Z-20.; // 洞5，且設定新的Z點為-20
N011 G80;
N012 M30;
```

2.73 G53.3：斜平面加工刀具對正 (五軸聯動)

2.73.1 **指令格式**

G68.2 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;
G53.3 [X_] [Y_] [Z_] [H_] [P_];

G68.2：開啟斜平面座標系功能;
G53.3：刀具對正與定位功能;

X、Y、Z：指定點座標

H：刀具號碼;

P：選擇旋轉軸移動的方向，0：系統優先選擇第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)、1：第一旋轉軸往正向旋轉、2：第一旋轉軸往負向旋轉

在G68.2之後，正式加工之前，需下達G53.1、G53.3、G53.6，讓刀具對正斜平面座標系。

2.73.2 **說明**

斜平面座標系設定後，下G53.3，會同時進行三個動作:

1. 啟用正刀長，刀號同 G53.3 的H引數
2. 刀具對正斜平面座標系
3. 快動至斜平面座標系的定位點，定位點座標同 G53.3 的 XYZ引數

此G碼是附屬在G68.2之下，需同時存在。

2.73.3 **注意事項**

1. G68.2指定前不得下G53.3指令。
2. 執行G53.3後，程式座標將用以描述刀尖點位置；斜平面加工結束後，請下G49取消斜平面刀尖點控制。
3. 若沒有輸入P引數、則默認為 0：第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動(默認值)。
4. 若輸入P0、P1、P2 以外引數，則跳警報COR-149 G53.1/G53.6引數輸入錯誤。
5. 當P引數設成0時，系統會先行尋找第一旋轉軸(Master軸)最短路徑移動，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍(Pr3009~)外，則會自動選擇另外一個角度。若兩個目標角度及到達兩個角度的路徑都落在行程范圍(Pr3009~)外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
6. 當P引數設成1或2時，若目標角度及到達目標角度的路徑落在行程范圍(Pr3009~)外，則跳警報COR-153 此刀具方向無解。
7. 不同機構構型所對應的旋轉軸定義請參考 1.3 旋轉軸定義 與 1.4 參數說明。

	0(default)	**1**	**2**
Spindle/Table/Mixed	第一旋轉軸(Master軸) 最短路徑	第一旋轉軸(Master軸) 正向移動	第一旋轉軸(Master軸) 負向移動

2.73.4 **程式范例**

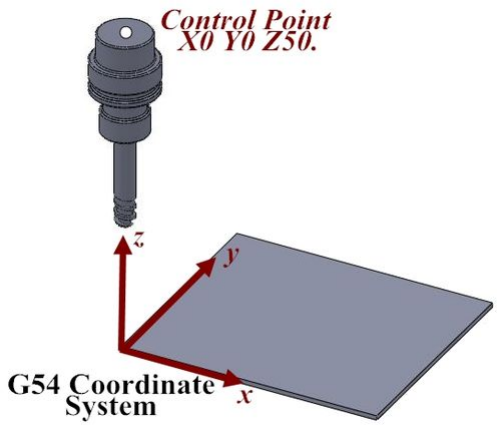
以下列程式為例，說明斜平面座標系的基本動作。

```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
```

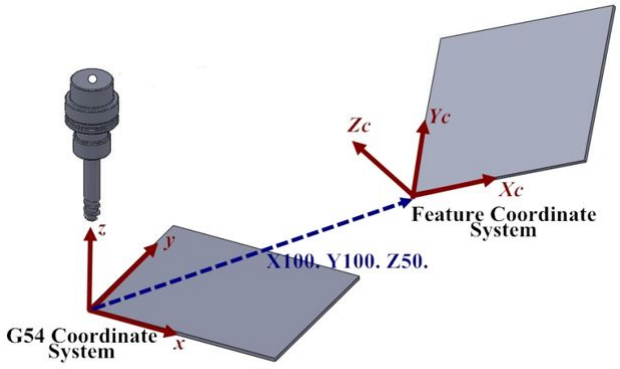
```
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
N4 G53.3 X0 Y0 Z0 H1;

... // 斜平面加工

N98 G49;
N99 G69;
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
```

以下逐行解說:

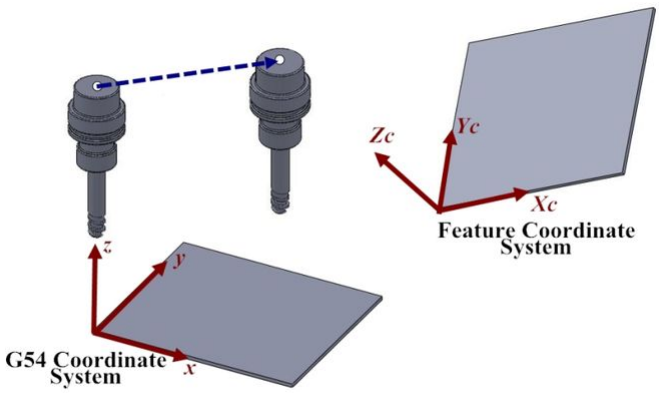
```
N1 G90 G54 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至G54座標系之Z50.。
```



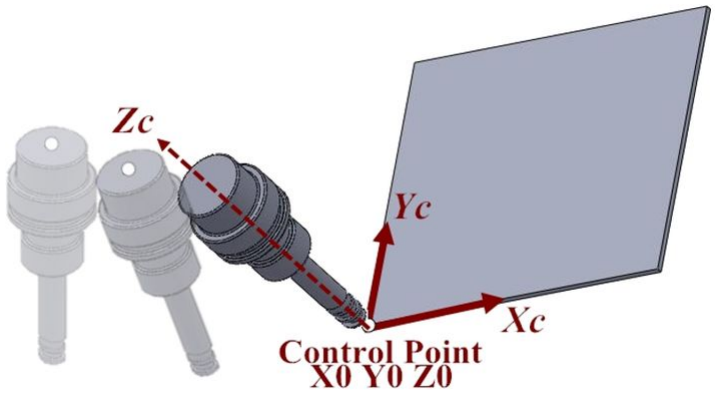

```
N2 G68.2 X100. Y100. Z50. I30. J15. K20.;
// 指定相對於G54原點距離X100. Y100. Z50.為斜平面座標系之原點，且尤拉角為I30. J15. K20.，當
G68.2指令下達後，程式座標已轉換到斜平面座標。
```



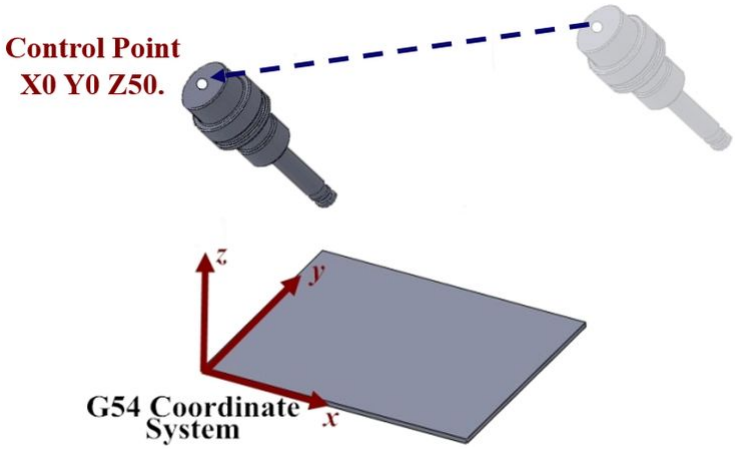

```
N3 G01 X0 Y0 Z50. F1000;
// 以F1000速率切削至斜平面座標系的Z50.，但刀具方向還未改變。
```




```
N4 G53.3 X0 Y0 Z0 H1;
// 開啟刀長補償，控制點轉移至刀尖位置。
// 刀具方向自動指向斜平面座標系的Z軸，同時快動至斜平面座標系的X0 Y0 Z0處。
```




```
N98 G49;
// 取消斜平面刀尖點控制
N99 G69;
// 取消座標旋轉
N100 G01 X0. Y0. Z50.;
// 移動控制點至G54座標系之X0. Y0. Z50.。
```



2.73.5 附錄

斜平面刀具對正特殊規格

當座標旋轉(G68.2, G68.3)後的刀具向量，可以由某旋轉軸「兩種以上的位置」達到，稱為該旋轉軸遇到**奇異點**。

遇到奇異點的旋轉軸，會**固定於當前的程式座標**，且斜平面加工的斜平面座標也會架於該固定角度上。

> ⚠ 遇到奇異點的刀具姿態，可能隨著啟動刀具對正時的所在位置不同，產生不同的旋轉軸角度;
> 如果有設置機構煉長度，可能因此產生不一樣的絕對座標XYZ值。

EX1:

假設一刀具方向為+Z的五軸機臺，偏置量與各座標值如下:

G54P1(G54)		機械座標		絕對座標		圖示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	0.000	C	0.000	C	0.000	

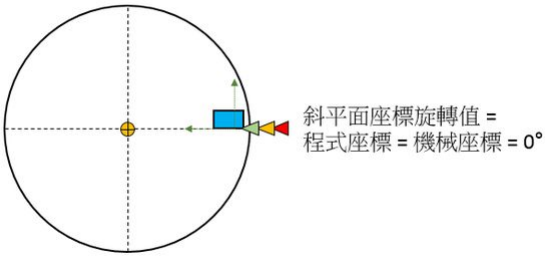
此時下達下列指令:

```
G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
G53.3
```

根據L1的座標旋轉，刀具方向應仍為+Z;

此時A軸會固定為0.000度，而C軸不管在任意角度都可以滿足刀具方向為+Z;

C軸遇到奇異點，所以固定於程式座標0.000度。



EX2:

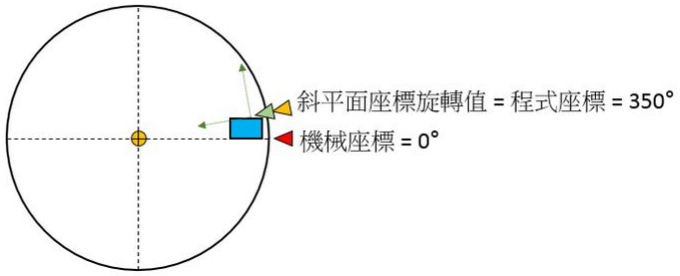
假設與EX1一模一樣的情境，初始的機械作標也一樣定在0.000，只是G54的C軸偏置量增加10:

G54P1(G54)		機械座標		絕對座標		圖示
X	0.000	X	0.000	X	0.000	
Y	0.000	Y	0.000	Y	0.000	
Z	0.000	Z	0.000	Z	0.000	
A	0.000	A	0.000	A	0.000	
C	10.000	C	0.000	C	350.000	

此時下達跟EX1相同的指令後:

```
1  G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
2  G53.3
```

C軸遇到奇異點，所以固定於程式座標350.000度。



2.74 G84.48: 攻牙回退指令

指令格式

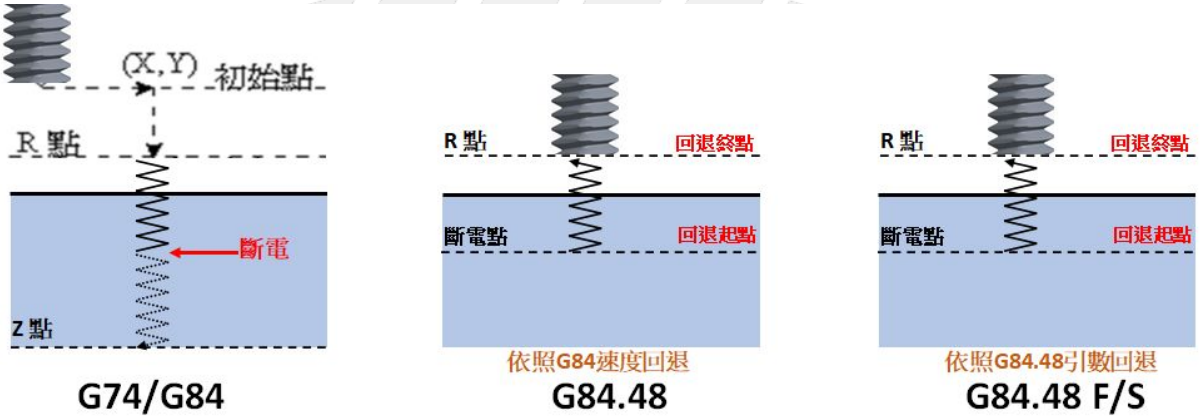
G84.48 (F_ or S_ or F_ S_) ;

F: 進給速率

S: 主軸轉速

2.74.1 說明

1. 在攻牙時發生非預期的問題而拍急停，或者攻牙中無預警的斷電，導致刀卡在工件中，使用者只需在MDI或者自動執行模式下執行此G碼指令，就能執行攻牙回退
2. 回退的G碼為G84.48
3. 回退到初始攻牙位置(R)
4. 攻牙回退的狀態，完全保留初始攻牙的狀態，嚴禁使用者再回退前變更G碼狀態
5. 攻牙時若使用G84/G74後面帶E引數(每英寸多少牙數)，G84內部會自動轉成儲存F,S
6. G84.48可以帶引數也可不帶，不帶引數則依照G84/G74當下的轉速及Feedrate進行回退
7. G84.48的引數可以只輸入F或者只輸入S，或者兩者均輸入；若有輸入F，此F的單位固定為mm/min
8. 當G84.48的引數F與S兩者均輸入時，輸入的條件需與初始情況匹配，否則會跳警報
9. 因此G碼的形式為:



2.74.2 注意事項

1. 該功能為118.28S版本之后才提供
2. 只支援G84/G74的攻牙
3. 此功能為高光玻璃及銑床兩款機型的標準功能；它款產品，可用G10L1030與G10L1031客制方式滿足，詳細的客制注意事項請參閱產機使用說明

2.75 G31.10/G31.11: 多軸多訊號跳越機能

2.75.1 指令格式

G31.10 X_ Y_ Z_ F_ Q_ P_
設定多軸多訊號跳越機能條件

- X、Y、Z：指定位置
  F：進給速率
  Q：指定跳脫的訊號來源
  P：減速時間(ms)

G31.11
執行多軸多訊號跳越機能

2.75.2 說明

1. 一次多軸多訊號跳越機能應包含設定(G31.10)與執行(G31.11)兩部分，先設定再執行，兩部分必須同時存在，且中間不能插入其他指令。
    a. 設定多軸多訊號跳越機能條件(G31.10)：
        i. 最多支援六組設定跳越機能條件(G31.10連續下六次)，每一組可指定不同跳脫訊號、進給速率與減速時間。當執行完多軸多訊號跳越機能后，次數會重新計算。
        ii. 同一行G31.10設定的移動軸向，將同時出發、同時到達或在指定訊號觸發時同時以設定的減速時間跳脫。
        iii. 若指定位置是G10 L801設定的虛擬軸位置，則F、Q、P會套用至所有對應軸向。(概念同G31，但G31.10只有設定跳越條件)
    b. 執行多軸多訊號跳越機能(G31.11)：執行前面每一組G31.10設定的條件。當跳脫訊號觸發后，跳脫訊號對應到的軸向進行跳脫。
2. 指定位置單位隨著英、公制模式(G71/G70)的不同分別為mm及inch。
3. 進給速率F
    a. 不指定F引數時，會參考先前所下的進給速率。
    b. 單位：
    G94模式下單位為mm/min(inch/min) <- 銑床系統開機預設值
    G95模式下單位為mm/rev(inch/rev) <- 車床系統開機預設值
4. 跳脫訊號來源Q
    a. 不指定Q引數，對應**C62**。
    b. **Q101~Q132**訊號來源為C-bit，分別對應**C101~C132**。
    c. **Q201~Q218**訊號來源為串列**驅動器外部訊號(EXT)來源**，分別會偵測第1軸~第18軸的訊號，所支援的串列驅動器如下。

支援的串列驅動器	外部訊號(EXT)來源
M2	EXT1
M3	EXT1
RTEX	EXT1

    注:新代M2不支援
5. 減速時間P
    a. 不指定P引數或指定P0時，沒有減速功能，命令會直接中斷。
    b. 指定P引數時，依減速時間規劃減速，若減速時間不夠會停在單節終點。

2.75.3 注意事項

1. #1361~#1378, #1441~#1458, #1608，除了剛開機、RESET、再遇到G31或G28.1時會被清0，也會在遇到G31.11時被清為0。

2. 若G31.10設定的終點位置與跳脫訊號觸發位置過于接近，可能導致偶發G31.11單節先走完，PLC才掃瞄到C-bit訊號，或驅動器的訊號才進來；造成實體訊號雖然有被觸發，但G31.11來不及跳脫的現象。以使用對刀儀的量刀動作為例，發生此現象時，建議G31.10設定的單節再下深，避免此極限狀況。
3. P引數不可小于0或非整數，否則會跳警報 COR-064。
4. 當G31.10或G31.11單獨存在，或兩者中間下其他指令，會跳警報COR-362。
5. G31.10重復指定同一個軸向，會跳出警報COR-362。
6. G31.10連續使用超過六次則會跳出警報COR-362。
7. 多軸多訊號跳越機能不支援以下功能:
    a. G5.1(路徑平滑模式)
    b. G12.1/G13.1(極座標插補)
    c. G15/G16(極座標命令)
    d. G40/G41/G42(刀具半徑補正)
    e. G10 L16(虛擬圓半徑)
    f. G43. 4/G43.5(刀尖點控制Type 1 & 2)
8. 在多軸多訊號跳越機能中，F命令為顯示加工檔中最近一次下的F值，F(實際)則該單節所有軸向的合成速度。因此F實際值可能會超過命令值，若有需要取得插值時G31.11的F命令值，可透過K62變數取得。
   范例

sample code

```
G90 G71
G31.10 Z1=10. F300. Q101 P100   // 設定Z1以F300走到10，跳脫訊號為C101，跳脫時的減速時間為100 ms
G31.10 Z2=20. F400. Q102 P100   // 設定Z2以F400走到20，跳脫訊號為C102，跳脫時的減速時間為100 ms
G31.11                          // 執行跳躍機能，各軸向以上述的設定走到指定位置
M30
```

假設Z1與Z2都已各自到達F300與F400，此時顯示結果如下:

F(命令)：400 mm/min

F(實際)：500 mm/min

若想知道插值時G31.11單節的F命令值，可由K62取得;

若想知道實際的合成與各軸速度，可由R700及R701~718取得。

- R700：合成進給速度命令實際值，單位LIU/min。其值為各軸向實際速度平方和開根號。
- R701~718：各軸單軸速度，Servo On狀態依據命令數值，Servo Off狀態依據回授數值，單位為BLU/min。

R700：500 IU/min = 500000 LIU/min

R701：300 IU/min = 300000 BLU/min (假設此范例中Z1為第一軸)

R702：400 IU/min = 400000 BLU/min (假設此范例中Z2為第二軸)

2.75.4 程式范例

范例一：各軸向以指定速度及跳脫設定來作動(所有G31.10都繼承上一次指定的F)

sample code

```
G90
F100.
G31.10 Z1=10. Q101 P100 // 設定Z1以F100走到位置10，跳脫訊號為C101，跳脫時的減速時間為100 ms
G31.10 Z2=20. Q102 P100 // 設定Z2以F100走到位置20，跳脫訊號為C102，跳脫時的減速時間為100 ms
G31.11                  // 執行跳越機能，各軸向以上述的設定走到指定位置
M30
```

補充：范例一跳脫觸發后的#1608結果

開啟的軸向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，對應的軸口號參數與軸名稱參數如下列。

當跳脫訊號皆全數觸發后，#1608內各位元的值為:
位元0：0。(只支援G31)
位元1~18:

功能	**G31.10 & G31.11**					
開啟的軸向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
軸名稱(Pr321~)	X	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
對應的位元	1	2	3	4	5	6
值	0	0	1	1	0	0

因此#1608的值為$2^3+2^4=24$。

范例二：各軸向以指定速度及跳脫設定來作動(所有G31.10都繼承第一個G31.10指定的F)

sample code

```
G90
G31.10 Z1=10. F100. Q101 P100   // 設定Z1以F100走到位置10，跳脫訊號為C101，跳脫時的減速時間
為100 ms
G31.10 Z2=20. Q102  P100        // 設定Z2以F100走到位置20，跳脫訊號為C102，跳脫時的減速時間
為100 ms
G31.11                          // 執行跳越機能，各軸向以上述的設定走到指定位置
M30
```

補充：范例二跳脫觸發后的#1608結果

開啟的軸向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，對應的軸口號參數與軸名稱參數如下列。

當跳脫訊號皆全數觸發后，#1608的值為$2^3+2^4=24$。

功能	**G31.10 & G31.11**					
開啟的軸向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
軸名稱(Pr321~)	X	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4

范例三：同時使用虛擬軸(Type-2)與多軸多訊號跳脫功能

使用G10 L801時，其意義為將復數軸向視為同一軸。因此使用虛擬軸來設定跳越機能時，所有軸向的設定需一致。

若各個軸向間有不同的跳越機能設定需求，則應該先解除G10 L801，再針對各軸進行設定。

sample code

```
G90
G10 L801 P300 Q0          // 取消虛擬軸Z
G10 L801 P300 Q301        // 虛擬軸Z對應到Z1軸
G10 L801 P300 Q302        // 虛擬軸Z對應到Z2軸
G10 L801 P300 Q303        // 虛擬軸Z對應到Z3軸

G31.10 Z10. F100 Q101    // 設定虛擬軸Z以F100走到位置10，跳脫訊號為C101，即Z1，Z2，Z3以合成
F100的速度走到位置10，且跳脫訊號都是C101，也都無減速時間
G31.11                    // 執行跳越機能，各軸向以上述的設定走到指定位置
M30
```

補充：范例三跳脫觸發后的#1608結果

開啟的軸向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，對應的軸口號參數與軸名稱參數如下列。

當跳脫訊號觸發後，#1608的值為$2^3+2^4+2^5=56$。

功能	**G31.10 & G31.11**					
開啟的軸向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
軸名稱(Pr321~)	X	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4

范例四：特定軸向需同動，其他軸向則獨立

sample code

```
G90
G31.10 Z1=10. Z2=20. F100 Q101  // 設定(Z1, Z2)以合成速度F100走到位置(10, 20), 跳脫訊號為C101, 無減速時間
G31.10 Z3=30. Q103              // 設定Z3以F100走到位置30, 跳脫訊號為C103, 無減速時間
G31.11                          // 執行跳越機能, 各軸向以上述的設定走到指定位置
M30
```

補充：范例四跳脫觸發后的#1608結果

開啟的軸向有X, Y, Z1, Z2, Z3, Z4，對應的軸口號參數與軸名稱參數如下列。

當跳脫訊號皆全數觸發后，因此#1608的值為$2^3+2^4+2^5=56$。

功能	**G31.10 & G31.11**					
開啟的軸向(Pr21~)	Pr21	Pr22	Pr23	Pr24	Pr25	Pr26
軸名稱(Pr321~)	X	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4

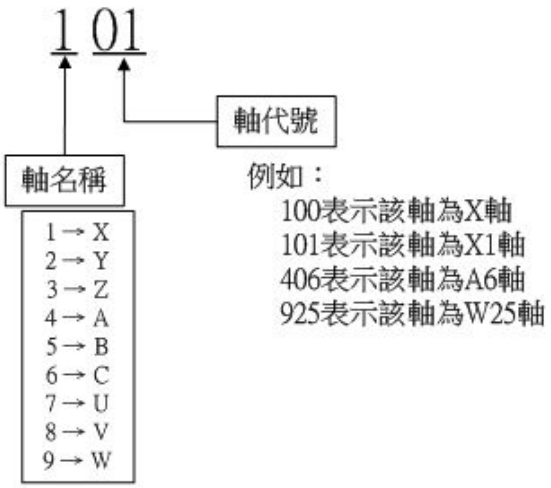
2.76 G81.2 高精度進階擺蕩循環

2.76.1 **指令格式**

G81.2 P_ Q_ [R_] L_：啟動高精度進階擺蕩功能

P : 指定擺蕩軸號或軸名稱

- e.g. 指定軸名稱
  - P101指定X1軸進行擺蕩



- e.g. 指定軸號
  - P1指定第一軸進行擺蕩

Q：指定上頂點座標數值所對應的寄存器號碼，下頂點對應的寄存器號碼為上頂點寄存器號碼加一 (寄存器號碼內所存的值，表示機械座標數值，單位為BLU，受到Pr17設定的影響)

- e.g 設定寄存器號碼20000為上頂點
  - Q20000 指定R20000為上頂點，則R20001為下頂點

R：起始點座標 (絕對命令，機械座標，單位為IU)，可不下，未指定則以當下位置為R點

L：指定擺蕩速度數值所對應的寄存器號碼 (寄存器中數值的單位為 IU/min)

- e.g 設定寄存器號碼20002為指定擺蕩速度
  - L20002 指定R20002為指定擺蕩速度，當R20002中的數值為500，且此時擺蕩的進給百分比 (R19) 為 20%，則擺蕩軸擺蕩速度為 100 IU/min

2.76.2 **說明**

1. 當軸向須不斷來回運動時，擺蕩功能可提供軸向**更穩定與高速的運動方式**，例如在磨床機械的運用，來回運動的研磨軸向在高速下將更平順。
   a. 可使用Pr3808進行伺服落後補償，補償後可讓軸向移動到準確位置上。
2. 動作說明 :
   a. 擺蕩功能啟動時，刀具將**以G00的速度移動到指定的R點**，**其他的區段**的速度將**參考L引數指定的暫存器中的數值做擺蕩**。
   b. 承a.，若R點與上下頂點座標不同，則第一段擺蕩軌跡會是從R點到距離最遠的頂點。
   c. 擺蕩功能啟動后，擺蕩軸所有動作都將使用擺蕩的進給百分比 (R19)，范圍為0%~150%或1~15段。(進給百分比相關請參考Pr3207 *C_S界面版本編號說明)
   d. 加減速段規劃的動程參數，是依照所移動的軸向參數Pr541~、Pr621~、Pr641~決定。
   e. 使用G81.2前的系統軸向命令會先執行完畢才進行擺蕩。
   f. 使用G81.2後會先移動到R點後，才會繼續執行下一個單節。
   g. 執行擺蕩期間，若記錄上下頂點或擺蕩速度的暫存器中的數值有變動， 會于抵達下一個換向點后，更新擺蕩上下頂點及擺蕩速度的設定，并執行新設定下的動作。
   h. G81.2 重復下，可用于修改 擺蕩上下頂點 或 擺蕩速度。
   i. 對正在擺蕩的軸向重復下擺蕩指令，擺蕩軸將于抵達下一個換向點后，更新擺蕩上下頂點、R點及擺蕩速度的設定，并擺蕩至新指令指定的反向頂點。(若擺蕩至舊指令指定之下頂點后，新指令生效，則之后將擺蕩至新指令指定之上頂點)
   j. 重復下 G81.2 有其使用限制，若在前一次指定的擺蕩軸尚未確實停止時，就對其他擺蕩軸下擺蕩指令，會跳 COR-370 警報，提醒同一軸群不支援同時有 2 個軸在擺蕩。
3. 擺蕩過程中若暫停(C1)、復位 (C37)、關閉擺蕩，控制器會依照參數Pr3957設定，決定擺蕩軸停止位置。
   a. Pr3957設定為0時，若未指定R點，則以啟動擺蕩循環當下位置為R點。
   b. Pr3957設定為0時，對已經在做高精度進階擺蕩的軸再次下 G81.2 并且指定 R 點，可用于修改擺蕩軸停止位置。
   c. Pr3957設定為0時，對已經在做高精度進階擺蕩的軸再次下 G81.2 不指定 R 點，則停止于舊的擺蕩 R 點。
4. 擺蕩過程中若暫停，再次執行加工時(Cycle Start, C0 ON)，會回到上/下頂點繼續擺蕩。
5. 控制器發生警報時，擺蕩軸向會依警報緊急程度動作:
   a. 會讓系統進入未就緒（Servo Off）的警報，擺蕩軸向將立即停止。
   b. 會讓系統停止加工的警報，擺蕩軸向將依Pr3957設定決定停止位置。
   c. 不會讓系統停止加工的警報，擺蕩軸向會正常運作。
6. 擺蕩過程中若押下急停 (C36)，擺蕩軸向將立即停止擺蕩。
7. 擺蕩功能使用的擺蕩軸，不支援手輪模擬 (C20 ON)，擺蕩軸動作不受手輪模擬影響，持續進行擺蕩動作。
8. 單節執行(C40)、程序暫停（M00）不會暫停擺蕩軸向。

2.76.3 注意事項

1. 使用此功能需開啟Option-48 進階擺蕩循環功能。
2. 寄存器設定請避免使用系統區R值。
3. 在擺蕩軸向移動時切換控制器模式，此時控制器進入暫停狀態，依照Pr3957設定決定暫停後的動作。
4. 其他限制:
    a. 每個軸群支援一組擺蕩軸
        i. 使用G81.2指定軸群中的2個軸同時進行擺蕩則跳COR-370 擺蕩循環功能啟用錯誤警報。
        ii. 連續下G81.1 + G81.2則跳COR-370 擺蕩循環功能啟用錯誤警報。
    b. 擺蕩軸向路徑修改功能無效。(例如 : 鏡像功能)

2.76.4 相關警報

Alarm ID	COR-023	Alarm 標題	【語義錯誤】
說明	1. 使用G碼指令時，不同的G碼可以輸入不同的引數(如P_、L_、R_等)，當引數設定錯誤時，發此警報。 2. 使用宏程序函數時，引數型態錯誤。		
可能原因	加工程序編寫錯誤。		
排除方法	請檢查加工程序，并參考手冊確認代入的引數的正確性。		

Alarm ID	COR-340	Alarm 標題	【擺蕩軸禁止改變座標系】
說明	擺蕩中的軸向不可改變任何座標系，相關功能將被禁止。		
可能原因	1. 使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)後，於關閉前切換座標系，且影響到擺蕩軸向。 2. 同時使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)與斜平面加工功能(G68.2、G68.3)。 3. 同時使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)與軸交換功能(C133~C136)。 注：C86支援版本：10.118.19及之前版本。		
排除方法	1. 檢查系統操作與編程座標系切換或改變，是否有影響到擺蕩軸向。 2. 檢查加工程序是否有同時使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)與斜平面加工功能(G68.2、G68.3)。 3. 檢查加工程序是否有同時使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)并對擺蕩軸做軸交換(C133~C136)。 注1：C86支援版本：10.118.19及之前版本。 注2：座標系相關編程：G54 P1~G54 P100、G92、G92.1。 注3：G81.2支援10.118.41.x, 10.118.x及之後版本。		

Alarm ID	COR-339	Alarm 標題	【擺蕩軸禁止移動指令】
說明	擺蕩中的軸向不可接受任何移動指令。		

可能原因	使用擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)後，於關閉前對該軸進行移動指令。 注：C86有效版本：10.118.19及之前版本。
排除方法	檢查加工程序G碼的移動指令，是否有擺蕩軸向，且在擺蕩功能關閉前已先執行。 移動指令G碼例如：G0、G1、G2、G3、G31、G53.....等。 注：G81.2支援10.118.41.x, 10.118.x及之後版本。

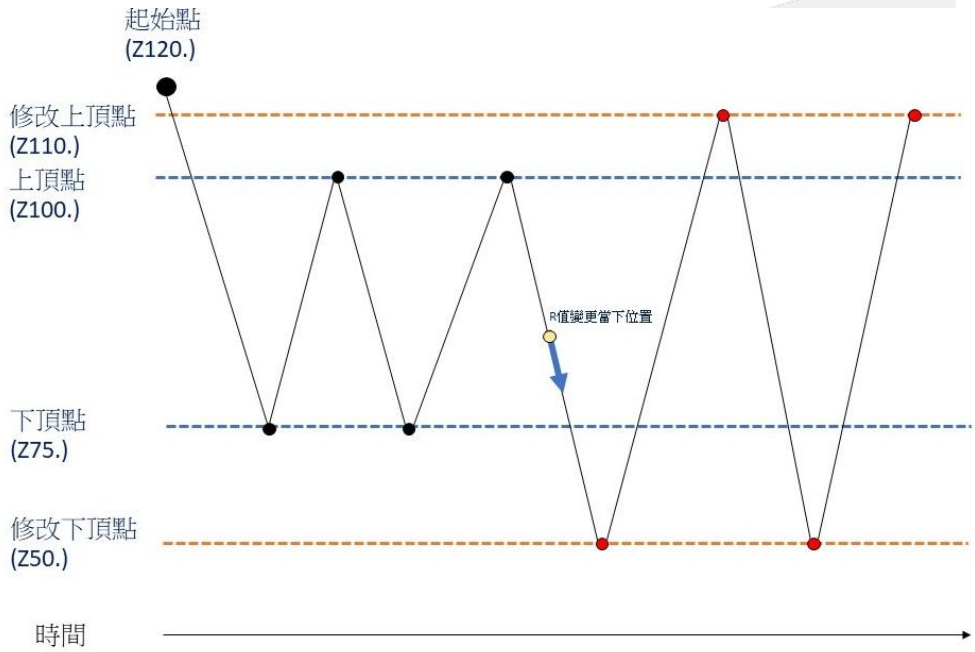
Alarm ID	**COR-341**	**Alarm 標題**	**【擺蕩軸向切換錯誤】**
說明	所指定的軸向無法被切換成擺蕩軸。		
可能原因	1. 該軸向已被指定為PLC軸。 2. 該軸向已被指定為主軸。 3. 該軸向已被其他軸群指定為擺蕩軸。		
排除方法	1. 勿指定PLC軸為擺蕩軸。 2. 勿指定主軸為擺蕩軸。 3. 檢查多軸群是否重復對同一軸進行擺蕩功能(G81.1、G81.2、C86)。 注1：C86支援版本：10.118.19及之前版本。 注2：G81.2支援10.118.41.x, 10.118.x及之後版本。		

Alarm ID	**COR-370** **BGND-370**	**Alarm 標題**	**【擺盪循環功能啟用錯誤】**
說明	擺盪循環功能使用錯誤。		
可能原因	1. G81.2或G81.1未關閉前重複指令。 a. G81.1重複指令。 b. G81.2與G81.1同時指令。 2. 使用G81.2指定軸群中的2個軸同時進行擺盪。		
排除方法	1. 請正確啟動與關閉擺盪循環功能。		

2.76.5 程序范例

```
%@ MACRO
// Pr17 = 2 為例，1BLU = 0.001mm
@120000 :=100000;                    // 設定R20000為100mm
@120001 :=75000;                     // 設定R20001為75mm
@120002 := 5000;                     // 設定R20002為5000mm/min
```

```
G90;
G00 X0.;
G81.2 P3 Q20000 R110. L20002;        // 指定Z軸為擺蕩軸，R20000數值為上頂點位置，R20001數值為下頂點位置
                                     // 床臺以G00速度到達起始點後，在上頂點與下頂點間來回運動
G01 X100.;                           // 執行擺蕩
                                     // 加工中變更R20000、R20001數值為 110000, 50000
                                     // 以新的上、下頂點執行擺蕩
G80.2;                               // 關閉擺蕩
M30;
```



注意：R點建議設置在上、下頂點之外，避免軸向沖量（Jerk）過大。

2.77 G80.2 關閉高精度進階擺蕩循環

2.77.1 **指令格式**

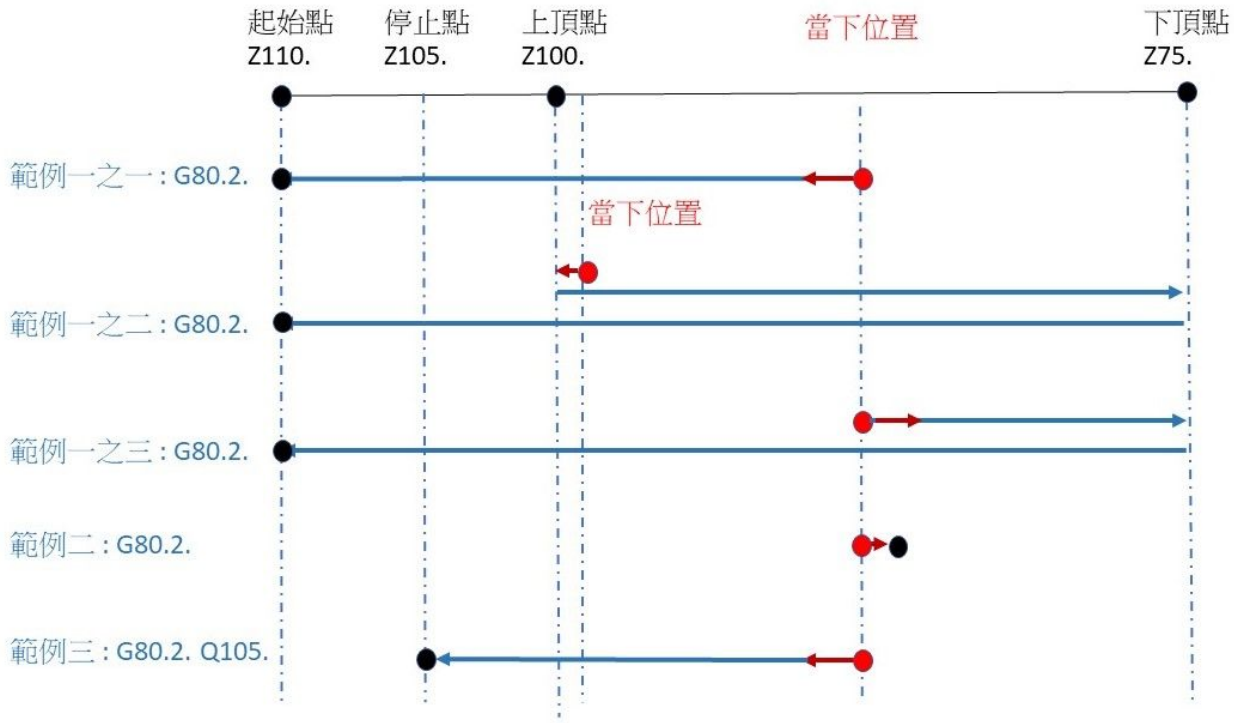
G80.2 [Q_]：關閉高精度進階擺蕩功能

Q：指定停止位置（絕對值，機械座標，單位：IU），可不指定，未指定就依照Pr3957設定。

2.77.2 **說明**

1. Pr3957 設定R點為停止位置：
    a. 若停止點的位置與當下擺蕩方向相同：
        i. 加減速距離足夠，則會往停止點位置移動。(見范例一之一)
        ii. 加減速距離不足，則會執行完當前命令并移動到下個頂點反向移動后，才會往指定點位置移動。(見范例一之二)
    b. 若停止點的位置與當下擺蕩方向相反，則會等到移動到下個頂點反向移動后，才會往停止點位置移動，并不會在收到指令的當下立刻反向移動。(見范例一之三)

2. 擺蕩過程中讀到 G80.2 命令后做停止規畫，停止過程中擺蕩速度會依照G81.2的設定，詳見：G81.2 高精度進階擺蕩循環；擺蕩靜止情況下讀到 G80.2，將根據 Pr621~ 的速度移動到指定 Q 點。
3. 擺蕩速度倍率同樣使用擺蕩的進給百分比 (R19)，范圍為0%~150%或1~15段。(進給百分比相關請參考 Pr3207 *C_S界面版本編號說明)。
4. 加減速段規劃的動程參數，是依照所移動的軸向參數Pr541~、Pr621~、Pr641~決定。
5. 重復下 G80.2，擺蕩軸將先根據第一個 G80.2 做停止規畫，確實停止后才執行第二個 G80.2。
6. 在擺蕩停止時下 G80.2，若 G80.2 沒有指定 Q 引數，則忽略該指令；若 G80.2 有指定 Q 引數，將移動至指定的位置。



2.77.3 **程式范例**

范例一之一~范例一之三

```
// Pr17 = 2 為例，1BLU = 0.001mm
// Pr3957 = 0
@120000 :=100000;                    // 設定R20000為100mm
@120001 :=75000;                     // 設定R20001為75mm
@120002 :=3000;                      // 設定R20002為3000mm/min
G90;
G00 X0. Y0.;
G81.2 P1 Q20000 R110. L20002;        // 床臺以G00速度到達R點后，在上頂點與下頂點間來回運動
G01 Y50.;
G80.2;                               // 關閉擺蕩功能，擺蕩軸會在R點減速停止
```

范例二 :

```
// Pr17 = 2 為例，1BLU = 0.001mm
// Pr3957 = 1
@120000 :=100000;                    // 設定R20000為100mm
@120001 :=75000;                     // 設定R20001為75mm
@120002 :=3000;                      // 設定R20002為3000mm/min
G90;
G00 X0. Y0.;
G81.2 P1 Q20000 R110. L20002;        // 床臺以G00速度到達R點后，在上頂點與下頂點間來回運動
G01 Y50.;
G80.2;                               // 關閉擺蕩功能，擺蕩軸會立即減速停止
M30;
```

范例三 ：

```
// Pr17 = 2 為例，1BLU = 0.001mm
// Pr3957 = 1
@120000 :=100000;                    // 設定R20000為100mm
@120001 :=75000;                     // 設定R20001為75mm
@120002 :=3000;                      // 設定R20002為3000mm/min
G90;
G00 X0. Y0.;
G81.2 P1 Q20000 R110. L20002;        // 床臺以G00速度到達R點后，在上頂點與下頂點間來回運動
G01 Y50.;
G80.2 Q105.;                         // 關閉擺蕩功能，擺蕩軸會在X105.減速停止
M30;
```

2.78 G52.1/G52.2： 軸移除/軸借用功能

2.78.1 **指令格式**

G52.1 P_ Q_ R_

P_ Q_ R_ : 移除軸對應的軸名稱，範圍: 100~999，軸名稱參考 Pr321~Pr340 軸向名稱 的末三碼。

G52.2 P_ Q_ R_ [I_] [J_] [K_]

P_ Q_ R_ : 借用軸對應的軸名稱，範圍: 100~999，軸名稱參考 Pr321~Pr340 軸向名稱 的末三碼。

I_ : 等待反應設定值，範圍: 0~2，若不設定時預設值為零。

0 : 在此行 NC 碼等待直到欲借用的軸向都成功借用，才執行下一行NC;
1 : 若無法成功借用所有指定軸向時，發出警報 COR-364 軸借用功能借用不成功;

- 若有設定J引數，使用者可在 MACRO 中用 J 引數指定的 # 值判斷是否借用成功。

- 若有設定K引數，則在成功借用所有指定軸向前，會在此行 NC 碼等待K引數所指定的時間，時間內仍無法完成時，才會發出警報。

2：若無法成功借用所有指定軸向時，不在此單節借用任何軸向也不會發出警報，繼續執行下一行NC。

- 若有設定J引數，使用者可在 MACRO 中用 J 引數指定的 # 值判斷是否借用成功。
- 若有設定K引數，則在成功借用所有指定軸向前，會在此行 NC 碼等待K引數所指定的時間，時間內仍無法完成時，才會繼續執行下一行NC。

J_：儲存借用結果資訊的#變數，範圍: 27~400(對應到#27~#400)，若不設定時則不把借用結果回傳至任何變數。

借用結果資訊的代表意義為:

0：此單節有任一指定軸借用失敗;
1：此單節所有指定軸借用成功。

K_：等待反應延遲時間，範圍: 0.001 ~ 9999.999 秒，若不設定時預設值為零（有小數點，以秒為單位；無小數點，以毫秒為單位）。

2.78.2 說明

多軸群需輪流使用一軸向時，可將該軸向設為漫遊軸，配合 G52.1、G52.2 指令切換軸群對該軸向的控制權，確保軸向不會同時被兩個以上的軸群操作，也確保跨軸群間的座標同步。

漫遊軸的設定參考：Pr742 *軸群共用軸的行為規則。

2.78.3 注意事項

- 關於引數:
  - P, Q, R:
    - 一行 G52.1、G52.2 可移除或借用最少一個、最多三個軸，分別對應到 P、Q、R 三個引數。
    - G52.1、G52.2 若沒有下 P、Q、R 引數，發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。
    - 若找不到P, Q, R引數對應的軸向，發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。
    - 不支援透過虛擬軸名稱移除或借用軸向，虛擬軸參考：G10L800, G10L801。
  - I:
    - I 引數同時決定 P、Q、R 三個軸的借用等待動作。
  - J:
    - 借用指令結束後，會將借用結果回傳至一個 # 變數，變數號碼由 J 引數決定。
    - 例如：G52.2 P100 Q200 R300 I2 J27，其中因為第三軸無法借用，導致單節沒有借用任何軸，則在此指令結束時，#27被填入：0。
    - 若 I 引數設為 0 或不設定時，不支援儲存借用結果，系統會忽略 J 引數設定。
  - K:
    - 若 I 引數設為 0 不設定時，不支援等待反應延遲時間，系統會忽略 K 引數設定。
  - 若引數 P, Q, R, I, J 非整數，發出警報 COR-146 單節引數型態錯誤。
  - 若引數超出可設定範圍，發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。
- 軸借用或移除只適用於漫遊軸，對非漫遊軸下借用或移除指令會發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。
- 軸借用或移除前，軸群會先減速到零，再處理軸借用或移除指令。
- 引數I設定為0進行借用時，可能因為多軸群互相等待其他軸群未釋放的漫遊軸，導致系統卡在等候借用中的情形。
  - 解決方法：系統復位後，修改加工程式，讓某一個軸群先讓出漫遊軸。
- 下軸移除指令時，如果要移除的軸向未被該軸群借用，發出警報 COR-363 軸借用或軸移除功能使用錯誤。

下軸借用指令時，如果要借用的軸向已被該軸群借用，發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。

- 軸群可借用的軸數限制為參數設定的軸群所屬漫遊軸總數量，可使用多行 G52.2 進行借用。
- 非主系統軸群，可以透過各軸群的主程式號碼(ex: R532)指定的程式中撰寫 G52.1、G52.2 指令，達到借用與移除的動作。
  PLC Rn副程式元件，可以透過指定的加工程式中撰寫 G52.1、G52.2 指令，達到借用與移除的動作。
- 不允許非線性機構轉換相關軸向為漫遊軸，以下狀況將發出警報 COR-363 軸移除或軸借用功能使用錯誤。包含:
  - RTCP(G43.4, G43.5)
  - 斜平面加工功能(G68.2, G68.3 + G53.1, G53.3, G53.6)
  - 極座標轉換(G12.1)
  - 二維機構轉換(特殊機型)
- 禁止在有漫遊軸指令的路徑做斷刀點回歸，否則可能會移動到未借用的漫遊軸，因而發出警報 COR-365 對未借用的漫遊軸，發出移動指令。
- 軸群或 PLC Rn副程式元件在未成功借用到漫遊軸前，不允許對該軸向發出命令，否則發出警報 COR-365 對未借用的漫遊軸，發出移動指令。
- Loader軸群(參考Pr733~Pr734 *Loader軸群)與貼標軸群(參考Pr737 *木工貼標軸群)不允許使用軸借用或移除指令，否則發出警報 COR-100 不支援此G碼指令或軟體選配功能未開啟。
- 支援版本: 10.118.42R, 10.118.48C, 10.118.50 及之後版本。

2.78.4 程式范例

範例一: 多軸群輪流操作同一軸

Pr321~Pr324 軸向名稱 = { 101, 200, 300, 102 }

(系統內有 X1, Y, Z, X2 四個軸)

Pr701~Pr704 軸向所屬軸群 = { 1, 3, 3, 2 }

Pr742 軸群共用軸的行為規則 = 1

(Y, Z 軸為漫遊軸，第一、第二軸群可借用 Y, Z 軸)

$1	$2

// 初始狀態: 擁有X1軸
G04.1 P1;
G52.2 P200 Q300 I0; // 借用Y, Z軸
G04.1 P2;
G52.1 P200 Q300; // 移除Y, Z軸
G04.1 P3;
#400 := -1;
G52.2 P200 Q300 I2 J400 K5.; // 借用Y, Z軸, 等待5秒借不到, #400 寫入為 0
#399 := -1;
G52.2 Q300 I2 J399; // 借用Z軸成功, #399 寫入為 1
G04.1 P4; // 確保$1 M30不會太早執行
M30;
	// 初始狀態: 擁有X2軸
	G04.1 P1; // 與$1同步，避免$2 M99回到檔頭繼續執行
	
	G04.1 P2; // 確保由$1先借用Y, Z軸
	G52.2 P200 I1 K5.; // 借用Y軸(有可能一開始借不到，等待5秒會借成功)
	G04.1 P3; // 確保$2會借到Y軸
	
	G04.1 P4;
	M99;

範例二: 根據借用成功與否決定後續加工路徑

Pr321~Pr322 軸向名稱 = { 100, 200 }

(系統內有 X, Y 軸)

Pr701~Pr702 軸向所屬軸群 = { 3, 3 }

Pr742 軸群共用軸的行為規則 = 1

(X, Y 軸為漫遊軸，第一、第二軸群可借用 X, Y 軸)

```
%@MACRO
G10 L1000 P6000 R0;          // R6000=0 開始加工旗標
#27:=#0;                     // 清空放置回傳值的#值
G52.2 P100 Q200 I2 J27;      // 若X, Y軸都可借用，則借用這兩軸；若X, Y軸有任一軸目前不能借用，則不借用任一軸；將借用結果回傳至#27
IF ( #27 = 0 ) THEN          // 用#27來決定下一個執行的檔案
  G10 L1000 P6000 R999;      // R6000=999 加工失敗旗標，觸發PLC更換加工檔(不包含X, Y軸的加工)
  M30;
END_IF
//... 包含X, Y軸的加工 ...//
G52.1 P100 Q200;             // 移除X, Y軸
G10 L1000 P6000 R1;          // R6000=1 加工完成旗標
M30;
```

2.79 G10.6: 開啟刀具回退功能

2.79.1 **指令格式**

G10.6 X_ [F_] //沿指定軸向位置回退
G10.6 R_ [F_] //沿刀具向量回退距離

G10.6:開啟刀具回退功能

X（or Y or Z）: 退刀完成時的程序座標，一次僅能指定一軸向，目前僅支援X/Y/Z三軸，而增量或絕對需看G90及G91決定

R: 指定退刀距離，必須大於0。如果 R值小於或等於 0，會跳出 MAR-454 警報。

F: 刀具進給速度，退刀速度和刀具再定位速度由刀具進給速度F決定，以相同指定速度執行退刀、刀具返回及刀具再定位;

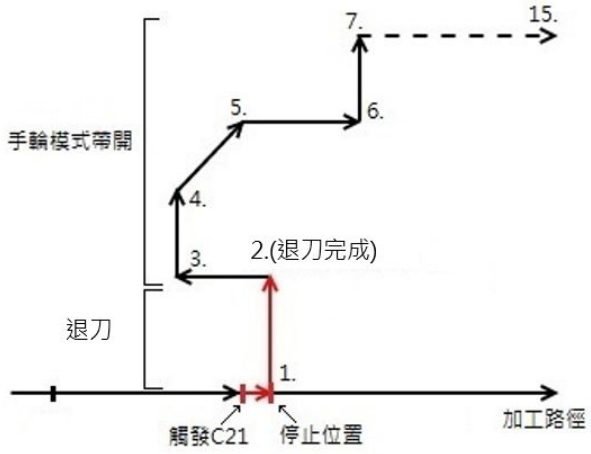
1. 未指定時之退刀速度(F引數)時，速度由參數Pr3854決定。
2. 刀具返回及刀具再定位之速度由參數Pr3855決定。

更多使用說明細節，請參考刀具回退功能使用說明

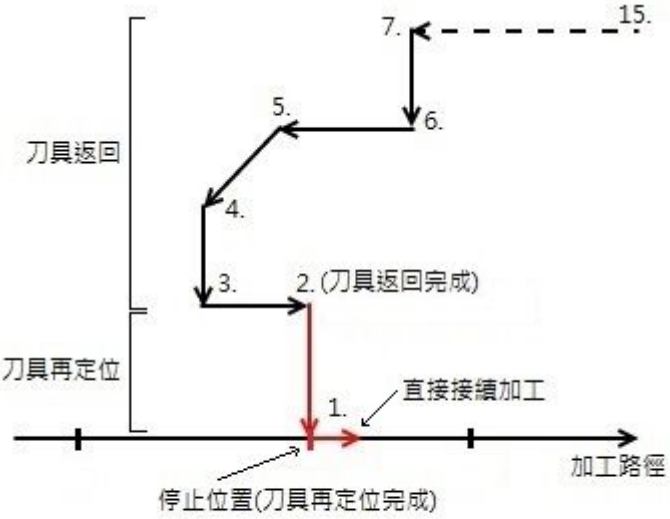
2.79.2 **動作說明**

1. 刀具回退功能分為四個過程：退刀=>"手輪"帶開=>刀具返回=>刀具再定位
2. 自動執行加工中觸發C21即可啟動刀具回退功能，系統減速停止於位置1(停止前，系統仍為加工狀態)
3. 系統依據指定軸向以及進給速率進行退刀停止於位置2，并進入暫停狀態(若G10.6未指定，此步驟將不執行)
4. 此時使用者依自身需求，以手輪模式帶開刀具，一次移動一個軸向，系統至多順序紀錄15個點，最後會直接拉回第15個點，再依序返回。

（備注：刀具返回與刀具再定位過程中，若有觸發暫停(Feedhold)且手動帶開，後續再以手輪模式移動的軌跡仍可被記錄，可被紀錄的點位為15點扣掉剩下未返回完畢的點位
例如： 從第15點走到第5點後觸發暫停（Feedhold），手動帶開還可以紀錄10個點位）



5. 使用者排除故障後，切回自動模式并按下程序啟動
6. 系統開始進行刀具返回，刀具會沿著原軌跡紀錄的所有點(最多15個點)進行返回位置2
7. 刀具返回完成(位置2)後，系統進行刀具再定位回到位置1，直接接續原加工路徑繼續進行加工



2.79.3 **注意事項**

支援版本說明:

1. 有效版本始於10.116.16。
2. 10.118.27及之後版本，新增以下兩個參數:

a. Pr3854設定不同之退刀速度 (預設值為1000mm/min)。
b. Pr3855設定刀具返回及再定位速度 (預設值為1000mm/min)。

通用功能限制:

1. 基於安全考量，僅支援"手輪模式"帶開刀具。
2. 開啟客制暫停點回歸(Pr3852=1)時，此功能無效。
3. 過程中重復觸發C21功能無效。
4. G10.6只能指定 X、Y、Z 任一個軸向；未指定R值或軸向則會跳出警報MAR-452。
5. 退刀時不允許暫停；刀具返回與刀具再定位時可允許暫停(Feedhold)，重新啟動後會繼續進行原本的動作。
6. 退刀過程中 Reset無效，僅能 ESTOP。(注：若於退刀時觸發Reset，會在退刀動作完成後才進行Reset，清除回退路徑并解除刀具回退模式)；刀具返回與刀具再定位過程中按下Reset，會清除回退路徑并解除刀具回退模式。
7. 刀具回退功能速度規劃說明:
   a. 指定軸向位置回退時，會依據一般動程規劃回退速度。
   b. 指定沿刀具向量回退時，在依序將刀具退回完成後，會先將各軸減速到0，才走完刀具再定位。
8. 若加工檔重復下 G10.6 指令，則觸發 C21 ON暫停時以最後下的指定軸向位置或刀具向量距離，進行刀具回退功能。
9. 沿刀具向量回退功能不支援 G12.1、機器人、二維或平行機構轉換。
10. 請勿在手輪模式下更換刀具(即不支援修改刀長)，以免刀具返回或是再定位過程中，與機臺發生干涉造成危險。
11. 若刀具回退指令(G10.6)有指定刀具回退速度，則其後之G01指令，需指定進給率速率，否則將以G10.6之進給率速率執行加工。
12. 退刀、返回和再定位過程支援手輪模擬。
13. 不支援虛擬軸應用。

五軸功能限制

1. 若五軸功能開啟狀況下觸發此功能，刀具收回完成後欲進行手輪模式帶開時，不支援手輪刀尖點控制(RTCP)啟用情形，亦即R518和R519需設為 0，若設定不為0，退刀動作完成後即跳OP-57警報。
2. 使用 G10.6 X_ 指定軸向位置回退，如果在斜平面加工(G68.2/G68.3) 或 RTCP(G43.4/G43.5) 模式下，觸發 C21 ON 會跳出 COR-148 警報。
   使用 G10.6 R_ 指定沿刀具向量回退，如果在非斜平面加工(G68.2/G68.3) 或 非RTCP(G43.4/G43.5) 模式下，觸發 C21 ON 會跳出 COR-148 警報。
3. 使用者於斜平面加工使用刀具向量回退時，一定要於 G68.2 之後下過刀具對正指令 G53.1 或 G53.6，不然刀具回退方向會錯誤。
4. 系統會以目前五軸使用中的機構練(G10L5000P__Q__)來拉出刀具。

2.79.4 **程式范例**

```
%@MACRO

G0 X0. Y0. Z0.;

G10.6 Z50. F1000;//開啟刀具回退功能，設定回退位置Z50.，退刀速度和刀具返回及再定位速度為1000mm/min

G01 X30.;

X50.;

M30;
```

2.80 G28.1：高速定位指令

2.80.1 指令格式

G28.1 X_ Q_ R_ F1=_ F2=_
X_ 第一段行程"位置"
Q_ 第二段行程"位移"量，如果沒有此引數，第二段位移量將與第一段行程相同（增量值）
R_ 遇到光電開關後的減速距離
F1_ 第一段移動速度
F2_ 第二段移動速度
F_ 如果F1/F2都沒給定，移動速度將依當時F_值狀態的速度移動

2.80.2 動作說明

1.當加工遇到G28.1指令時，指定軸向會先以速度F1移動到指定位置X_(第一段行程)
2.到達指定點後同軸向會再以速度F2位移Q_之距離(第二段行程)
3.若在第二段行程內，遇光電訊號正緣觸發，控制器會馬上減速并準確於(相對觸發點)位移R_距離後停止
4.若在第二段行程內，無遇到觸發訊號，則於完成Q_行程時結束此單節

2.80.3 注意事項

1.若指定多軸向如X_ Y_ Z_，則會以軸Index小的操作(ex: G28.1 Y1.0 Z1.0 X1.0... 則會等同G28.1 X1.0...)
2.若R_未指定，則不執行G28.1指令
3.第一段行程不會受因光電訊號觸發減速
4.Q_ R_之正負會影響行程方向

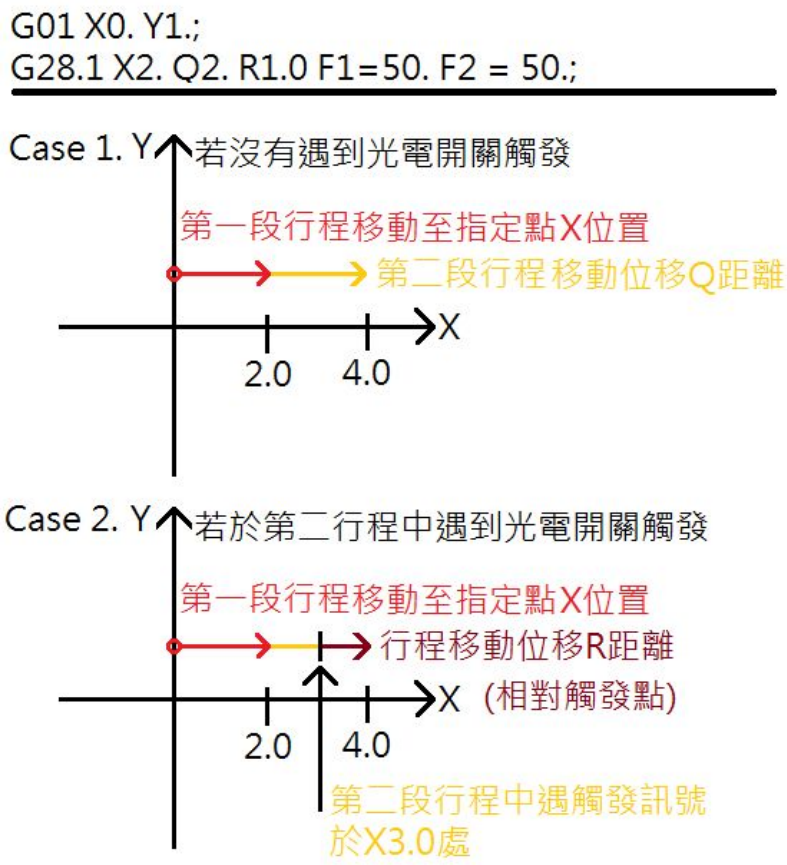
2.80.4 程式范例

指定軸向為X軸，第一段行程以F1速定位至X2.0，第二段行程以F2速往正X方向位移2.0；如於第二段行程中途遇光電訊號觸發，則準確的停在相對觸發點距離1.0處

(如圖例，假設在X3.0埋設光電開關，使得在第二段行程中途遇觸發，開始減速并停止於X(3.0+1.0)處，即X4.0之位置)

```
%@MACRO
M03 S500;
G90 G54 G00 X0. Y1. Z0.;
G28.1 X2.0 Q2.0 R1.0 F1=50. F2=50.;
M05;
M30;
%
```

圖例



硬體接線

請將光電開關接到該軸軸板索引訊號位置上，亦可使用原本馬達之索引訊號當作觸發

3 M碼指令說明

輔助機能是用於控制機械機能的ON及OFF。其格式為在後有二位數字；茲將所應用的編號及功能分述如下:

M機能表

M碼	機能
M00	程式暫停
M01	選擇性程式暫停
M02	程式結束，回復到起點
M30	程式結束，回復到起點
M96	啟動中斷型副程式呼叫（由Pr3600決定）
M97	關閉中斷型副程式呼叫（由Pr3600決定）
M98	呼叫副程式
M99	副程式返回主程式
M198	呼叫外部副程式(有效版本10.116.2)

1. M00：程式暫停
   當CNC執行M00指令時，則主軸會停止旋轉，進給會暫停，且切削油關閉，以方便操作者進行尺寸檢驗以及補正修正的工作；操作時可從面板上之"M00信號刪除開關"來決定是否程式暫停。
   無法被登錄為Pr3804工件計數的M碼。
2. M01：選擇性程式暫停
   M01功能與M00類似；但是M01是由"選擇停止"來控制；C44 ON時，M01有效，會使程式暫停；C44 OFF時，則M01無效。
   無法被登錄為Pr3804工件計數的M碼。
3. M02：程式結束
   同M30。
4. M30：程式結束
   M30指令表示程式到此結束，程式執行至M30指令時所有的動作均停止執行，并將執行行號回復到程式最前面開始位置。
5. M96/M97：中斷副程式呼叫功能
   請參閱中斷型副程序呼叫功能(M96/M97)
6. M98：副程式呼叫，需搭配M99使用
   指令格式為M98 P_ H_ L_
   P：欲呼叫的副程式號碼(當P省略時，是指定程式本身，并且只能於記憶運轉或MDI運轉模式時)
   H：欲呼叫的副程式序號(N) (省略時，從前面開始)
   L：為副程式重覆執行的次數

- 說明
  i. 副程式是指有固定的加工程序或經常重覆使用的參數，事先準備完成并存放於記憶體中，當需要使用時，可以用主程式呼叫。副程式的呼出由M98執行，結束則是以M99執行。
  ii. 副程式中若執行M02、M30指令視同副程式結束，回歸主程式繼續往下執行。

無法被登錄為Pr3804工件計數的M碼。

7. M99：返回主程式
   指令格式為M99 P_
   P：表示返回主程式時的執行單節序號(N)，P引數不存在則表示返回主程式時，從M98或M198的下一行繼續加工。
8. M198：副程式控制，需搭配M99使用
   指令格式為M198 P_ H_ L_
   P：欲呼叫的副程式號碼(一定要指定P，否則會跳出COR-052【副程式呼叫P碼須是整數】)
   H：欲呼叫的副程式序號(N) (省略時，從前面開始)
   L：為副程式重覆執行的次數
   每次執行M198時會對副程式內容重新開檔讀取，故可保證執行的副程式內容為最新狀態。
   無法被登錄為Pr3804工件計數的M碼。

3.1 注意事項

1. M03、M04、M05、M06、M08、M09、M19的M碼動作需要透過PLC實作，並非控制器標配M碼，可參考相關資源PLC介面說明、OpenCNC_PLC發展工具操作手冊。

3.2 中斷型副程序呼叫功能(M96/M97)

3.2.1 M96/M97：中斷型副程序呼叫功能

- 指令格式
  以Pr3600 = 96為例
  a. M96 P_[I_] [Q_] [R_] [L_]：啟動中斷型副程序呼叫功能
  i. P引數

引數說明	指定中斷觸發時，呼叫之副程序號碼
引數單位	-
引數範圍	[1 ~ 9999]
注意事項	a. 副程序名稱請以'O'開頭 b. P引數不能加入副檔名，且其呼叫的副程序也不能有副檔名。ex：下引數P1234，則副程序O1234被呼叫，而非O1234.txt。因為此兩檔案在核心中被視為不同檔案。
輸入範例	a. 副程序名稱為O1111，則下引數P1111 b. 副程序名稱為O1213，則下引數P1213 c. 副程序名稱為O0001，則下引數P1

  ii. I引數

引數說明	中斷訊號源

引數單位	-
引數範圍	[1 ~ 3]
	1：中斷訊號為R-bit
	2：中斷訊號為I-bit
	3：中斷訊號為A-bit

iii. Q引數

引數說明	中斷訊號號碼
引數單位	-
引數範圍	根據I引數而有所不同
	I=1(R-bit)：[0 ~ 65535][00 ~ 15]
	I=2(I-bit)：[0 ~ 511]
	I=3(A-bit)：[0 ~ 511]
輸入範例	a. 中斷訊號為R49，則下引數I1 Q4900 b. 中斷訊號為R51.1，則下引數I1 Q5101 c. 中斷訊號為R50.11，則下引數I1 Q5011 d. 中斷訊號為A350，則下引數I3 Q350

iv. R引數

引數說明	觸發方式
引數單位	-
引數範圍	[0 ~ 1]
	0：上緣觸發
	1：下緣觸發

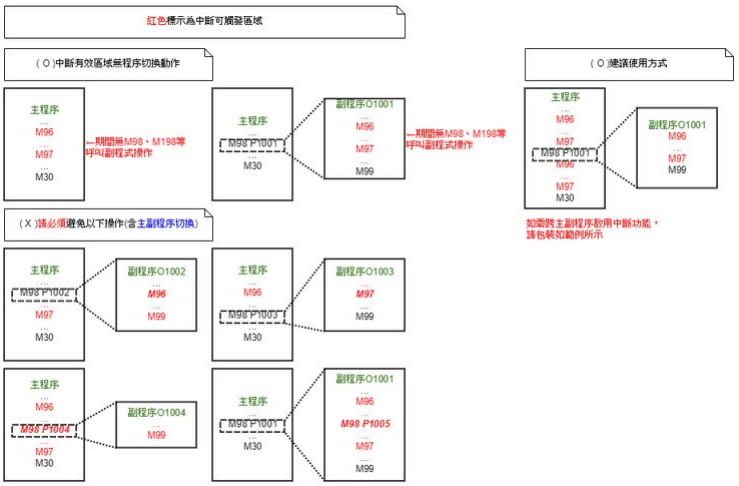
v. L引數

引數說明	訊號維持時間
引數單位	ms
引數範圍	[0 ~ 2,147,483,647]

b. M97：關閉中斷型副程序呼叫功能

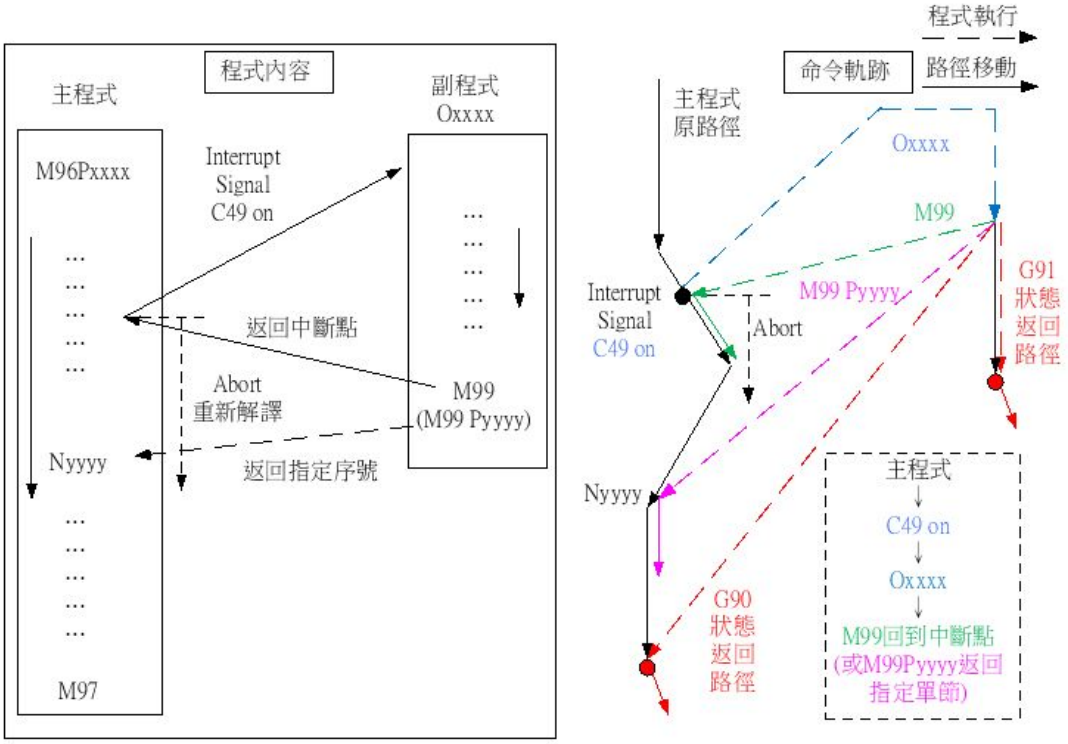
- 觸發訊號
  a. 若未指定觸發訊號源，則預設觸發訊號為C49。若指定觸發訊號源，則只聽被指定之觸發訊號，而忽略C49。
  b. 若指令下M96 P_，觸發源為C49，當此C Bit On時，原先正在執行的程序馬上停止，并呼叫中斷副程序。
  c. 若多軸群皆以M96 P_ I_ Q_ R_ L_指定訊號源，各自軸群可以指定不同訊號源，且各軸群指聽從各自軸群所註冊之訊號源。

- 說明
  a. 返回主程序方式：中斷副程序內下M99，其中：
     i. M99(未帶引數)：以G00返回中斷點座標並由中斷單節開始重新進行解譯。
     ii. M99 PXXXX：返回指定N次序號開始進行解譯(無G00回歸動作)，若指定返回次序行(N)不存在，報警COR-017 。
     iii. M99 QXXXX：返回指定行號開始進行解譯(無G00回歸動作)，若指定返回行號不存在，報警COR-018。
  b. 不支援副程序中觸發中斷訊號；若於副程序內觸發，則有可能發生中斷返回行號錯誤之問題。
     PS：即M96、M97所夾之範圍內，不得以M98、M198呼叫副程序，或是從副程序返回。使用方法請參照下圖。
     PS：請注意，以上限制所指的是中斷觸發有效區域；而中斷副程序內是可以使用M98呼叫副程序。



  c. M96 M97指令會擋預解使得軸向減速至零。
  d. 程序中下多個M96，則中斷副程序號碼以最接近中斷訊號觸發的M96 P引數決定。
  e. 程序中下M96，則在主程序結束前必須下M97關閉功能，否則會觸發警報 COR-117【中斷型副程序未下關閉M碼】。
  f. 程序中下M96 P_[I_][Q_][R_][L_]，若I、Q、P、R、L引數超出指定範圍，會觸發警報COR-330【不合法的中斷訊號格式】。

g. G02(G03) I_ J_ K_ 和 ,A_、,R_、,C_，這些幾何相關功能由於路徑會被單節起點的資訊影響，因此若中斷發生在該單節，將會發出錯誤警報或是路徑可能會與原路徑不同。
h. 中斷副程序會繼承主程序中斷點之狀態，包含G、S、T等。
   i. S、T等，會擋預解之指令，進入中斷點會正確繼承狀態。
   ii. G、F等，進入中斷點會繼承預解之狀態，請小心。
   PS：例如主程序在執行G00X50.單節收到中斷訊號，則中斷進入副程序時初始插值狀態不一定為G00。
i. 例如下圖在主程序的G00 Z100.(起始位置0.)單節中斷并停在Z35.的位置，則返回時會從中斷副程序Oxxxx拉回中斷點Z35.，再接著執行G00 Z100.。若是在Z35.的位置使用G90模式回中斷單節後會移動到Z100.；若是G91模式回中斷單節後會移動到Z135.（C type才需要注意此說明）。



無論M99返回主程序中斷點或M99Pyyyy返回主程序指定單節Nyyyy，皆是重新解譯，因此若使用G91模式，需自行注意加工路徑是否符合需求（C type才需要注意此說明）。

j. 使用以下功能時無法使用中斷型副程序之功能
   G5：高速高精功能
   G5.1：路徑平滑功能
   G12.1：極座標補間
   G16：極座標轉換
   G41(G42)：刀徑補償
   G51：比例縮放功能
   G51.1：鏡射功能
   G51.2：多邊形切削
   G114.1：主軸同期
   G114.3：主軸承載
   當執行中斷功能時，若控制器處於以上這些狀態，中斷功能(C49，以及指令下的指定觸發訊號)將不會被啟用。
k. 執行到急停(EStop)、M30 或重置(Reset)時，會取消 M96 中斷觸發。
l. 執行到暫停(Feedhold)或是單節停止(M00/C40)時，會暫停 M96 中斷觸發，訊號維持時間會暫停計時不會清除，直到重新啟動加工(Cycle Start)後再恢復 M96 中斷觸發與繼續計時。

- 程序范例
  // 主程序
  M96 P1111
  G00 X0 Y0 Z0
  G01 X10. F500
  Y10.
  X0
  Y0
  M97
  M30
  // O1111 (中斷副程序) 模擬Z軸拉刀檢查刀具再拉回去
  %@MACRO
  #30 := #1000; // 模式備份：G00/G01/G02/G03
  #31 := #1004; // 模式備份：G90/G91
  G00 Z100.; // 快速移動到Z軸刀具檢查點
  G#30 G#31; // 模式還原
  M00; // 進入M00後可切到手動模式作軸向移動
  M99; // 返回中斷點

- 注意事項
  -10.116.10開始提供M96/M97為"中斷型副程序呼叫功能M碼"
  -10.116.24Y/10.116.36E(含)後提供Pr3600 *登錄中斷型副程序呼叫功能M碼，可自行設定中斷型副程序呼叫功能M碼的號碼值
  -承上，當Pr3600與擴充M碼參數(Pr3601~)或工件計數M碼(Pr3804)設定相同時，會出現OP-020警報，請視狀況進行修正
  -10.118.10開始提供M96 P_[I_] [Q_] [R_] [L_]指令，可指定C49以外的觸發訊號。
  -10.118.12E, 10.118.15之後，M96 若有指定觸發訊號，則中斷型副程序只聽該指定之觸發訊號，而忽略C49之觸發訊號。

4 T碼指令：刀具機能

英文版 English Version: T碼指令：刀具機能 (ENG)

4.1 指令格式

T

4.2 說明

刀具機能也可稱為T機能，主要為選擇刀具，一般會配合刀具交換指令（Ｍ０６）一起用來選定刀具，如此便可依刀具編號來自動做刀具交換。

4.3 程式范例

T03 M06； //表示選擇換3號刀具

SYNTEC

5 F碼指令：進給機能

指令格式

F

5.1 說明

切削工件時，於工作程式中所只指定刀具之移動速度稱為進給。設定進給的方法可分為每分鐘進給（G94）與每回轉進給（G95）兩種。若使用G94模式則對300 mm/min之刀具進給可直接指定F300；若采用G95模式，則F0.5表示0.5mm/rev。

5.2 程式范例

```
G94 G01 X100.0 Y100.0 F300;
//刀具作直線切削，每分鐘進給300mm/min
G95 G01 X100.0 Y100.0 F0.5;
//刀具作直線切削，每回轉進給0.5mm/rev
```

SYNTEC

6 S碼指令：主軸轉速機能

指令格式

S_

6.1 說明

S機能為主軸速度命令，指定主軸每分鐘回轉數或周速一定之用，由G96/G97指定。

6.2 注意事項

當該軸群的加工主軸在不同主軸間切換時，若此時加工主軸為第二主軸，想指定第一主軸正轉150RPM，則應下M03 S1=150，以避免加工主軸切換上來不及，導致轉速被給到第二主軸。

6.3 程式范例

```
G96 S150 M03;  //主軸周速一定，每分鐘150公尺
G97 S500 M03;  //主軸維持每分鐘500轉
```