



SYNTEC
TECHNOLOGY CO.,LTD.

車床程式手冊(C-type)

匯出日期: 2023-05-10

修改日期: 2020-04-20

1 G碼指令一覽表

名詞定義

說明	定義	范例
模態G碼	<p>下兩列情況可視為模態G碼：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	<p>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</p> <p>2. e.g. G00、G01</p> <p>加工范例</p> <p>G00 X0. // 執行G00</p> <p>Y0. // 執行G00</p> <p>G01 X100. // 執行G01</p> <p>Y100. // 執行G01</p>
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	<p>e.g. G04</p> <p>加工范例</p> <p>G01 X1. // 執行G01</p> <p>G04 X3. // 執行G04</p> <p>X5. // 執行G01</p>

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
直線快速定位	G00	G00	G00	O	插補模式 (Interpolation mode)	執行同組其他G碼
直線切削	G01	G01	G01	O		
圓弧切削 (順/逆時鐘)	G02/G03	G02/G03	G02/G03	O		
橢圓插補	G02.1/G03.1	G02.1/G03.1	G02.1/G03.1	O		
拋物線插補	G02.2/G03.2	G02.2/G03.2	G02.2/G03.2	O		
暫停指定時間	G04	G04	G04	X		無
軸群間同步等待	G04.1	G04.1	G04.1	X		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
圓柱插補	G07.1	G07.1	G07.1	X		G07.1 C0
確實停止檢測	G09	G09	G09	X		無
可程式輸入補正量	G10	G10	G10	X		
直半徑軸編程切換	G10.9	G10.9	G10.9	X		
啟動極座標插補	G12.1	G12.1	G12.1	O	極坐標插補模式 (Polar interpolation mode)	G13.1
取消極座標插補	G13.1	G13.1	G13.1	O		
設定X-Y工作平面	G17	G17	G17	O	平面選擇模式 (Working plane mode)	執行同組其他G碼
設定Z-X工作平面	G18	G18	G18	O		
設定Y-Z工作平面	G19	G19	G19	O		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
英制單位加工	G20	G20	G70	O	英、公制模式 (Input dimension mode)	執行同組其他G碼
公制單位加工	G21	G21	G71	O		
開啟第二軟體行程極限	G22	G22	G22	O	行程限制模式 (Stroke check mode)	G23
關閉第二軟體行程極限	G23	G23	G23	O		
參考點復歸	G28	G28	G28	X		無
從參考點復歸	G29	G29	G29	X		
任意參考點回歸	G30	G30	G30	X		
跳躍機能	G31	G31	G31	X		
多軸多訊號跳越機能	G31.10/G31.11	G31.10/G31.11	G31.10/G31.11	X		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
螺紋切削	G32	G33	G33	O	插補模式 (Interpolation mode)	執行同組其他G碼
可變距螺紋切削	G34	G34	G34	O		
刀尖半徑補正取消	G40	G40	G40	O	刀具半徑補償模式 (Cutter compensation mode)	G40
刀尖半徑向左補正	G41	G41	G41	O		
刀尖半徑向右補正	G42	G42	G42	O		

SYNTEC

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
座標系設定/主軸最高轉速限制	G50	G92	G92	O	座標系設定模式 (Coordinate system setting mode)	執行同組其他G碼
取消比例功能	無	G50	G50	O	尺寸模式 (Scaling mode)	G50
比例功能	無	G51	G51	O		
取消多邊形切削	G50.2	G50.2	G50.2	O		G50.2
啟動多邊形切削	G51.2	G51.2	G51.2	O		
局部座標設定	G52	G52	G52	O		G52 X0.0 Z0.0

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
軸移除	G52.1	G52.1	G52.1	X	軸 移 除/ 軸 借 用 功 能(A xis re mo val/ Axi s bor ro win g fun cti on)	執行 G52.1
軸借用	G52.2	G52.2	G52.2	X		
機械座標定位	G53	G53	G53	X		無
工作座標系統設定	G54~G59.9	G54~G59.9	G54~G59.9	O		Pr3229
確實停止檢測模式	G61	G61	G61	O	切 削 進 給 控 制 模 式 (Cu tting fee d con trol mode)	執行同 組其他 G碼
曲面切削模式	G62	G62	G62	O		
攻牙模式	G63	G63	G63	O		
切削模式	G64	G64	G64	O		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
單一巨集程式呼叫	G65	G65	G65	X		無
啟用模式巨集程式	G66	G66	G66	O		G67
取消模式巨集程式	G67	G67	G67	O		
啟用刀座鏡像功能	G68	G68	G68	O		G69
斜平面加工	G68.2	G68.2	G68.2	O		
取消刀座鏡像功能 取消斜平面加工	G69	G69	G69	O		
精車削循環	G70	G70	G72	O		Q引數 指定結 束單節
橫向（外徑）粗車削循環	G71	G71	G73	O		
徑向（端面）粗車削循環	G72	G72	G74	O		
成型輪廓粗車削循環	G73	G73	G75	O		
端面（Z軸）啄式加工循環	G74	G74	G76	X		無
橫向（X軸）啄式加工循環	G75	G75	G77	X		
复合型螺紋切削固定循環	G76	G76	G78	X		
复合型螺紋切削中段進刀固定循環	G76.2	G76.2	G78.2	X		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
鉗孔循環取消	G80	G80	G80	O	插補模式 (Interpolation mode)	1. 執行 G80 說明：解除后，回復之前插補模式范例



SYNTEC

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
正面鉗孔循環	G83	G83	G83	O		e.g. (C-type) G0 0 G83 X5. Y5. Z-1 0. R-5 . Q3. ; X15 .; // 執行 G83 G80; Y15 .; // 執行 G0 0 2. 執行其他插補模式 G 碼

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
端面 (z軸) 攻牙循環	G84	G84	G84	O		說明: 解除后 , 變更為該插補模式 范例 e.g. (C- type) G0 0 G8 3 X5. Y5. Z-1 0. R-5 . Q3. ; X15 .; // 執行 G8 3 G0 1; Y15 .; // 執行 G0 1

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
正面搪孔循環	G85	G85	G85	O		注 : G00、 G01、 G02、 G03、 G02.1 、 G03.1 、 G02.2 、 G03.2 、 G20 、 G21、 G21.2 、 G24、 G33、 G34、 G83~G 89為插 補模式 (C-type 為例)
側面鉗孔循環	G87	G87	G87	O		
側面 (x軸) 攻牙循環	G88	G88	G88	O		
側面搪孔循環	G89	G89	G89	O		

SYNTEC

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
外（內）徑車削循環	G90	G77	G20	O	插補模式 (Interpolation mode)	執行其他插補模式G碼 說明： 解除后，變更為該插補模式 范例 e.g.(C-type) G00 X60.0 Z65.0; G20 X53.0 Z15.0 R-7.5 F0.6; // 執行 G20 X48.0; / /執行 G20, 第二循環 G01; X42.0; / /執行 G01 X35.0; / /執行 G01

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
螺紋車削循環	G92	G78	G21	0		注 : G00、 G01、 G02、 G03、 G02.1 、 G03.1 、 G02.2 、 G03.2 、 G20 、 G21、 G21.2 、 G24、 G33、 G34、 G83~G 89為插 補模式 (C-type 為例)
絕對零點座標系統預設	G92.1	G92.1	G92.1	0	座 標 系 設 定 模 式 (Co ord ina te sys te m set tin g mo de)	執行同 組其他 G碼

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
螺紋車削中段進刀循環	G92.2	G78.2	G21.2	O	插補模式 (Interpolation mode)	執行其他插補模式G碼 說明： 解除后，變更為該插補模式 范例 e.g.(C-type) G00 X50.0 Z55.0; G21.2 X39.0 Z15.0 R-10.0 F2.5; // 執行 G21.2 , 第一 循環 X38.3; / /執行 G21.2 , 第二 循環 X37.7; / /執行 G21.2 , 第三 循環 G01; X37.3; //執行 G01 X36.9; //執行 G01 X36.75; //執行 G01

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
						注 : G00、 G01、 G02、 G03、 G02.1 、 G03.1 、 G02.2 、 G03.2 、 G20 、 G21、 G21.2 、 G24、 G33、 G34、 G83~G 89為插 補模式 (C-type 為例)
反時間進給	G93	G93	G93	O	加工進給模式 (Feed mode)	執行同組其他G碼

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
端面車削循環	G94	G79	G24	O	插補模式 (Interpolation mode)	執行其他插補模式G碼 說明：解除后，變更為該插補模式 范例 e.g.(C-type) G00 X52.0 Z35.0; G24 X20.0 Z32.0 R-10.0 F0.6;// 執行 G24 Z28.0;/ /執行 G24 G01; Z24.0;/ /執行 G01 Z20.0;/ /執行 G01

SYNTEC

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
						注 : G00、 G01、 G02、 G03、 G02.1 、 G03.1 、 G02.2 、 G03.2 、 G20 、 G21、 G21.2 、 G24、 G33、 G34、 G83~G 89為插 補模式 (C-type 為例)
啟用等表面線速度控制	G96	G96	G96	0	主 軸 速 度 模 式 (Sp ind le spe ed mo de)	G97
取消等表面線速度控制	G97	G97	G97	0		

G碼名稱	G碼種類			模態	分組	解除指令
	A type	B type	C type			
每分鐘進給量 (mm/min)	G98	G94	G94	O	加工進給模式 (Feed mode)	執行同組其他G碼
每轉進給量 (mm/rev)	G99	G95	G95	O		
絕對指令	無	G90	G90	O	絕對、增量命令模式 (Input command mode)	執行同組其他G碼
增量指令	無	G91	G91	O		
復歸到初始點	無	G98	G98	O		執行同組其他G碼
復歸到R點	無	G99	G99	O		
主軸同期/承載功能取消	G113	G113	G113	O		G113
主軸同期功能	G114.1	G114.1	G114.1	O		
主軸承載功能	G114.3	G114.3	G114.3	O		

2 G碼指令說明(C-type)

2.1 G00-直線快速定位(C-Type)

 英文版 English Version: G00-Fast Location of Straight

2.1.1 指令格式

G00 [P1] X(U) _ Z(W) _ [F1=_];

X、Z: 指定點位置 (絕對值方式)

U、W: 指定點位置 (增量值方式)

P1: 啟用指定速度指令

F1=: 進給速度 mm/min or inch/min

2.1.2 說明

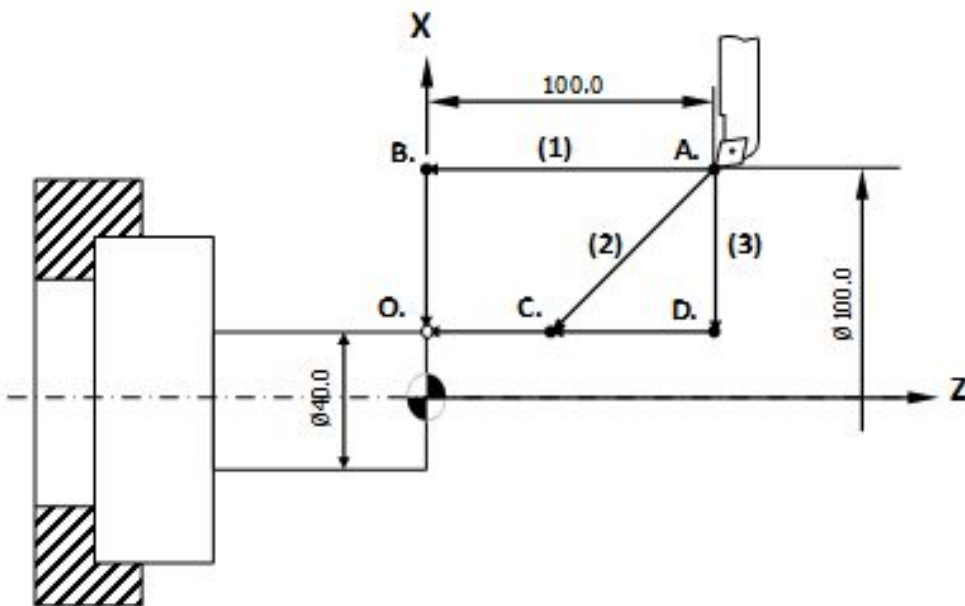
G00指令為快速移動之定位，只能作點到點之定位，而不能有任何切削動作，主要目地在節省無切削狀況的移動時間；在車床程式中，常使用在機械原點到工件切削起點行程，或工件切削結束點回到機械原點行程。在絕對值方式(G90)中，刀具以快速移動定位至座標系的某一位置；在增量值方式(G91)中，刀具由目前位置，以某一距離，快速移動至另一位置。

2.1.3 注意事項

1. 其運動方式可由參數 Pr411 設定 (0: 線性, 1: 各軸獨立以最高速度移動)
2. G00 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，速度會依照參數 Pr461~Pr480 設定值限制。
3. 當指令有下 P1 F1=_，若 Pr411 = 0，合成速度會受 F1 命令和參數 Pr461~Pr480 設定值所限制；若 Pr411 = 1，各軸速度會受 F1 命令和參數 Pr461~Pr480 設定值所限制。
4. 當指令有下 P1 F1=_，仍然聽從 R18 Rapid Traverse Override。
當進給百分比為 0~100% 時，其實際最高速度不會超過參數 Pr461~Pr480 設定值或是 F1 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參數 Pr461~Pr480 設定值的5倍。
5. G00 指令不支援進給軸選擇 (G10 L1100 P1002 R_) 功能。
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 程式范例



刀具由A點到O點未必為只用一定之路徑，可考量使用之現況而採用所要使用的方式，其刀具接近工件可使用三種方式及各三種路徑。

絕對值方式

```
G00 Z0.0; // A.-> B.
X40.0; // B.-> O.
G00 X40.0 Z0.0; //A.-> C.-> O.
G00 X40.0; //A.-> D.
Z0.0; //D.-> C.-> O.
```

增量值方式

```
G00 W-100.0; // A.-> B.
U-60.0; // B.-> O.
G00 U-60.0 W-100.0; //A.-> C.-> O.
G00 U-60.0; //A.-> D.
W-100.0; // D.-> C.-> O.
```

絕對值與增量值方式合并使用

```
G00 Z0.0; 或 G00 W-100.0;
U-60.0; X40.0;
G00 X40.0; 或 G00 U-60.0;
W-100.0; Z0.0;
G00 X40.0 W-100.0; 或 G00 U-60.0 Z0.0;
```

指定速度的快速定位方式(G00 P1 F1=_)

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-直線切削(C-Type)

2.2.1 指令格式

G01 X(U)___ Z(W)___ F___;

X、Z: 指定點位置(絕對值方式)

U、W: 指定點位置(增量值方式)

F: 進給率

G94模式下單位為mm/min(inch/min)

G95模式下單位為mm/rev(inch/rev)

系統開機預設值為G95

2.2.2 說明

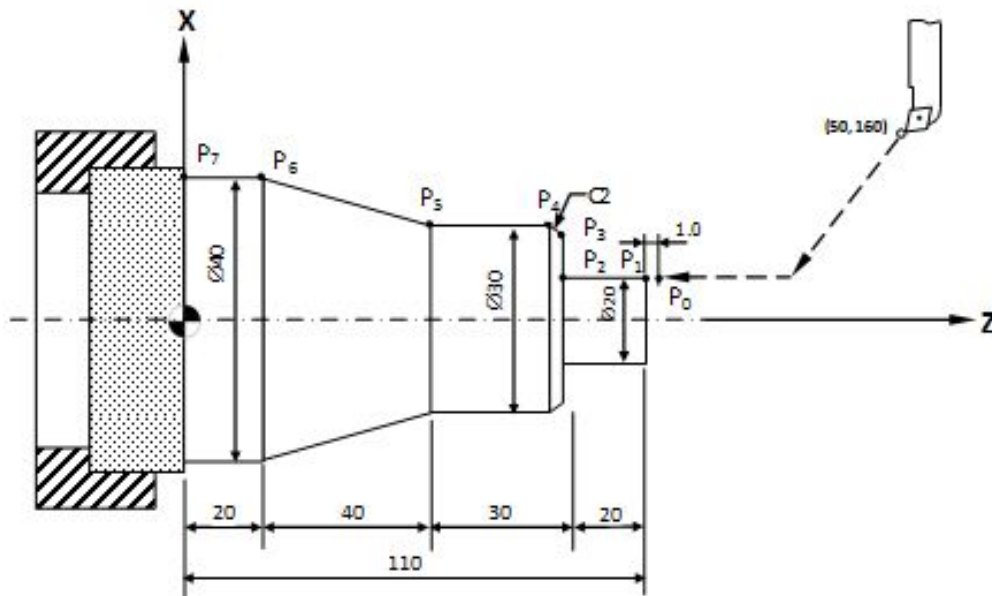
使用G01指令時，刀具由目前位置，以F機能所設定的進給速度，做直線切削，移動到指定位置。

其所能加工的形態包括：外(內)徑、端面、外(內)錐度、外(內)槽、倒角..等。

2.2.3 注意事項

- 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~PR636)。
- 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)。
- 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



```
G92 X50.0 Z160.0 S10000; //程式原點設定, 最高轉速10000 rpm
T01; //使用1號刀具
G96 S130 M03; //設周速一定, 表面速度 130 m/min,
//主軸正轉
M08; //打開切削劑
G00 X20.0 Z111.0; //快速定位至P0
G01 Z90.0 F0.6; //直線切削 P0->P2
X26.0; //P2->P3
X30.0 Z88.0; //P3->P4
Z60.0; //P4->P5
X40.0 Z20.0; //P5->P6
Z0.0; //P6->P7
G00 X50.0; //快速退刀
Z160.0; //回到原點
M05 M09; //主軸停止, 關掉切削劑
M30; //程式結束
```

2.3 G02/G03-圓弧切削(C-Type)

2.3.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} X(U)_ Z(W)_ \left\{ \begin{array}{l} R__ \\ I__ K__ \end{array} \right\} F___ ;$$

G02: 指定刀具做順時鐘方向圓弧切削
 G03: 指定刀具做逆時鐘方向圓弧切削
 X(U)、Z(W): 圓弧的終點座標值
 R: 圓弧半徑(限180°以內)

I、K: 圓弧起點至圓心的X(Z)軸向距離，視其方向以有正負號之別
F: 切削進給率

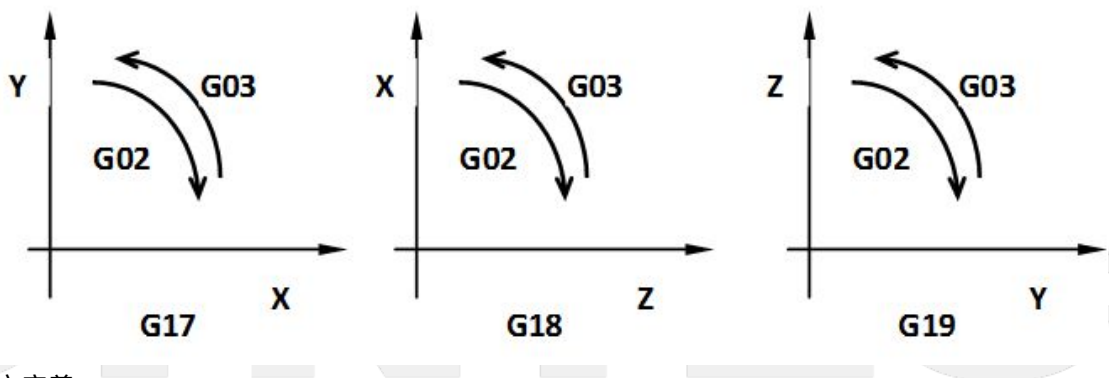
2.3.2 說明

車床數值工具機之G02.G03指令為指定刀具在X-Z平面上做圓弧軌跡切削，其參數之設定依下表給予：

設定資料		指令	定義
1	刀具路徑方向	G02	順時鐘方向
		G03	逆時鐘方向
2	終點位置	X、Z	所切削圓弧之終點座標
		U、W	從起點到終點之向量值
3	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
4	進給率	F	沿圓弧之進刀速率

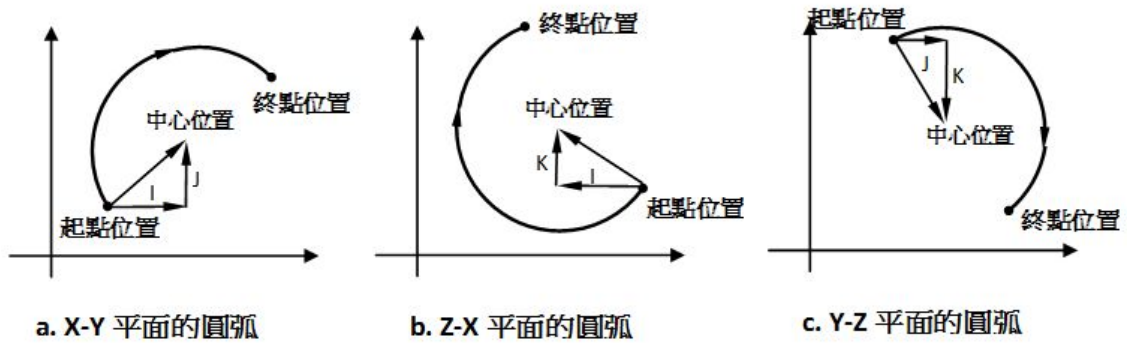
圖示

- G02/G03方向決定
 - XYZ/UVW圓弧座標的編程會受到直半徑軸的影響



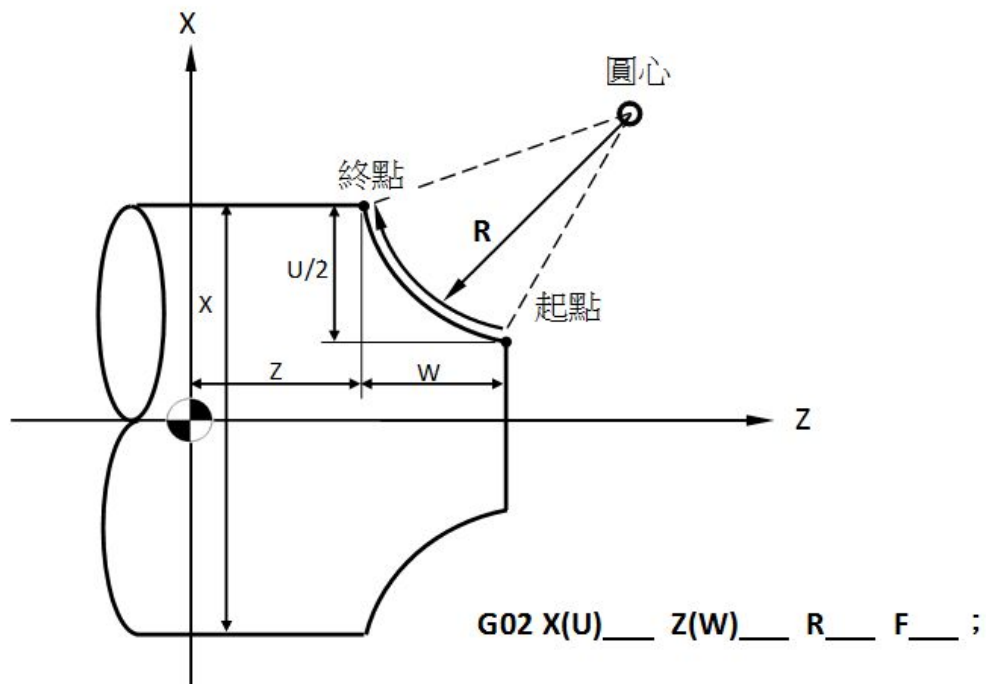
- I、J、K之定義

- IJK圓弧起點到圓心的向量編程不會受到直半徑軸的影響



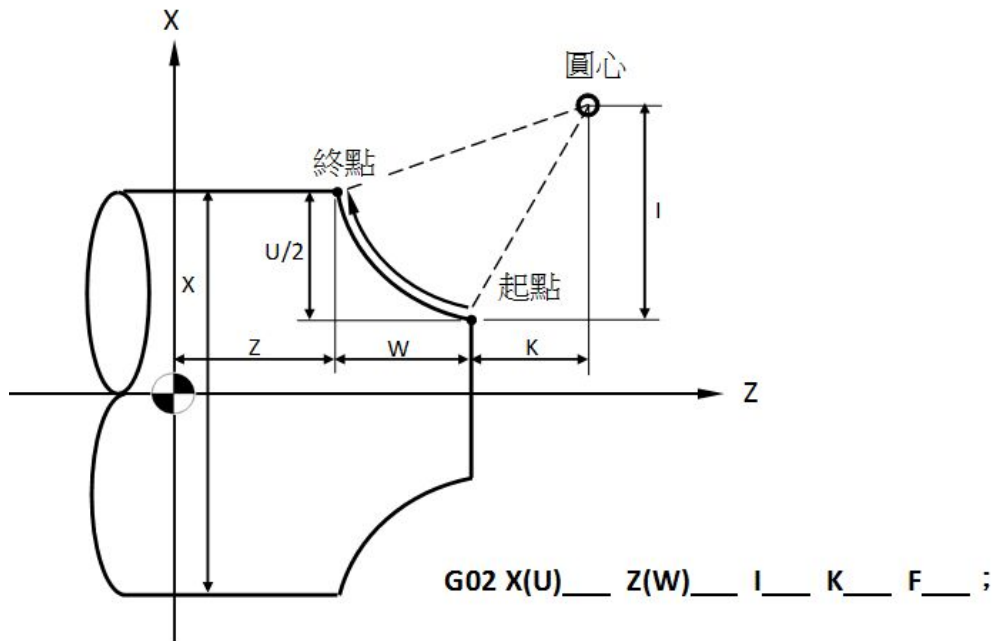
實際加工之參數指定

1. G02圓弧切削
 - a. 使用R值方式



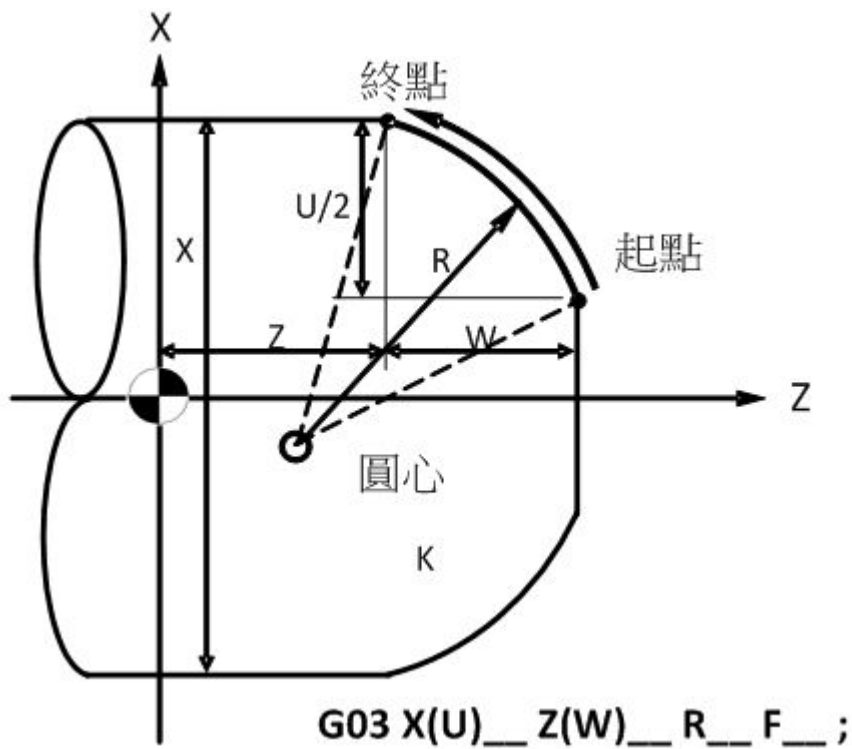
SYNTEC

b. 使用 I、K 方式

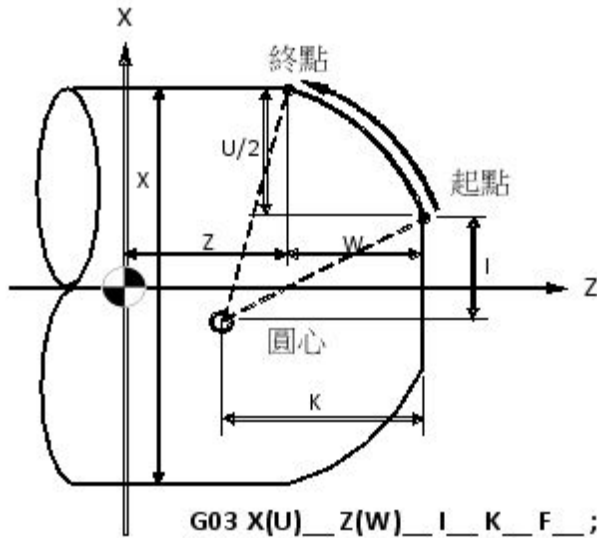


2. G03圓弧切削

a. 使用R值方式



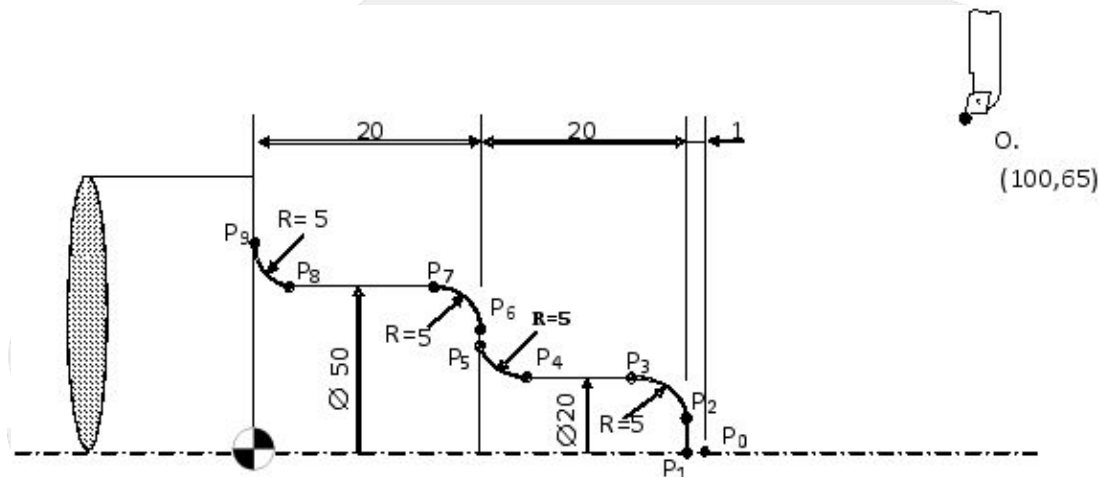
b. 使用 I、K 方式



2.3.3 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、Z、I、K、R引數失當時，系統將發出COR-008 [圓弧終點不在圓弧上]警報，此警報可透過Pr3807作警報範圍的調整。
3. XYZ/UVW座標編程會受到直半徑軸的影響
4. IKJ向量編程不會受到直半徑軸的影響

2.3.4 程式范例1

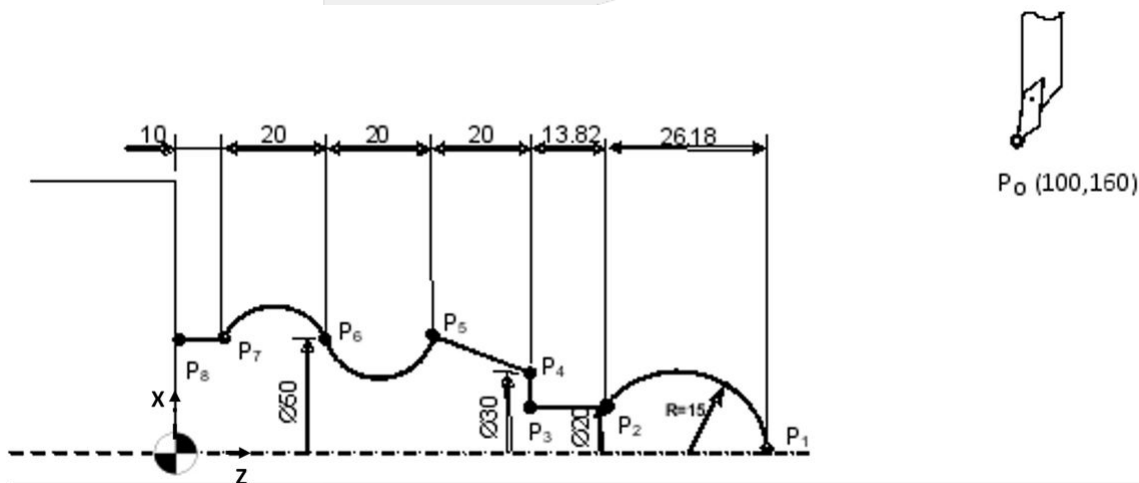


```
T01; //使用1號刀具
G92 S10000; //主軸最高轉速限制10000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度130m/min,
//主軸正轉
M08; //打開切削劑
G00 X0.0 Z41.0; //快速定位 O. ->P0
```

```

G01 Z40.0 F0.6; //直線切削，進給率為0.6 mm/rev, P0->P1
X10.0; //P1->P2
G03 X20. Z35.0 R5.0; //逆時針方向圓弧切削P2->P3, 半徑5mm
G01 Z25.0; //P3->P4
G02 X30.0 Z20. R5.0; //順時針方向圓弧切削P4->P5, 半徑5mm
G01 X40.0; //P5->P6
G03 X50.0 Z15.0 R5.0; //逆時針方向圓弧切削P6->P7, 半徑5mm
G01 Z5.0; //P7->P8
G02 X60.0 Z0.0 R5.0; //順時針方向圓弧切削P8->P9, 半徑5mm
G00 X100.0; //快速退刀，退離工作物
G00 Z65.0; //回到原始點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
    
```

2.3.5 程式范例2

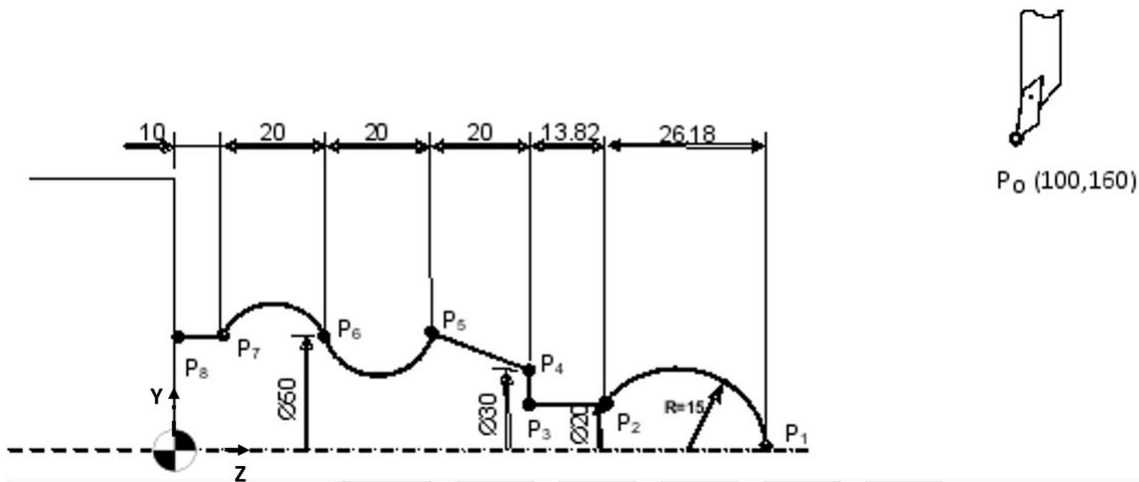


```

T01; //使用1號刀具
G92 S10000; //主軸最高轉速限制 10000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min,
//主軸正轉
M08; //打開切削劑
G00 X0.0 Z110.5; //快速定位，靠近切削起點
G01 Z110.0 F0.5; //直線切削，進給率為 0.5 mm/rev
G03 X20.0 Z83.82 R15.0; //逆時針方向圓弧切削，P1->P2,
//半徑為15 mm
G01 Z70.0; //直線切削，P2->P3
X30.0; //P3->P4
X50.0 Z50.0; //P4->P5
G02 X50.0 Z30.0 R10.0; //順時針方向圓弧切削，P5->P6,
//半徑為10 mm
G03 X50.0 Z10.0 R10.0; //逆時針方向圓弧切削，P6->P7,
//半徑為10 mm
G01 Z0.0; //直線切削，P7->P8
M09; //關閉切削劑
    
```

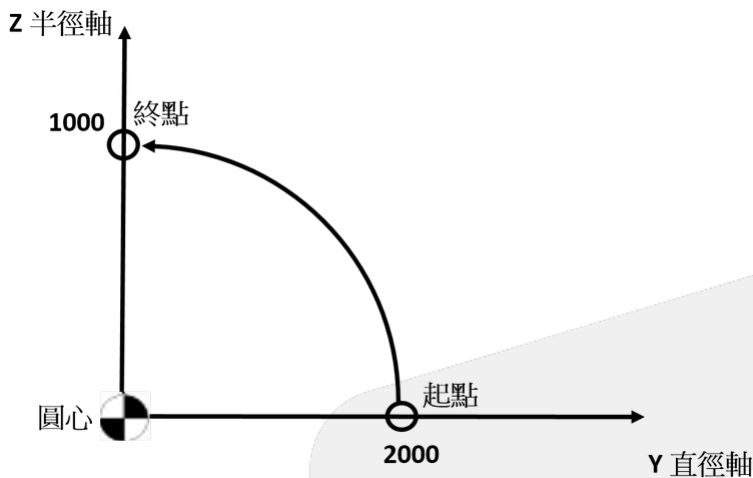
```
G00 X100.0; //快速退刀, 退離工作物
Z160.0; //回到起始點
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.3.6 程式范例3 (范例2使用YZ軸加工)



```
// 范例2改用YZ軸進行加工
// 為了維持原本的加工形狀, G02/G03的G碼必須改寫
T01; //使用1號刀具
G92 S10000; //主軸最高轉速限制 10000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定, 表面速度 130 m/min,
//主軸正轉
G19 //將加工平面轉換為YZ平面
M08; //打開切削劑
G00 Y0.0 Z110.5; //快速定位, 靠近切削起點
G01 Z110.0 F0.5; //直線切削, 進給率為 0.5 mm/rev
G02 Y20.0 Z83.82 R15.0; //順時針方向圓弧切削, P1 ->P2,
//半徑為15 mm
G01 Z70.0; //直線切削, P2 ->P3
Y30.0; //P3 ->P4
Y50.0 Z50.0; //P4 ->P5
G03 Y50.0 Z30.0 R10.0; //逆時針方向圓弧切削, P5 ->P6,
//半徑為10 mm
G02 Y50.0 Z10.0 R10.0; //順時針方向圓弧切削, P6 ->P7,
//半徑為10 mm
G01 Z0.0; //直線切削, P7 ->P8
M09; //關閉切削劑
G00 Y100.0; //快速退刀, 退離工作物
Z160.0; //回到起始點
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.3.7 程式范例4 (YZ軸切削1/4圓弧)



```
// Y軸為直徑軸，Z軸為半徑軸
// 半徑1000的1/4圓弧
G90 G00 Y2000 Z0;
G19 G03 Y0 Z1000 J-1000 K0 F200; //起點到圓心之距離
(G19 G03 V-2000 W1000 J-1000 K0 F200; //圓弧終點用增量編程)
(G19 G03 Y0 Z1000 R1000 F200; //圓弧半徑)
```

2.4 G02.1-G03.1-橢圓補間(C-Type)

2.4.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G02.1 \\ G03.1 \end{array} \right\} X(U)_ Z(W)_ A__ B__ F__;$$

G02.1: 指定刀具做順時鐘方向橢圓弧切削

G03.1: 指定刀具做逆時鐘方向橢圓弧切削

X(U)、Z(W): 圓弧的終點座標值

A: 橢圓Z半軸長

B: 橢圓X半軸長

F: 切削進給率

2.4.2 說明

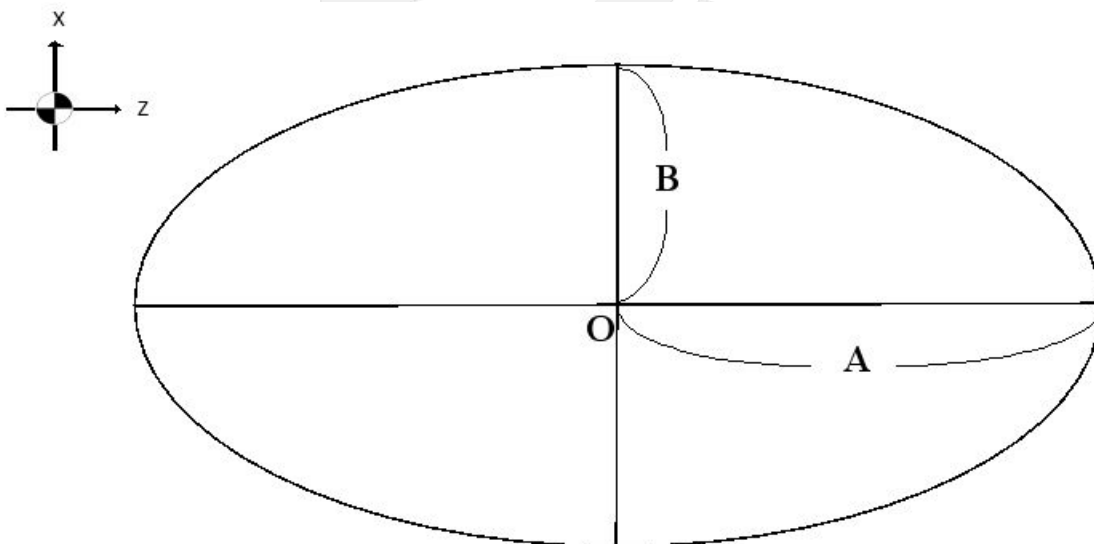
車床數值工具機之G02.1、G03.1指令為指定刀具在x-z平面上做橢圓弧軌跡切削，其參數之設定依下表給予：

設定資料	指令	定義
1	G02.1	順時鐘方向

		G03.1	逆時鐘方向
2	終點位置	X、Z	所切削橢圓弧之終點座標
		U、W	從起點到終點之向量值
3	橢圓Z半軸長	A	橢圓中心至Z軸端點之長度
4	橢圓X半軸長	B	橢圓中心至X軸端點之長度
5	進給率	F	沿橢圓弧之進刀速率

圖示說明

橢圓Z,X半軸長定義

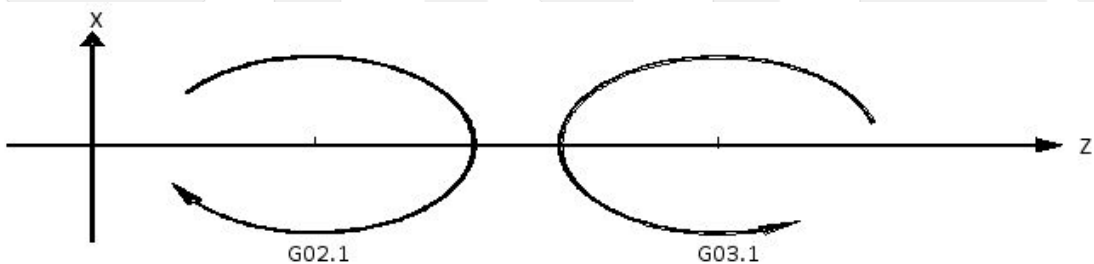


如圖所示:

橢圓Z半軸長的定義為橢圓中心O至Z軸端點之長度A

橢圓X半軸長的定義為橢圓中心O至X軸端點之長度B

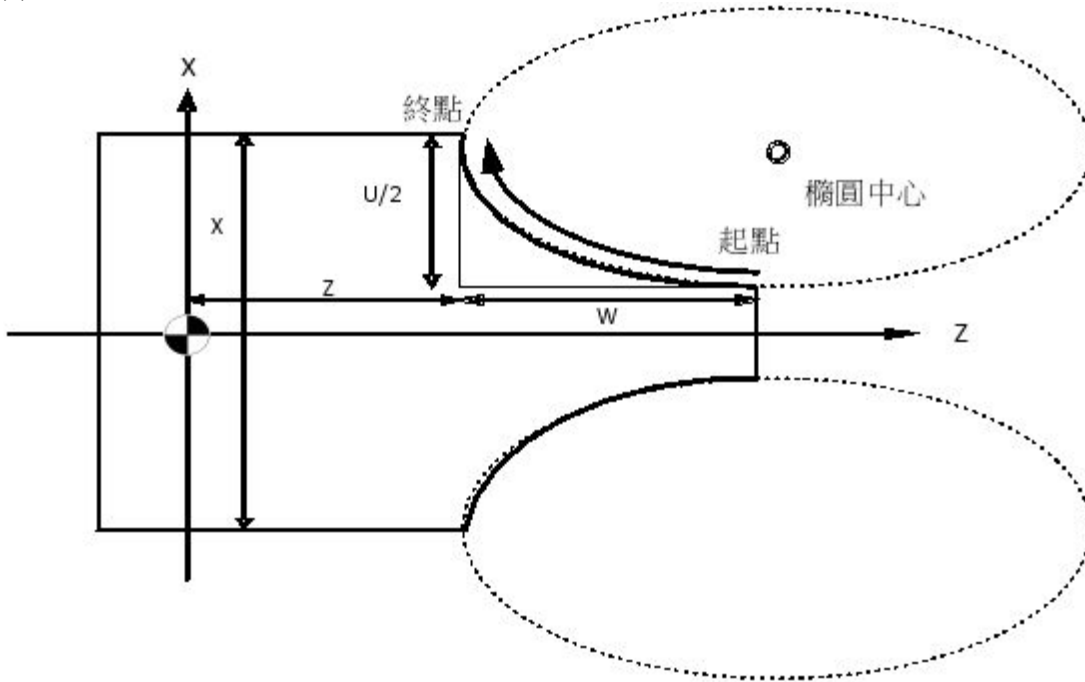
G02.1/G03.1方向決定



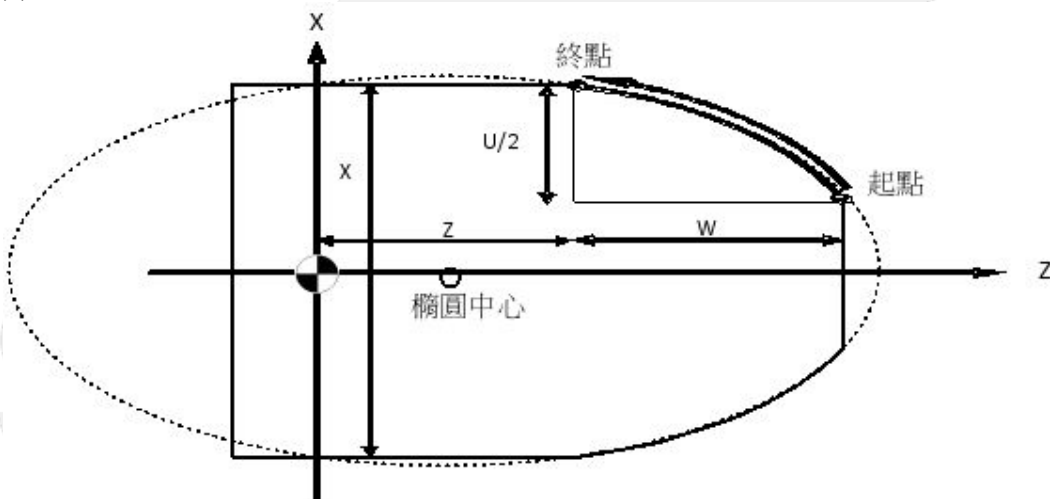
G02.1為順時鐘方向橢圓切削
G03.1為逆時鐘方向橢圓切削

實際加工之參數指定

(1). G02.1橢圓弧切削



G02.1 X(U)_Z(W)ABF_;
(2). G03.1橢圓弧切削



G03.1 X(U)_Z(W)_A_B_F_;

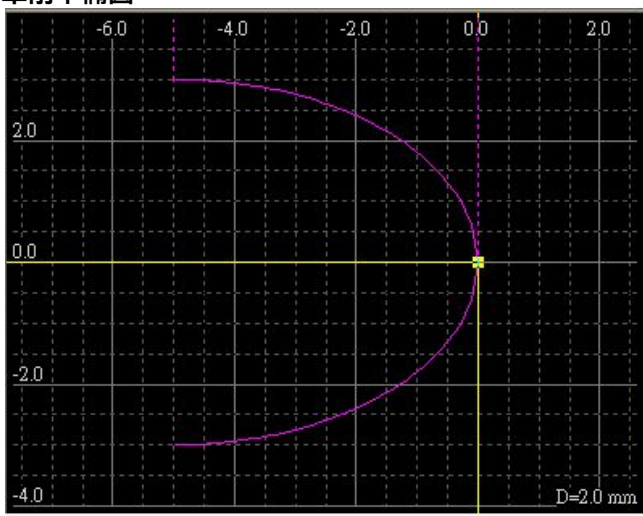
2.4.3 注意事項

1. G02.1/G03.1不是模態G碼，僅單節有效。

2. A、B值不可省略且必須為正數，否則系統將出現警報MAR-022 [橢圓插補的Z,X半軸長未輸入或小於等於零]。
3. 起終點距離必須小於等於橢圓長軸長，否則系統將出現警報MAR-023 [橢圓插補的起終點距離大於橢圓長軸長]。
4. 起終點Z座標不可為同一點，否則系統將出現警報MAR-026 [橢圓與拋物線插補的起終點Z座標不可為同一點]。
5. G02.1/G03.1可用於G73等車削循環指令，但不可寫在G73等車削循環指令結束序號的所對應單節中，否則系統將出現警報COR-028 [系統程式錯誤，導致無法正常加工]。

程式范例1

車削半橢圓

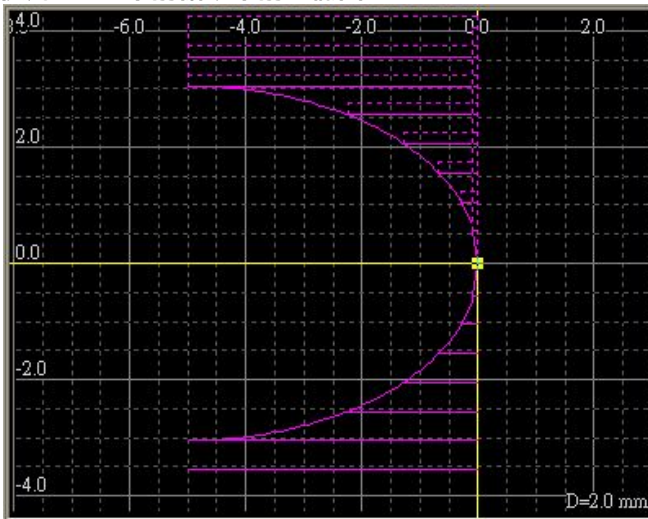


```
G00 X8.;  
Z0;// 橢圓車削起始點Z座標  
M03 S1000;// 啟動主軸正轉1000rpm  
G00 X0.;// 橢圓車削起始點X座標  
G03.1 Z-5. X6.A5.B3.F0.5;// 逆時針方向橢圓車削  
G00 X8.0;  
M05;  
M30;
```

SYNTEC

2.4.4 程式范例2

使用G73粗車削循環車削半橢圓



```
G00 X8.;
Z0;// 橢圓車削起始點Z座標
M03 S1000; // 啟動主軸正轉1000rpm
G73 U0.5 R0.2 H1;
G73 P01 Q02 U0.1 W0. F0.5;
N1 G00 X0.;// 橢圓車削起始點X座標
G03.1 Z-. X6. A5. B3. F0.2;// 逆時針方向橢圓車削
N2 G00 X8.0;
M05;
M30;
```

2.5 G02.2-G03.2-拋物線補間(C-Type)

2.5.1 指令格式

$$\left\{ \begin{array}{l} G02.2 \\ G03.2 \end{array} \right\} X(U)_ Z(W)_ P_ F_;$$

G02.2: 指定刀具做順時鐘方向拋物線切削
 G03.2: 指定刀具做逆時鐘方向拋物線切削
 X(U)、Z(W): 拋物線的終點座標值
 P: 拋物線焦距
 F: 切削進給率

2.5.2 說明

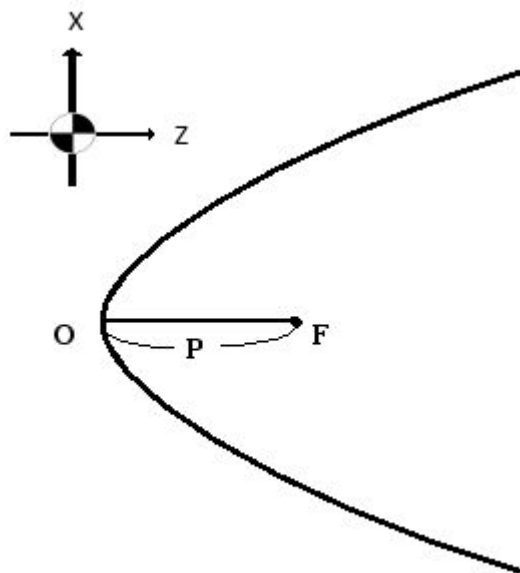
車床數值工具機之G02.2、G03.2指令為指定刀具在x-z平面上做拋物線軌跡切削，其參數之設定依下表給予：

設定資料	指令	定義
------	----	----

1	刀具路徑方向	G02.2	順時鐘方向
		G03.2	逆時鐘方向
2	終點位置	X、Z	所切削橢圓弧之終點座標
		U、W	從起點到終點之向量值
3	拋物線焦距	P	拋物線的頂點到焦點之距離
4	進給率	F	沿拋物線之進刀速率

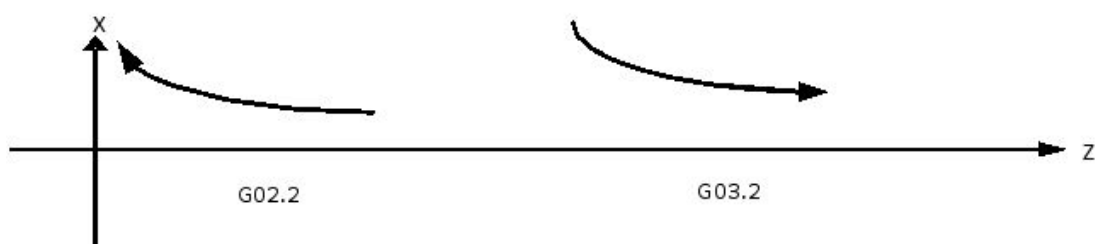
圖示說明

拋物線焦距的定義



如圖所示：
拋物線焦距的定義為拋物線頂點O至拋物線焦點F之距離P

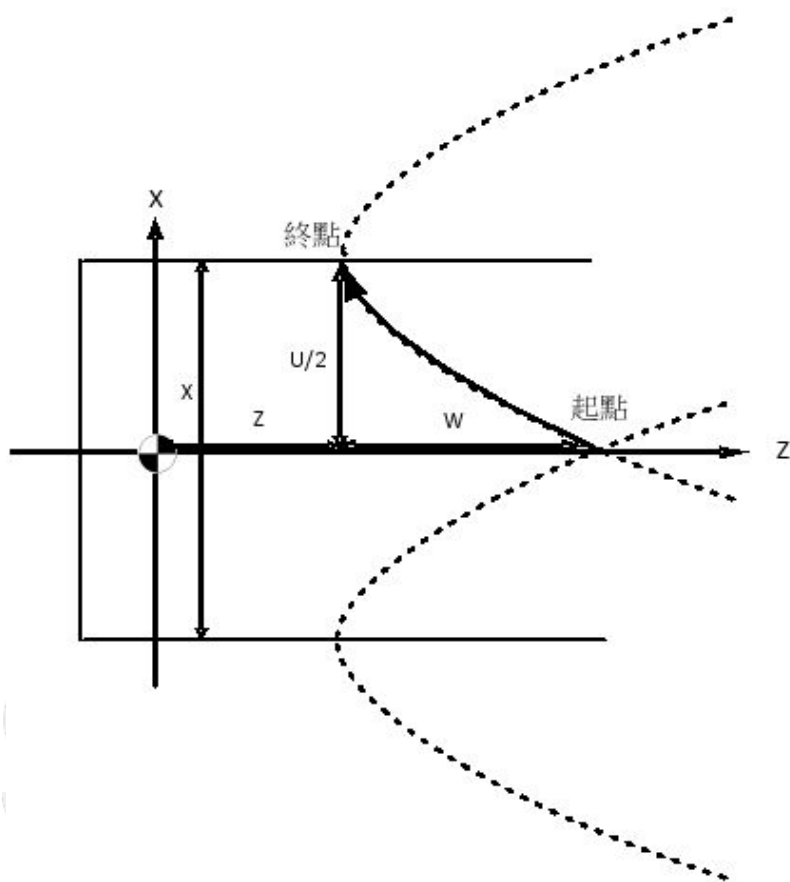
G02.2/G03.2方向決定



G02.2為順時鐘方向拋物線切削
G03.2為逆時鐘方向拋物線切削

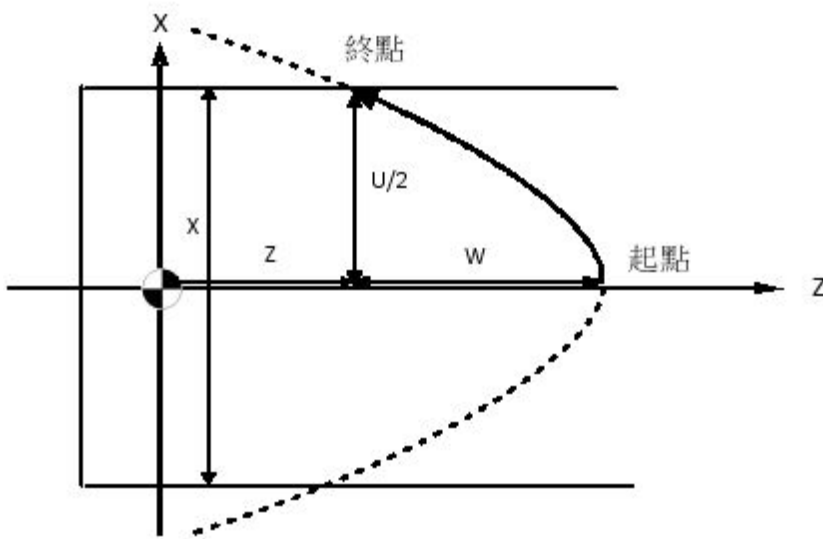
實際加工之參數指定

(1). G02.2拋物線切削



G02.2 X(U)___Z(W)_P_F_;

(2). G03.2拋物線切削



G03.2 X(U)__ Z(W)__ P__ F__;

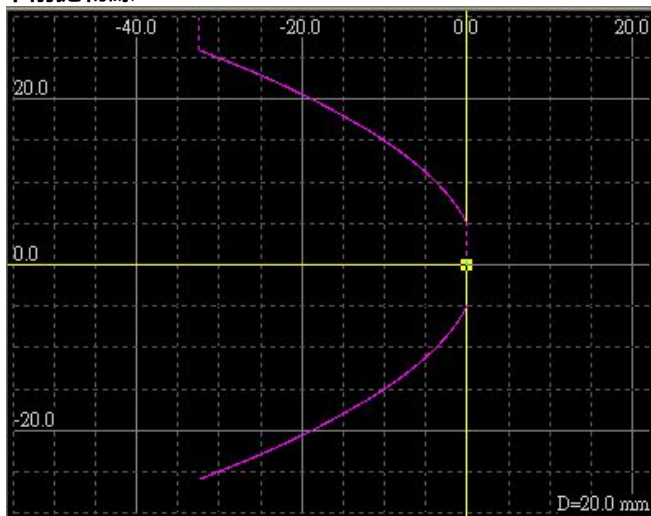
2.5.3 注意事項

1. G02.2/G03.2不是模態G碼，僅單節有效。
2. P值不可省略且必須為正數，否則系統將出現警報MAR-024 [拋物線插補的焦距未輸入或小於等於零]。
3. 車削起終點連線不可平行於對稱軸Z軸，也就是車削起終點X座標必須不同，否則系統將出現警報MAR-025 [拋物線插補的起終點連線平行於對稱軸]。
4. 起終點Z座標不可為同一點，否則系統將出現警報MAR-026 [橢圓與拋物線插補的起終點Z座標不可為同一點]。
5. G02.2/G03.2可用於G73等車削循環指令，但不可寫在G73等車削循環指令結束序號的所對應單節中，否則系統將出現警報COR-028 [系統程式錯誤，導致無法正常加工]。

SYNTEC

2.5.4 程式范例1

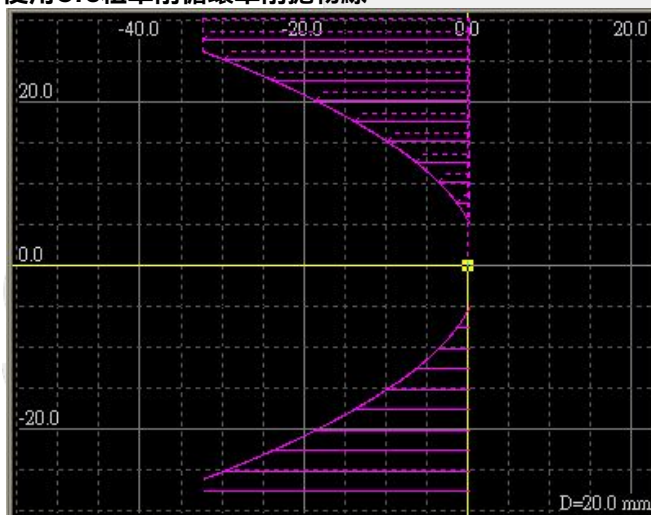
車削拋物線



```
M03 S1000; // 啟動主軸正轉1000rpm  
G00 X10.; // 拋物線車削起始點X座標  
Z0.; // 拋物線車削起始點Z座標  
G03.2 X52. Z-32.55 P5.; // 逆時針方向拋物線車削  
G00 X60.;  
M05;  
M30;
```

2.5.5 程式范例2

使用G73粗車削循環車削拋物線



```
M03 S1000; // 啟動主軸正轉1000rpm  
G00 X60.;  
Z0.;
```

```
G73 U2.5 R1.0 H0;  
G73 P01 Q02 U0.2 W0.2 F0.5;  
N1 G00 X10.0;  
Z0.0;  
G03.2 X52. Z-32.55 P5.0;  
N2 G00 X60.0;  
M05;  
M30;
```

2.6 G04.1: 軸群間同步等待(C-Type)

2.6.1 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

2.6.2 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；其餘依此類推。

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. <i>G04.1 P4 Q23</i> Y20. G04.1 P6 M99	G00 Z0. G04.1 P1 G01 Z10. F1000 G04.1 P2 Q13 Z25. G04.1 P3 Q13 Z40. <i>G04.1 P4 Q23</i> 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. 需自動重複加工數個工件時，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。

2.6.3 注意事項

- 以下狀況發生時，觸發警報「COR-137 G04.1 P引數的順序錯誤」
 - 未下Q引數時，P引數不同
 - Q引數相同時，P引數不同
 - P引數相同時，Q引數不同
- 以下狀況發生時，觸發警報「COR-144 G04.1 Q引數的內容錯誤」
 - Q引數不為正整數
 - Q引數指定的軸群不存在
 - 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
- 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
- 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
- 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

環境：C40 On, G-code每個cycle start執行一行

\$1	\$2
G00X0.Z0.	G00X0.Z0.
G4.1P1	G00X50.
M30	G4.1P1
M99	M99

輸入： 提示： 單節停止 自動執行 警報

說明：\$1等待\$2，第一軸群為加工中..狀態

\$1	\$2
G00X0.Z0.	G00X0.Z0.
G4.1P1	G00X50.
M30	G4.1P1
M99	M99

輸入： 提示： 加工中 自動執行 警報

2.6.4 程式范例

程式一：

\$1	\$2
G04.1 P1;	G04.1 P1;
G01 X50. F2000;	G01 X250. F3000;
G04.1 P2;	G04.1 P2;
Z100.;	Z500.;
G04.1 P3;	G04.1 P3;
X0.;	X0;
G04.1 P4;	G04.1 P4;
Z0.;	Z0;
G04.1 P5;	G04.1 P5;
M99;	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引數先後關係，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

2.7 G04-暫停指令(C-Type)

2.7.1 指令格式

$$G04 \left\{ \begin{array}{l} X(U) _ \\ P _ \end{array} \right\} Q _$$

X(U): 暫停時間 (有小數點, 以秒或圈為單位; 無小數點, 以毫秒或0.001圈為單位。)

P: 暫停時間 (以毫秒或0.001圈為單位, 不接受小數點)

Q: 跳躍訊號來源, 範圍: 101~132, 分別對應C101~C132

2.7.2 說明

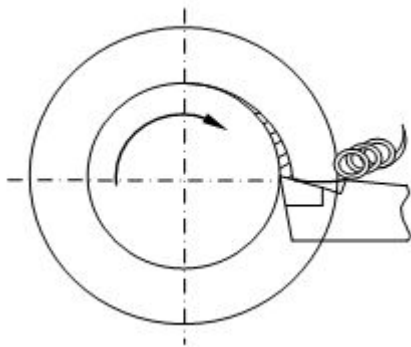
車床上作鉗孔加工或切槽時, 可使用G04指令於加工至適當距離後, 令刀具作短暫停留以利切斷鐵屑, 使孔深更加精確, 或切槽的表面光度更佳, 更具真圓度 (參考下圖)。

在一般狀況下, 不管與G94或G95配合, G04之時間單位為 "秒"。

2.7.3 注意事項

- G04指令只在單一單節有效。
- 搭配Q引數可提前終止暫停指令。
- 車床系統可透過Pr3801將G04之單位變更為"圈"。

2.7.4 程式范例



```
G04 X0.5; //暫停0.5秒  
G04 U0.5; //暫停0.5秒  
G04 P500; //暫停0.5秒
```

2.8 G07.1-圓柱補間(C-Type)

2.8.1 指令格式

```
G19 Z0 C0; // 選擇CZ工作平面  
G07.1 C_ ; // 啟動圓柱差值, C_圓柱半徑值  
、  
、 // (路徑描述)  
、  
G07.1 C0; // 結束圓柱差值
```

2.8.2 說明

G07.1用以啟動圓柱差值。

因圓心向量不易計算, 所以此功能的特色是將以角度指定的旋轉軸的移動量轉換為圓周上之移動量, 開在與其他軸之間進行直線插補和圓弧插補。

G07.1功能允許展開圓柱的側面編程, 因此很容易創建圓柱凸輪開槽加工程序。

進給速度

使用車床時, 切換到G94模式下F命令, 此時在圓柱面上進行切削的速度可以正確地控制在輸入的F值。

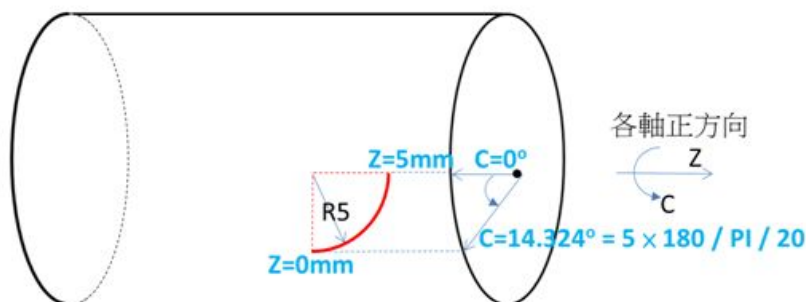
圓柱面轉換

假設圓柱半徑為 r , C軸旋轉量為 θ , 那麼在圓柱面上刀尖點的移動量 s 為 $s = \theta / 180.0 \times \pi \times r$ 。

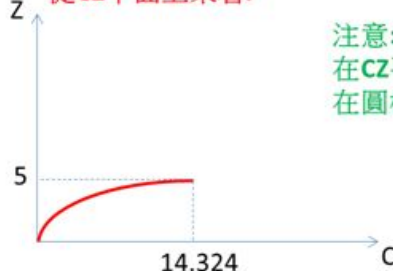
如何在圓柱面上畫出四分之一圓

假設圓柱面半徑20mm, 欲在圓柱面上畫出的圓半徑為5mm, 那麼我們必須先求得實際上C軸應該要的轉角 θ , 并且 θ 要滿足在圓柱面上走5mm。在這情況下我們要求解 $5 = \theta / 180.0 \times \pi \times 20$, 得到 θ 需要轉的量為14.324度, 就可以利用此值來畫出四分之一圓, 使用方法請見范例。

範例:在圓柱面上畫出四分之一圓



從CZ平面上來看:



注意:
在CZ平面上看起來是橢圓
在圓柱面上看起來是正圓

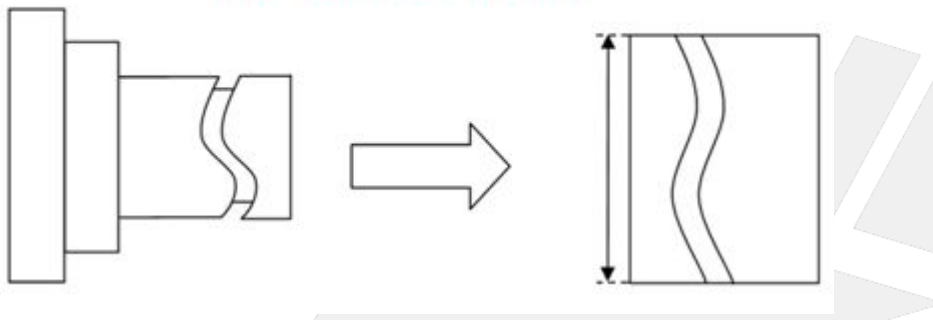
注意事項

- 在G07.1時, 可以使用刀刀尖(G40/G41/G42)
- 在G07.1時, 速率進給方式請先切換到G94模式
- 在G07.1其間使用G02/G03時只提供R半徑位置方式: G02/G03 Z_C_R_ "不提供"到圓心向量值方式: G02/03 Z_C_I_J_(K_)
 - 例: G3 Z-18. C180. R7. F100; //使用R半徑
- 使用G07.1之前請宣告G19平面

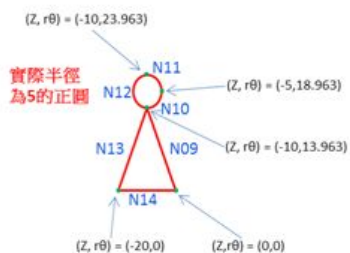
- 例: G19 C0 Z0;
 或: G19 H0 W0;
- 使用G07.1時遇到(G00)與涉及快速定位之相關指令(如定位相關: G28、G53, 循環相關: G72-78、G80-89...等), 由於系統將座標系由旋轉軸轉為線性軸, 快速定位之速度會與沒有使用G07.1模式時不同, 可能會導致定位速度過快或過慢。
 建議使用者要使用相關指令時, 先取消G07.1模式。(取消方式可見下方"指令格式".)
 - 注: 若加工時間大部分都在G07.1下, 也可透過調整參數"Pr461-480:軸向快速移動的最高進給速度", 讓快速定位速度符合使用者需求。(此方法會影響定位速度在離開G07.1模式後再次改變, 故若非長時間處於G07.1加工狀態下, 不建議使用。)
- 在G07.1模式下, 由於系統將座標系由旋轉軸轉為線性軸, 使用者須避免使用G54-G59.9「工作座標系統設定」與G92「座標系設定」, 以免導致座標錯亂, 相關應用可使用G52「局部座標系」達成。
 - 注: 參數Pr3229「關閉工件座標系統功能」可設定關閉工作座標系統設定(G54-59.9): 0-啟動 1-關閉。

2.8.3 程式范例 1

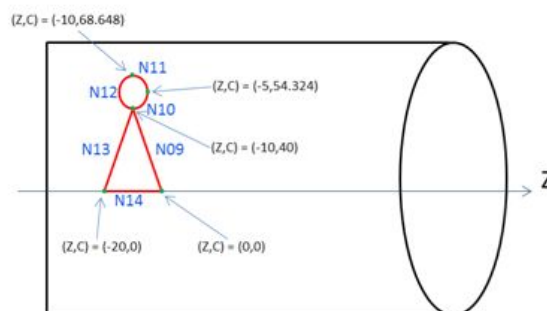
圓柱面展開示意圖



本圖顯示相對應的圓柱面上位置點



本圖顯示ZC數值的關係



```

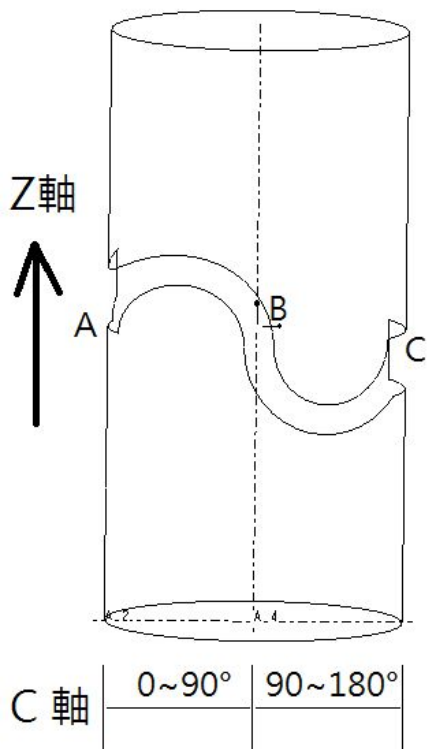
N01 G28 U0 W0;
N02 T0202;
N03 G97 S1000;// 設定動力主軸轉速
N04 G00 X50.0 Z0.;
N05 G94 G01 X40.0 F100.;
N06 G19 C0 Z0;// 選定CZ為工作平面(C為橫軸, Z為縱軸)
N07 G07.1 C20.0;// 啟動圓柱差值模式, 圓柱半徑值為20.0
N08 G41;// 加工軌跡開始
    
```

```
N09 G01 Z-10.0 C40.0 F150.0; // 三角形, 第一邊  
N10 G02 Z-5.0 C54.324 R5.0; // 四分之一圓  
N11 G02 Z-10.0 C68.648 R5.0; // 四分之一圓  
N12 G02 Z-10.0 C40.0 R5.0; // 半圓  
N13 G01 Z-20.0 C0.0; // 三角形, 第二邊  
N14 G01 Z0.0 C0.0; // 三角形, 第三邊  
N15 G40; // 加工軌跡結束  
N16 G07.1 C0; // 取消圓柱差值模式  
N17 G01 X50.0;  
N18 G00 X100.0 Z100.0;  
N19 M30;
```

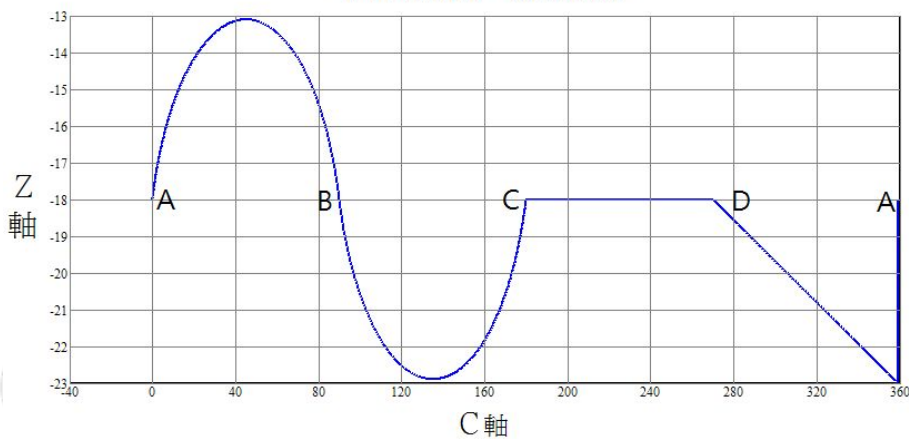


SYNTEC

2.8.4 程式范例 2



- 圓柱補間 - Position-



```

T0202;
G97 S1000; // 設定動力主軸轉速
M19 // Spindle OFF
G1 Z-18. F1000.
C0. X15.
G19 W0 H0 // 指定平面
G7.1 C8.5 // 開起G7.1功能, 使用R8.5的工件
G2 Z-18. C90. R7. // A -> B
    
```

```
G3 Z-18. C180. R7. // B-> C  
G1 Z-18. C270. // C-> D  
Z-23. C360. // D-> A  
Z-18.  
G7.1 C0 //結束G7.1功能  
M20  
Z35.  
M30
```

2.9 G09-確實停止檢測(C-Type)

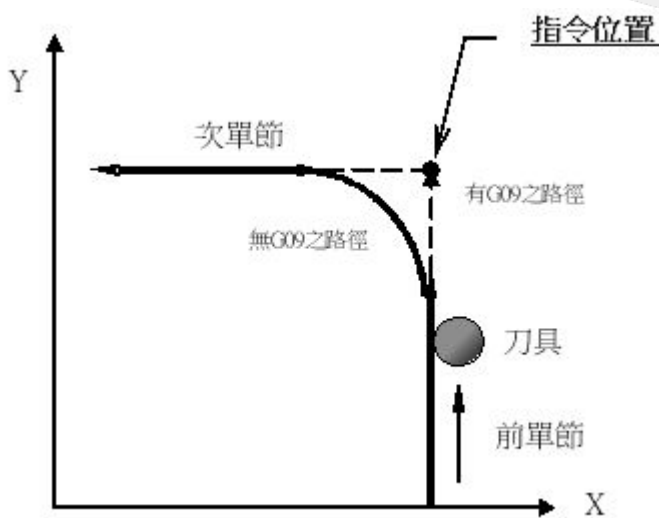
2.9.1 指令格式

```
G09 X__ Z__;  
X、Z: 指定轉角位置座標
```

2.9.2 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係，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功能達成，使其刀具接近轉角減速，位置到達一定狀態(參數所設之寬幅範圍內)確認後，次一單節的指令才會開始執行。

2.9.3 圖示



2.10 G10-可程式輸入補正量(C-Type)

2.10.1 指令格式

```
G10 P__ X__ Z__ R__ Q__;  
or  
G10 P__ U__ W__ C__ Q__;  
P: 補正號碼
```

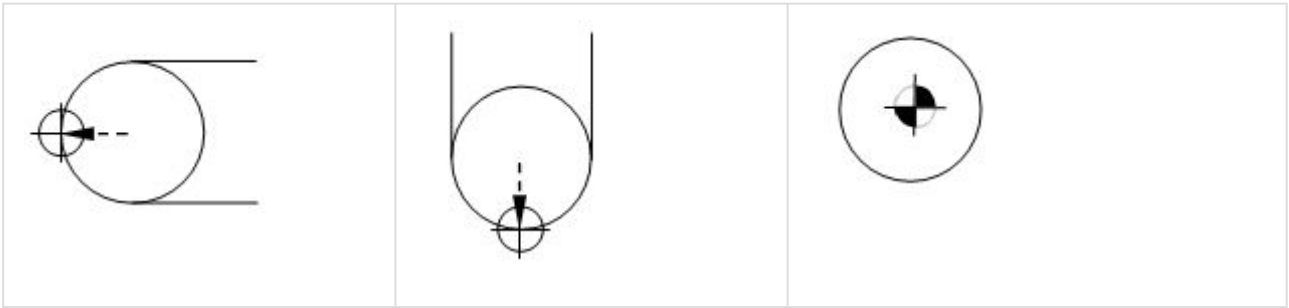

磨耗補正量: P =磨耗補正號碼
 幾何補正量: P=1000 + 幾何補正號碼
 X: X軸補正量(絕對值)
 Y: Y軸補正量(絕對值)
 Z: Z軸補正量(絕對值)
 U: X軸補正量(增量值)
 V: Y軸補正量(增量值)
 W: Z軸補正量(增量值)
 R: 刀尖半徑補正量(絕對值)
 C: 刀尖半徑補正量(增量值)
 Q: 假想刀尖號碼(其設定方法如下)

2.10.2 說明

G10 指令為可程式輸入補正量指令，當編寫程式時，欲利用程式里之指令來更改刀具補正值之目的，可使用此指令來達成。

假想刀尖號碼之設定

假想刀尖1號	假想刀尖2號	假想刀尖3號
假想刀尖4號	假想刀尖5號	假想刀尖6號
假想刀尖7號	假想刀尖8號	假想刀尖0, 9號



2.11 G10.9-直半徑軸編程切換(C-Type)

2.11.1 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

2.11.2 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。

2.11.3 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並不會跟著改變。

2.11.4 程式範例

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).

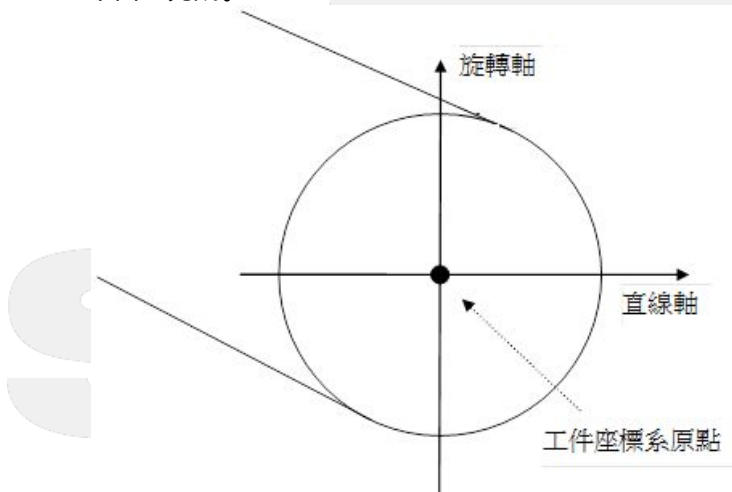
2.12 G12.1-G13.1-啟動 取消 極座標插補(C-Type)

2.12.1 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: 程序零點相較旋轉中心的X方向偏心率
C: 程序零點相較旋轉中心的C方向偏心率

2.12.2 說明

1. 極座標插補功能是将輪廓控制由直角座標系中程序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）。這種方法用於在車床上切削端面和磨削凸輪軸。
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方向偏心率; X的絕對座標受到, X為直半徑軸與參數4020(G12.1X軸編程)影響, 詳細說明如下:
 - a. X為半徑軸, 參數4020 = 0, X絕對座標顯示為G12.1之前的座標扣除X方向偏心率:
G0 X50. C90. // 絕對座標 X = 50, C = 90

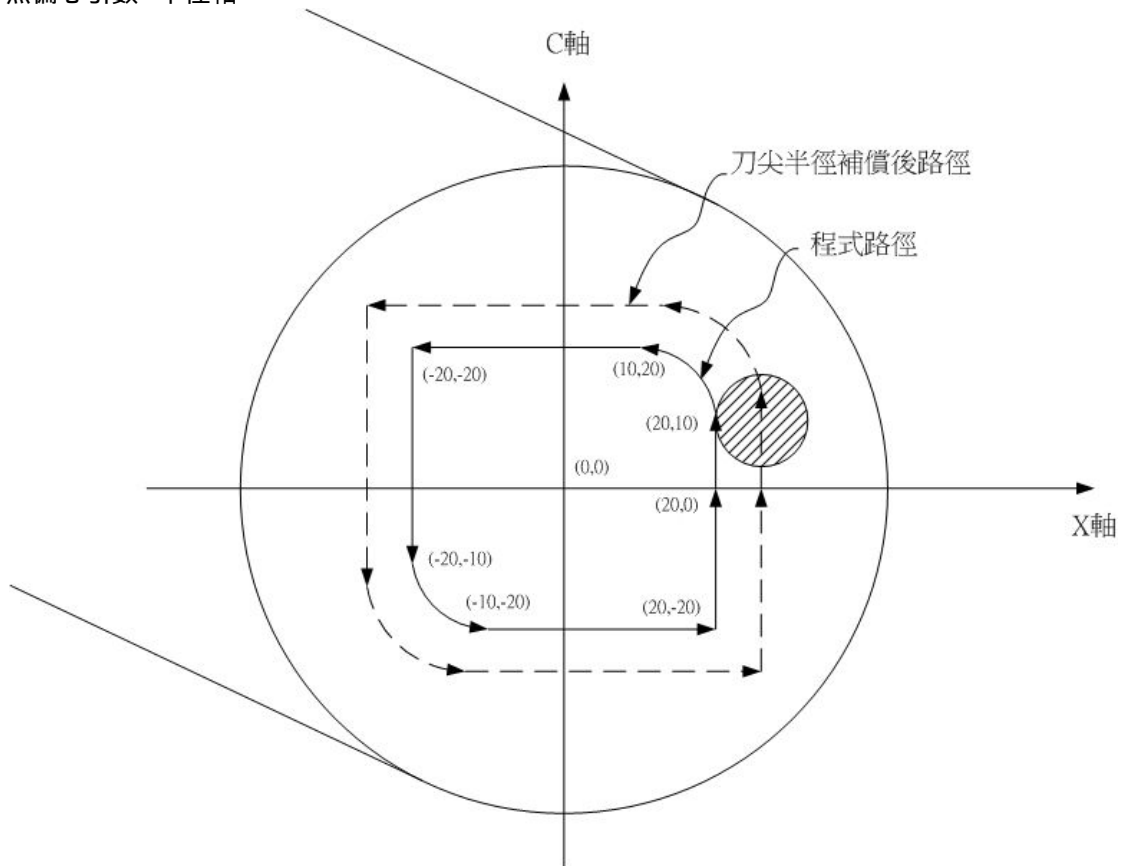
- G12.1 X10. C5. // 絕對座標 $X = 50 - 10 = 40$, $C = 0 - 5 = -5$
G13.1 // 絕對座標 $X = 50$, $C = 90$
- b. X為直徑軸，參數4020 = 0，X絕對座標顯示為G12.1之前的座標除以二後扣除X方向偏心率：
G0 X50. C90. // 絕對座標 $X = 50$, $C = 90$
G12.1 X10. C5. // 絕對座標 $X = 50/2 - 10 = 15$, $C = 0 - 5 = -5$
G13.1 // 絕對座標 $X = 50$, $C = 90$
- c. X為直徑軸，參數4020 = 1，X絕對座標顯示為G12.1之前的座標扣除X方向偏心率：
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 $X = 50$, $C = 90$
- d. X為半徑軸，參數4020 = 1，X絕對座標顯示為G12.1之前的座標乘以二後扣除X方向偏心率：
G0 X50. C90. // 絕對座標 $X = 50$, $C = 90$
G12.1 X10. C5. // 絕對座標 $X = 50 * 2 - 10 = 90$, $C = 0 - 5 = -5$
G13.1 // 絕對座標 $X = 50$, $C = 90$

2.12.3 注意事項

1. 偏心引數功能有效版本始於10.116.11。
2. 直線軸(X)直徑軸編程功能，有效版本始於10.114.51 版本後，選擇方式由PR4020決定：0為半徑軸編程；1為直徑軸編程。
3. 關機或系統復位後，極座標插補功能被取消。
4. 極座標插補方式中的座標顯示：直線軸(X)、旋轉軸(C)以半徑軸顯示實際位置，其余各軸同參數設定顯示實際位置。
5. 極座標插補中可使用以下G碼：
G01直線插補
G02/G03 圓弧插補(IJR引數同一般寫法)
G04暫停
G40/G41/G42刀尖刀尖
G65/G66/G67用戶程序呼叫
6. 極座標插補啟動後，平面功能(G17/G18/G19)被取消；待極座標插補取消或是系統復位後，系統回覆啟動前所宣告平面。
7. 極座標插補啟動後，座標系無法改變(G50/G52/G53/G54~G59)。
8. 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。
9. 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。
10. 極座標插補模式下，刀徑補償不能選擇預看模式(PR3815=1)。
11. 程序再啟動：對於G12.1方式中的程序段，不能進行程式的再啟動，以避免路徑錯誤。
12. 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，確保後續的進刀角度相同。(可參考范例)
13. 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。
14. 極座標插補功能不能和五軸刀尖點功能(G43.4/G43.5)混用。
15. 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。
16. 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軸會聽從 Pr4020 編程設定值。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_。
17. 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；其動作成因在於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。

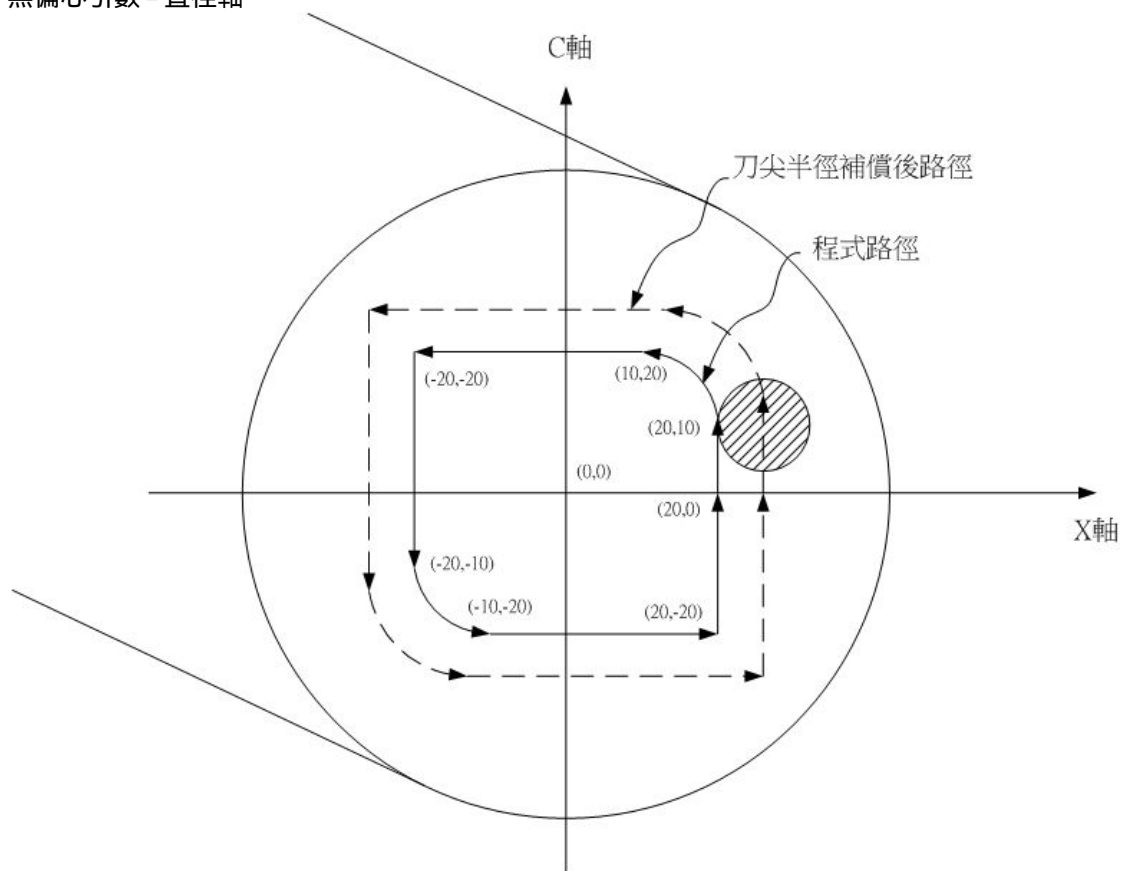
2.12.4 程序范例

1. 無偏心引數 - 半徑軸



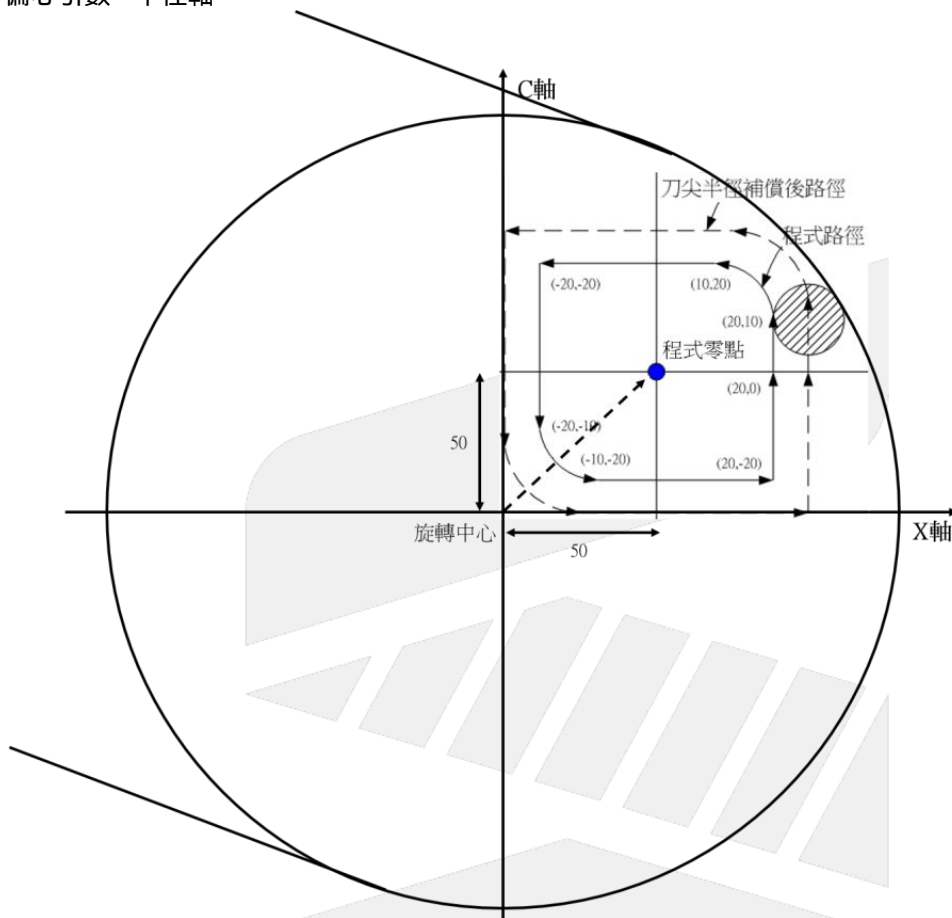
```
T0101;  
G00 X110. C0. Z0.;//到定位點  
G40 G94;  
G12.1;//極座標插補開始  
//使用直角座標系X-C平面編寫程序  
G42 X55.;//增加一個移動量為0的單節  
G01 X20. F100.;  
C10.;  
G03 X10. C20. R10.;  
G01 X-20.;  
C-10.;  
G03 X-10. C-20. R10.;  
G01 X20.;  
C0;  
G40 X55.;  
G13.1;//極座標插補取消  
M30;
```

2. 無偏心引數 - 直徑軸



```
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平面編寫程序  
G42 X110.;//增加一個移動量為0的單節  
G01 X40. F100.;  
C10.;  
G03 X20. C20. R10.;  
G01 X-40.;  
C-10.;  
G03 X-20. C-20. R10.;  
G01 X40.;  
C0;  
G40 X110.;  
G13.1;//極座標插補取消  
M30;
```

3. 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平面編寫程序
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;
    
```

4. 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希望改以Y軸作為線性軸，則可以使用「可程序資料輸入(G10)」，產生客制G12.1
 G10 L1301 X_C_I_J_R_;

X_: 直線軸ID
C_: 回轉軸ID
I_: 程序零點相較旋轉中心的X方向偏心率
J_: 程序零點相較旋轉中心的C方向偏心率
R_: 0:取消極座標插補、1:啟動極座標插補(直線軸使用半徑軸編程)、2:啟動極座標插補(直線軸使用直徑軸編程)

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
#33:=1+#4020; // 直半徑軸參數
// get Y axis diameter/radius programming before G12.1 enable
#34 := ROUND( POW( 2, #30 ) );
#35 := #1814 AND #34;

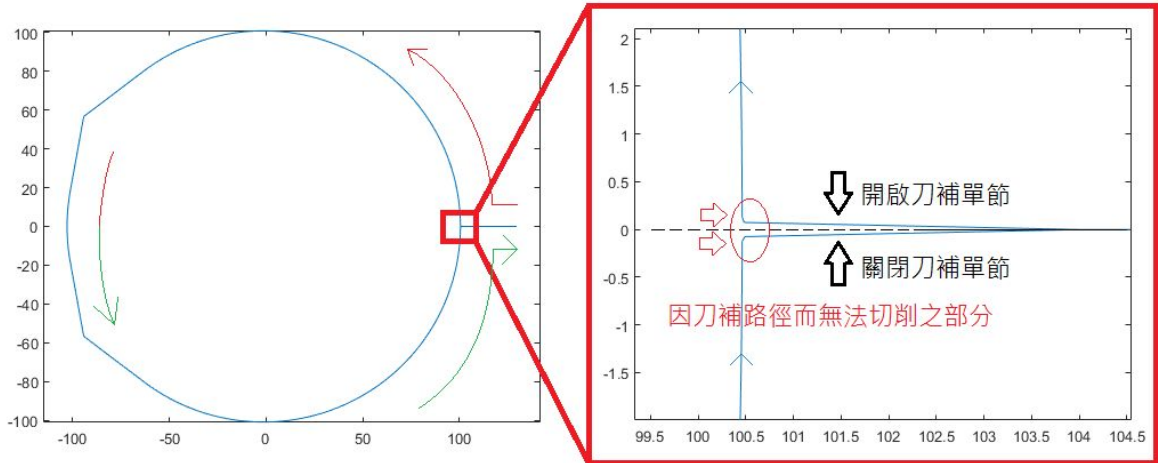
IF (#25 = #0) THEN
  #25 := 0;
END_IF;
IF (#3 = #0) THEN
  #3 := 0;
END_IF;
IF ((#30=#0) OR (#30<=0) OR (#31=#0) OR (#31<=0)) THEN
  ALARM( 19);
  M99;
END_IF;

// 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 R#33; // 啟用極座標插補模式，指定為Y-C
IF ( #35 = 0 AND #4020 = 1 ) THEN
  Y( #1412 * 2.0 - #25 ) C-#3;
ELSEIF ( #35 > 0 AND #4020 = 0 ) THEN
  Y( #1412 / 2.0 - #25 ) C-#3;
ELSE
  Y( #1412 - #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)

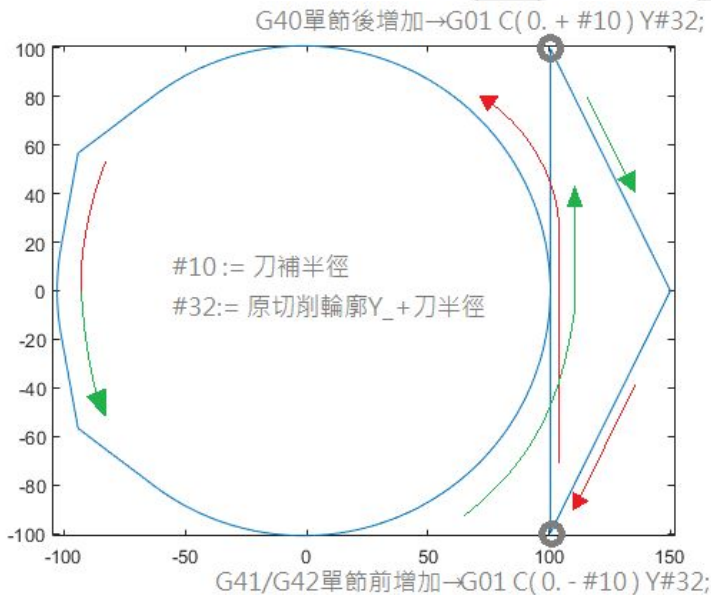


故建議加工檔應設計適當帶刀單節，讓路徑可以沿輪廓切線進入。假設切削輪廓頭尾位置命令皆C0，而最簡易的規劃為：

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(使用宏制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

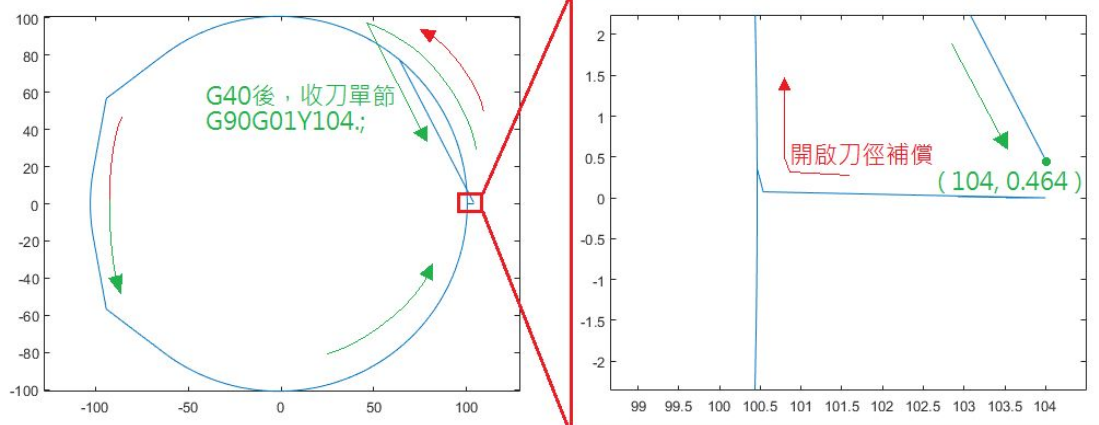
G90G01 F1600;
G01 C-99.86 Y100.462; // #32 := 0.602 + #10; 切削輪廓加上刀半徑, 故99.86 + 0.602 = 100.462
                        // #G01 C(0. - #10) Y#32; 補適當帶刀單節, Y_移動至100.462, 而C_移動刀半徑之距離
離
G42 D13 C0. Y0.602;
// 切削輪廓
// =====
G03 C0.464 Y0.383 R0.602;
G03 C0.536 Y-2.952 R2.69;
G03 C-0.536 Y-2.952 R3.0;
G03 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

5. 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, 若以規畫重複路徑方式移動至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;
```

2.13 G17/G18/G19-工作平面設定(C-Type)

2.13.1 指令格式

G17: 設定X-Y工作平面
G18: 設定Z-X工作平面 (控制器內定)
G19: 設定Y-Z工作平面

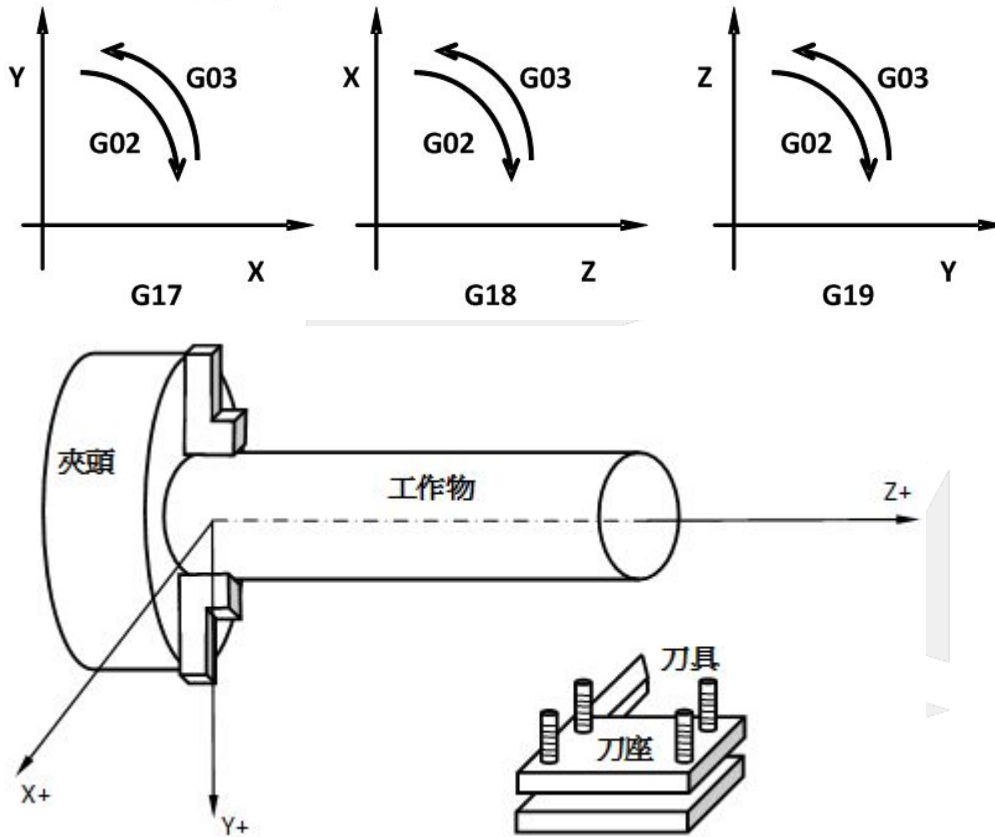
2.13.2 說明

- 當使用到圓弧指令、刀具半徑補正指令時，必須先使用G17、G18、G19來設定切削平面，告知控制器加工平面。
- 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：
 - 控制器會根據**軸名稱**將軸向分成三種類別。
 - X類別：X, X1~X99, U, U1~U99, A, A1~A99。
 - Y類別：Y, Y1~Y99, V, V1~V99, B, B1~B99。
 - Z類別：Z, Z1~Z99, W, W1~W99, C, C1~C99。
 - X類別的軸向有資格被選當作X方向的軸；Y類別的軸向有資格被選當作Y方向的軸；Z類別的軸向有資格被選當作Z方向的軸。
 - 同一類別里面，若有多個軸時，以上述描述的順序，越前面的越優先被選擇。
 - 若有類別都沒有對應的軸向，此時，會從沒有被選為幾何軸的軸里面，選擇軸ID最小的軸。
 - 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。
 - 以兩軸車床（Z、X軸）為例，就只剩下G18工作平面可使用。
 - 一個軸向不會同時被選為兩種幾何軸。

2.13.3 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。

2.13.4 圖例



2.13.5 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。

2.13.6 附錄

附錄

2.13.7 說明

1. 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）：
 - a. 軸向指令中，軸類別為X、Y、Z、U、V、W的軸，優先依照軸類別、軸ID由小到大分到幾何軸（與宣告順序無關）。
 - b. 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）。
 - c. 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）

2.13.8 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、且軸ID最小的Z2軸被指定為Z幾何軸。
2. G17需要X、Y幾何軸，但G17單節後方並沒有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、X幾何軸，但G18單節後方並沒有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。

2.14 G20-外(內)徑車削循環(C-Type)

2.14.1 指令格式

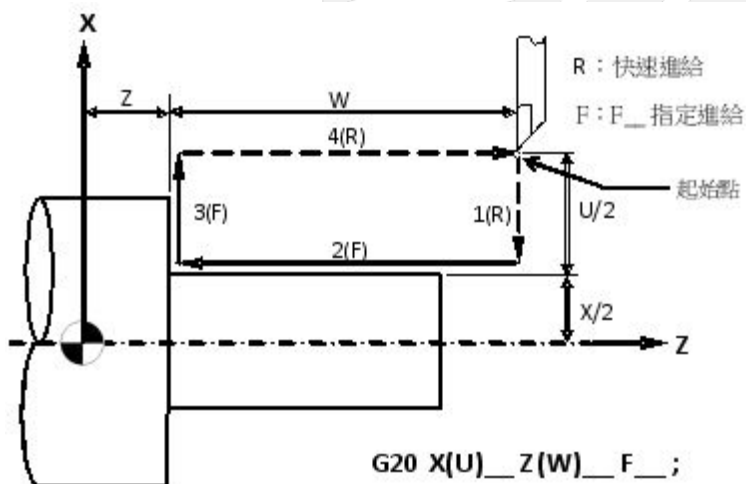
1. 軸向直線車削循環: $G20 X(U)_ Z(W)_ F__;$
 2. 軸向錐度車削循環: $G20 X(U)_ Z(W)_ R__ F__;\langle\langle$
- X、Z: 車削終點座標(絕對值方式)
U、W: 車削終點座標(增進刀值方式)
R: 起始點與終點之半徑差異進刀
F: 進給進刀

2.14.2 說明

G20指令用於車削外(內)徑及錐度之軸向循環。循環之功用為將數個單節指令的車削形狀，在循環指令只用1個單節即可，使加工程序簡單化。

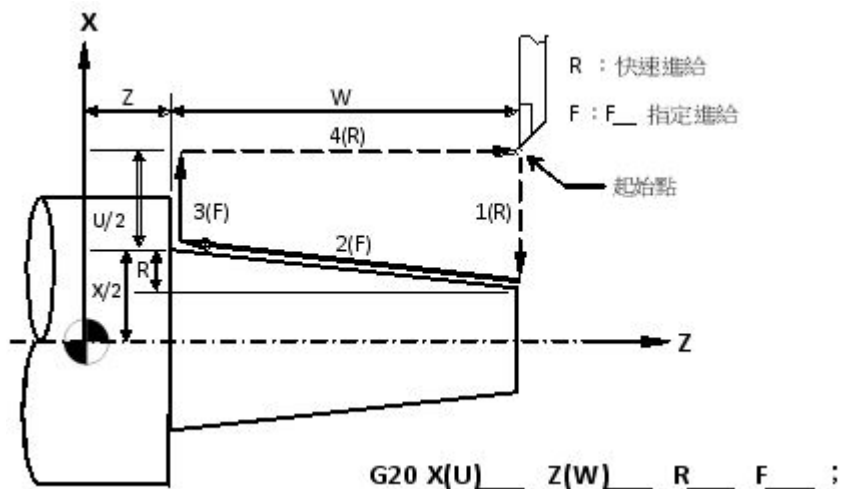
X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。

軸向直線車削循環



SYNTEC

軸向錐度車削循環



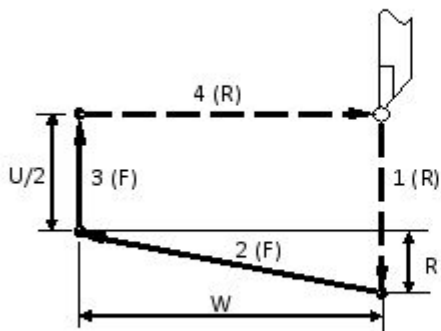
動作說明

1. 循環前應先將刀具快定位至起始點;
2. 執行G20指令後，刀具先在X軸向快速移動至欲進刀的X(U)之座標位置;
3. 接著刀具以所指定之F(進給率)的進刀速率，朝所指定的X(U)、Z(W)座標位置進刀;
4. 進刀結束，刀具自動快速退回起始點;
5. 到起始點後，刀具就繼續依每次所改變之X(U)值一次次重覆路徑之循環;
6. 車削到所指定之尺寸，刀具最後會停在起始點，等待下一次的循環。

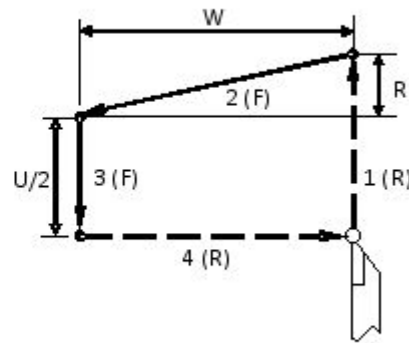
※ 當使用增進刀值方式時，位址U、W及R後數值的正負號判別及刀具路徑的關係如下：

SYNTEC

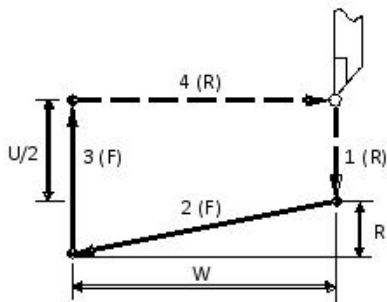
(a). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$



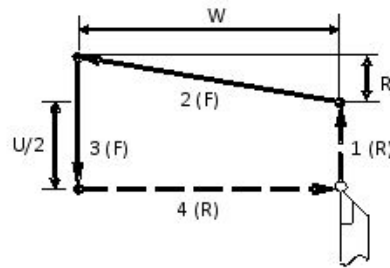
(b). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$



(c). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0 \cdot \text{at } |R| \cong |U/2|$

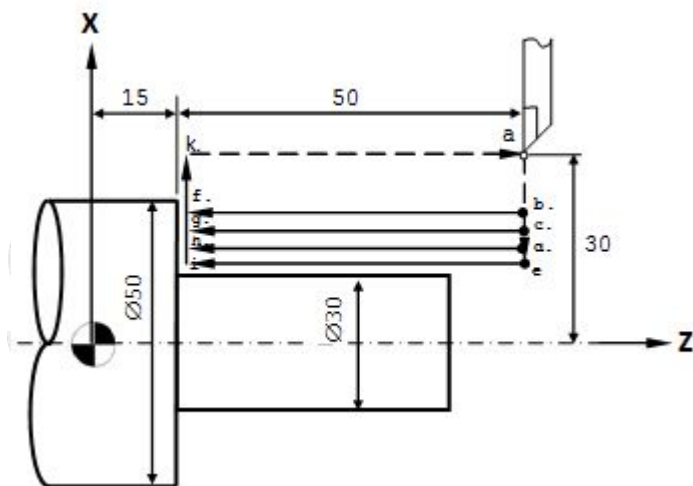


(d). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0 \cdot \text{at } |R| \cong |U/2|$



2.14.3 程式范例1

軸向直線車削循環

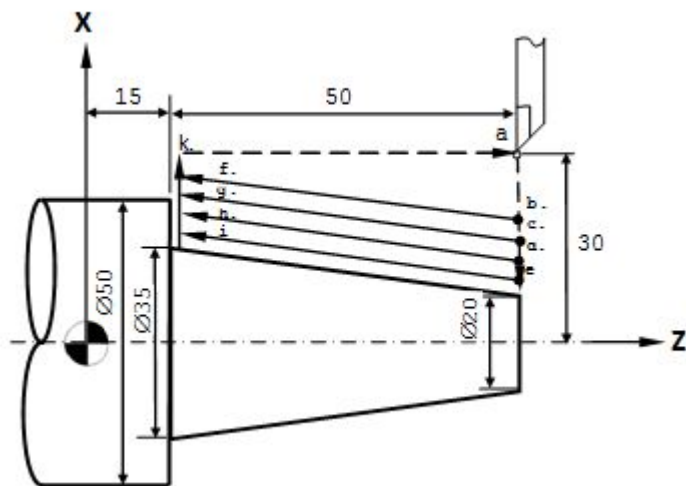


G92 S5000; //最高轉速5000 rpm
 T01; //使用1號刀具
 G96 S130 M03; //周速一定, 表面速度 130 m/min, 主軸正轉


```
M08; //打開切削劑
G00 X60.0 Z65.0; //快速定位至 a.(起始點)
G20 X45.0 Z15.0 F0.6; //執行軸向車削循環，進給率 0.6 mm/rev,
//a.->b.->f.->k.->a.
X40.0; //a.->c.->g.->k.->a.
X35.0; //a.->d.->h.->k.->a.
X30.0; //a.->e.->i.->k.->a.
G28 X60.0 Z70.0; //先快速至指定之中間點，然後回歸到機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.14.4 程式范例2

軸向錐度車削循環



```
G92 S5000; //最高轉速5000 rpm
T01; //使用1號刀具
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，主軸正轉
M08; //打開切削劑
G00 X60.0 Z65.0; //快速定位至 a.(起始點)
G20 X53.0 Z15.0 R-7.5 F0.6; //執行軸向車削循環，進給率
// 0.6 mm/rev, a.->b.->f.->k.->a.
X48.0; //a.->c.->g.->k.->a.
X42.0; //a.->d.->h.->k.->a.
X35.0; //a.->e.->i.->k.->a.
G28 X60.0 Z70.0; //先快速至指定之中間點，然後回歸到機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.15 G21.2-螺紋車削中段進刀循環(C-Type)

2.15.1 指令格式

1. 直線平行螺紋車削循環:

G21.2 X(U)_Z(W)_H_ (F_or E_);

X、Z: 車削終點座標(絕對值方式)

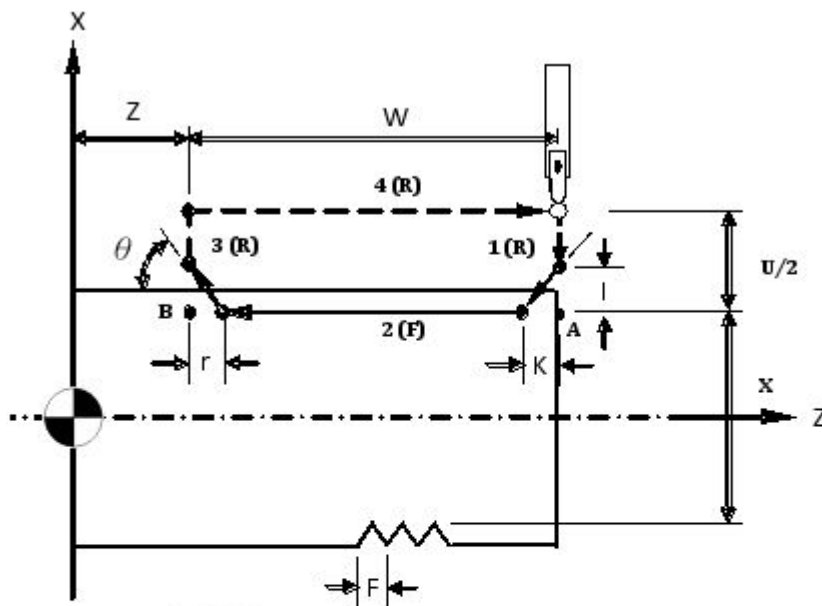
U、W: 車削終點座標(增量值方式)

R: 錐度差異量

F: 公制螺紋之導程(單位: mm/牙)

E: 英制螺紋之導程(單位: 牙/inch)

H: 多牙嘴個數(ex: H3表示車削3線螺紋, 有下H指令時, F指的是相鄰螺牙的螺距)



(R) : 快速進給

(F) : F_ 指定螺紋導程

r : 螺紋車削之倒角量, 由參數 #4043 設定

θ : 螺紋車削之倒角角度, 由參數 #4018 設定

K : 螺紋車削之進刀量, 由參數 #4046 設定

I : 螺紋車削之進刀高度, 由參數 #4047 設定

2. 錐度螺紋車削循環:

G21.2 X(U)_Z(W)_R_H_ (F_or E_);

X、Z: 車削終點座標(絕對值方式)

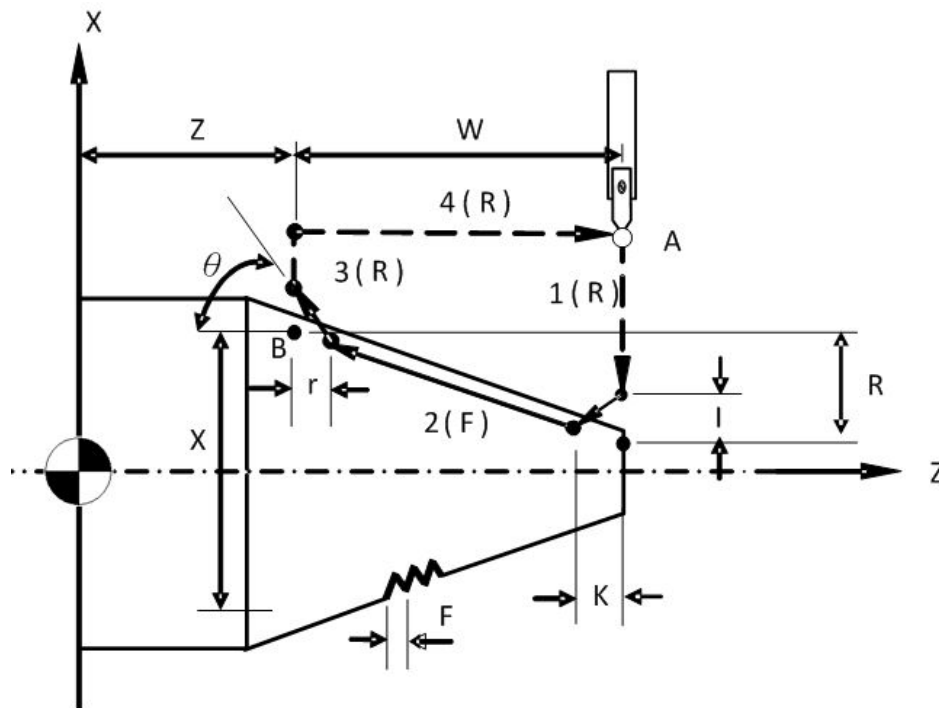
U、W: 車削終點座標(增量值方式)

R: 錐度差異量

F: 公制螺紋之導程(單位: mm/牙)

E: 英制螺紋之導程(單位: 牙/inch)

H: 多牙嘴個數(ex: H3表示車削3線螺紋, 有下H指令時, F指的是相鄰螺牙的螺距)



(R)：快速進給

(F)：F__ 指定螺紋導程

r：螺紋車削之倒角量，由參數 #4043 設定

θ ：螺紋車削之倒角角度，由參數 #4018 設定

K：螺紋車削之進刀量，由參數 #4046 設定

I：螺紋車削之進刀高度，由參數 #4047 設定

2.15.2 說明

G21指令用於螺紋的車削循環，將螺紋車削、退刀、快動回安全點等指令，簡化為單一指令。

G21.2不同於G21處，在於提供螺紋車削的進刀參數設定；當車削的牙段在棒材中，無法從棒材外加速時，可用G21.2避免第一牙牙壁的破壞。

G21.2提供平行螺紋與斜面螺紋車削循環。

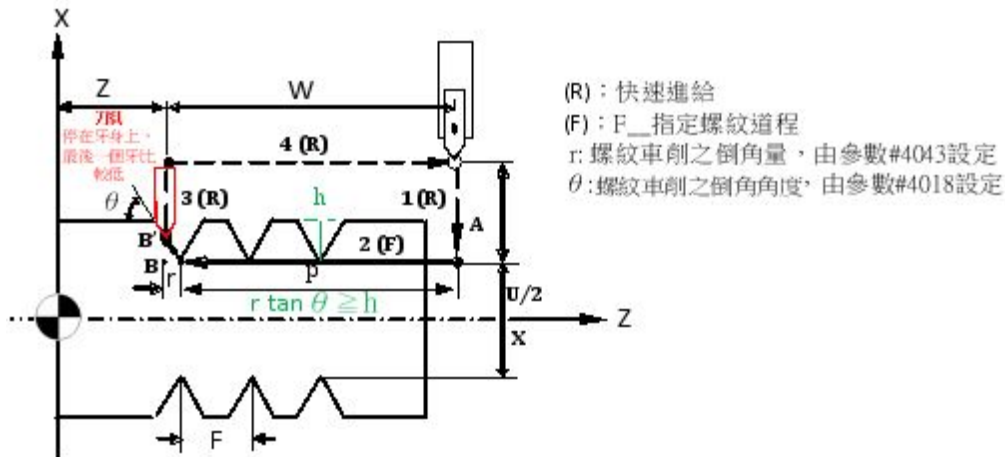
X軸僅支援設定為直徑軸。

動作說明

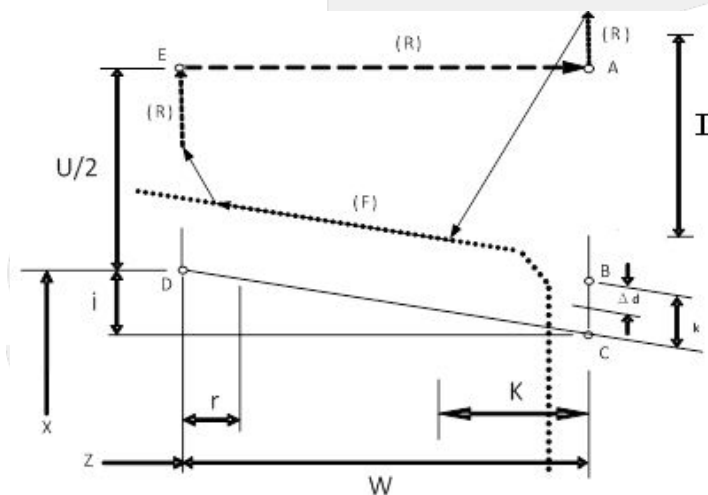
1. 循環前應先將刀具快定位至起始點；
2. 執行G21指令後，刀具先在X軸向快速移動至欲進刀的X(U)之座標位置；
3. 接著刀具以所指定之F 導程之移動速率，朝所指定的X(U)、Z(W)座標位置進刀車牙；
4. 進刀結束，刀具自動快速退回起始點；
5. 到起始點後，刀具就繼續依每次所改變之X(U)牙深(其改變之差值為每次進刀量，可參考本手冊G33螺紋切削指令內之進刀量參考表來指定)一次次重覆路徑之循環；
6. 車削到所指定之尺寸，刀具最後會停在起始點，等待下一次的循環。

2.15.3 注意事項

1. 使用G21.2指令，請正確設定參數4046與4047；當4046與4047任一者為0時，將觸發MACRO警報19「螺紋進刀沒有指定長度或高度」。
2. 參數Pr4018-螺紋車削退刀倒角角度(θ)設定值需要符合實際車牙刀角度，例如實際車牙刀角度60度參數Pr4018設60；
3. 參數Pr4043-設定螺紋車削退刀倒角量(r)設定值需要滿足條件 $r \tan \theta \geq h$ (其中 h 是牙深)。若 r 設太大會影響到螺紋總長度($W=r+p$)。若 r 設太小會讓退刀終點B'停在牙身上，最後一個牙會比較低(參考下面圖形)。

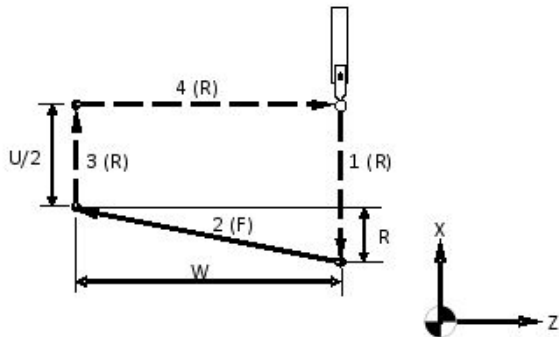


4. 參數Pr4046-螺紋車削進刀倒角量建議等於 0.5pitch ，參數 $\text{Pr4047} = \text{Pr4046} / \tan(0.5 * \text{Pr4018})$ 。
5. 如使用兩個G21.2指令連續切兩段牙，除了設定參數Pr4046；Pr4047外，第二段牙的加工程式要滿足以下條件：
 - a. Z軸進刀點座標需要等於pitch的正整數倍
 - b. 第一次退尾無效牙與第二次進刀無效牙兩者距離需為pitch的正整數倍（參考範例3）。
6. 如果進刀長度加上退刀長度超過Z軸總移動量，將觸發MARCO警報20「螺紋進刀/退刀倒角長度超過Z軸總移動量」。
7. 如果X軸方向的進刀位置高於起始點，為避免刀具和工件干涉，將觸發MARCO警報21「螺紋X軸方向進刀位置高於起始點」，如下圖所示：

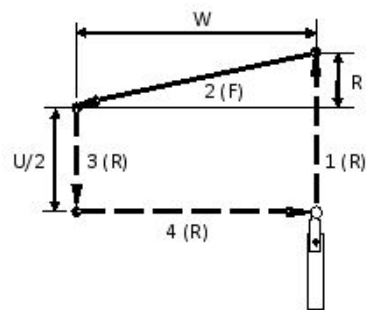


※ 當使用增量值方式時，位址U、W及R後數值的正負號判別及刀具路徑的關係如下：

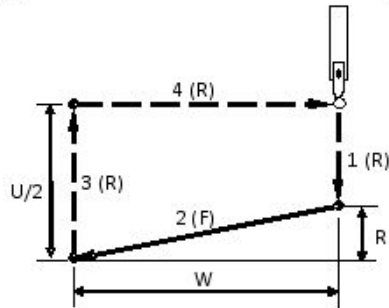
(a). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$



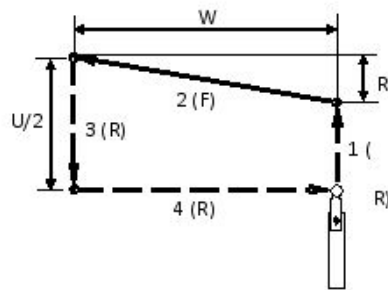
(b). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$



(c). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0 \cdot |R| \leq |U/2|$

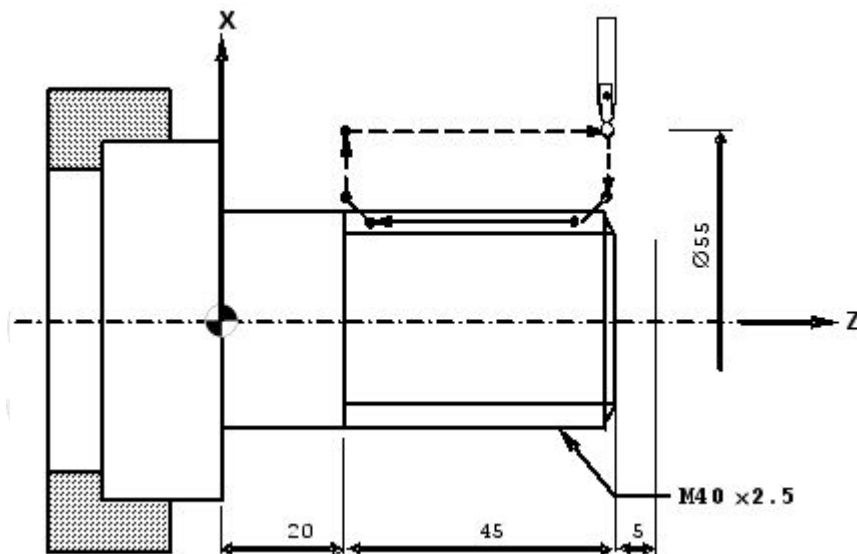


(d). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0 \cdot |R| \leq |U/2|$



2.15.4 程式範例1

直線平行螺紋車削循環，三線螺紋

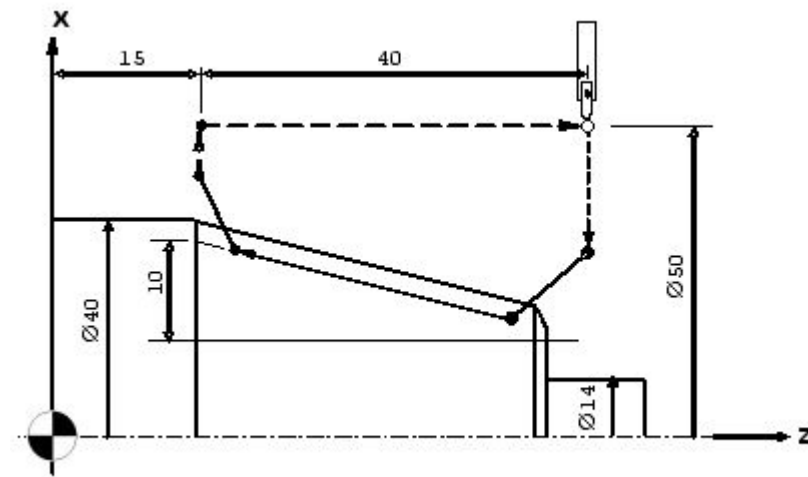


N03T03; //使用3號刀具
 G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm

```
G00 X50.0 Z65.0; //快速定位至循環起始點
M08; //打開切削劑
G21.2 X39.0 Z20.0 H3 F2.5; //執行螺紋車削循環，三線螺紋，第一循環
X38.3; //第二循環
X37.7; //第三循環
X37.3; //第四循環
X36.9; //第五循環
X36.75; //第六循環
G28 X60.0 Z75.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.15.5 程式範例2

錐度螺紋車削循環，單線螺紋



```
N03T03; //使用3號刀具
G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
G00 X50.0 Z55.0; //快速定位至循環起始點
M08; //打開切削劑
G21.2 X39.0 Z15.0 R-10.0 F2.5; //執行錐度螺紋車削循環，第一循環
X38.3; //第二循環
X37.7; //第三循環
X37.3; //第四循環
X36.9; //第五循環
X36.75; //第六循環
G28 X60.0 Z70.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.15.6 程式範例3

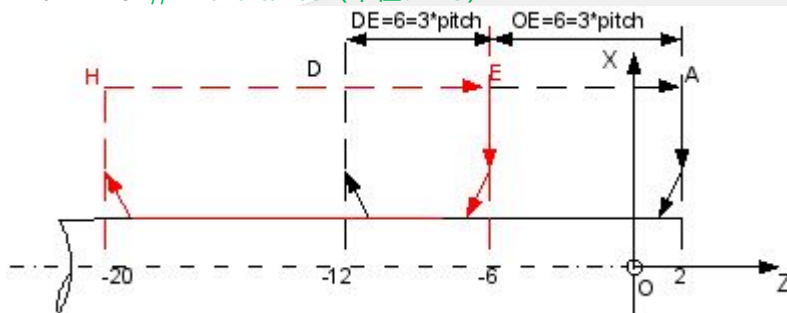
車20mm長度的圓棒材，使用兩個G21.2連續切兩段牙（牙距2mm，角度60）。第一段從Z2到Z-12。第二段從Z-6到Z-20。

1. 加工程式：

```
T0404 //使用4號刀具  
M03 S1500 //主軸正轉 1500 rpm  
M98 H11 //呼叫副程式，從N11開始  
M98 H12 //呼叫副程式，從N12開始  
M30  
N11  
G0X50. Y0. //快速移動至循環起始點  
Z2. //第一段進刀點 Z2  
G21.2X15.65Z-12. F2.0; //第一段螺紋車削循環，退刀點 Z-12，第一循環  
X15.25 //第二循環  
X14.85 //第三循環  
M99  
N12  
G0X50. Y0. //快速移動至循環起始點  
Z-6. //第二段進刀點 Z-6  
G21.2X15.65Z-20. F2.0; //第二段螺紋車削循環，退刀點 Z-20，第一循環  
X15.25 //第二循環  
X14.85 //第三循環  
M99
```

2. 參數設定

```
Pr4018= 60 //車牙刀角度  
Pr4046= 1000 //0.5pitch= 1mm (單位: LIU)  
Pr4043= 5 //0.5pitch (單位: 0.1牙距)  
Pr4047=1732 //Pr4046*tan60 (單位: LIU)
```



2.16 G21-螺紋車削循環(C-Type)

2.16.1 指令格式

1. 直線平行螺紋車削循環：

G21 X(U)_Z(W)_H_ (F___ or E___);

2. 錐度螺紋車削循環：

G21 X(U)_Z(W)_R_H_ (F___ or E___);

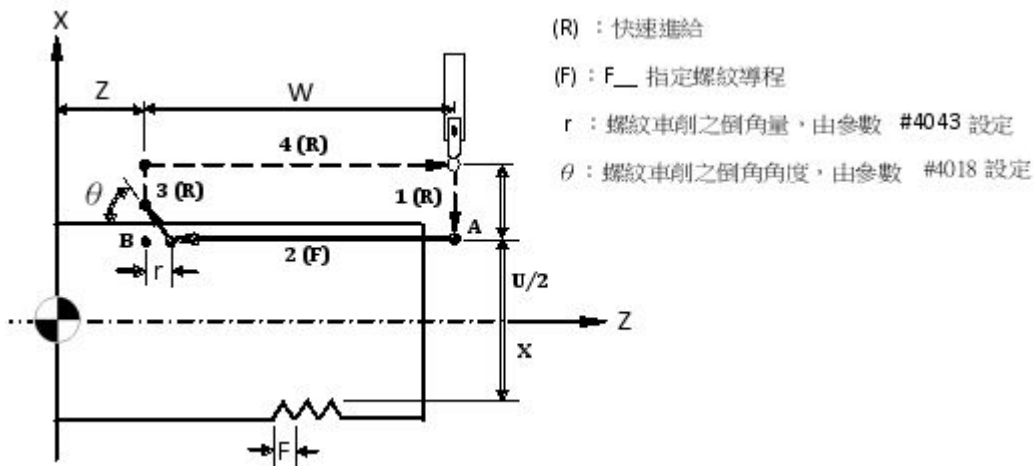
- X、Z: 車削終點座標(絕對值方式)
- U、W: 車削終點座標(增量值方式)
- R: 錐度差異量
- F: 公制螺紋之導程(單位: G70 - inch/牙, G71 - mm/牙)
- E: 英制螺紋之導程(單位: 牙/inch, 若F和E同時下, 則E引數被忽略)
- H: 多牙嘴個數(ex: H3表示車削3線螺紋, 有下H指令時, F: 指的是相鄰螺牙的螺距)

2.16.2 說明

G21指令用於螺紋的車削循環, 將須要重覆性的數個螺紋車削單節, 簡單化為一單節即可。
 X軸僅支援設定為直徑軸。

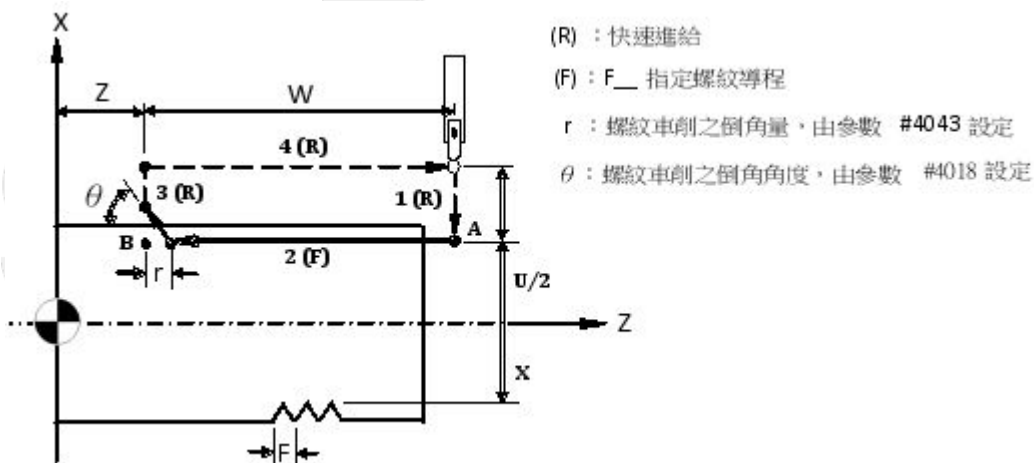
直線平行螺紋車削循環

G21 X(U)___ Z(W)___ F___;



錐度螺紋車削循環

G21 X(U)___ Z(W)___ R___ F___;

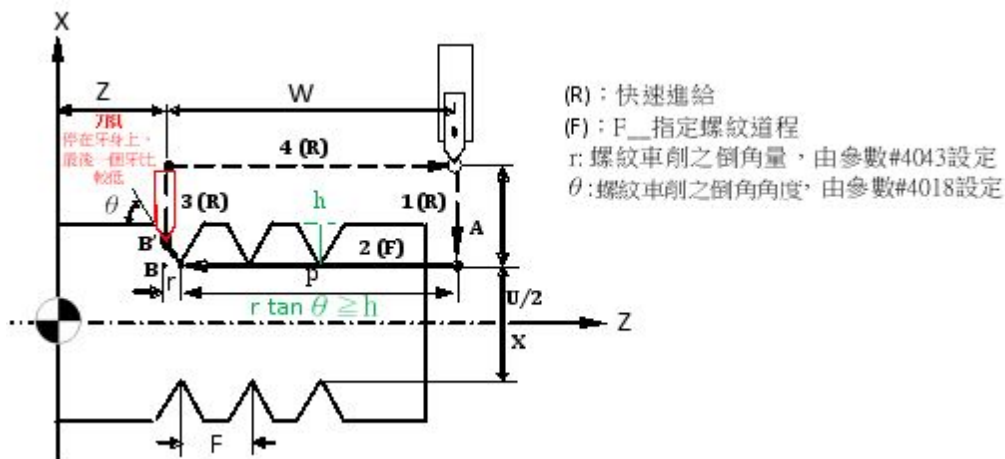


動作說明

1. 循環前應先將刀具快定位至起始點;
2. 執行G21指令後, 刀具先在X軸向快速移動至欲進刀的X(U)之座標位置;
3. 接著刀具以所指定之F 導程之移動速率, 朝所指定的X(U)、Z(W)座標位置進刀;
4. 進刀結束, 刀具自動快速退回起始點;
5. 到起始點後, 刀具就繼續依每次所改變之X(U) 值(其改變之差值為每次進刀量, 可參考本手冊G33螺紋切削指令內之進刀量參考表來指定)一次次重覆路徑之循環;
6. 車削到所指定之尺寸, 刀具最後會停在起始點, 等待下一次的循環。

2.16.3 注意事項

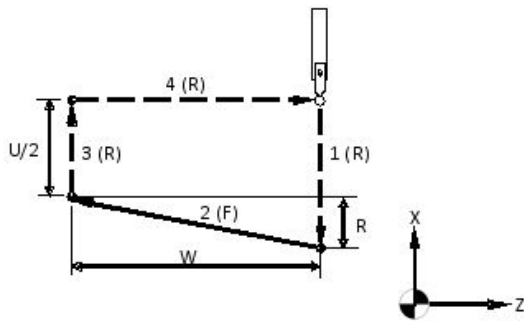
1. 10.114.56E/10.116.0E/10.116.5(含)之後, 主軸倍率全程鎖定為進入車牙循環時的倍率設定。也就是說車牙循環中倍率旋扭控制無效, 直到離開車牙循環。
2. 承上, 10.114.56E/10.116.0E/10.116.5之前, 主軸倍率在進刀時鎖定為100%; 退刀時則回覆成倍率旋扭控制, 因此若在主軸倍率不為100%下進行車牙, 將出現主軸頻繁加減速之情形。
3. 參數Pr4018-螺紋車削退刀倒角角度(θ)設定值需要符合實際車牙刀角度, 例如實際車牙刀角度60度 參數Pr4018設60;
4. 參數Pr4043-設定螺紋車削退刀倒角量(r)設定值需要滿足條件 $r \tan \theta \geq h$ (其中 h 是牙深)。若 r 設太大會影響到螺紋總長度($W=r+p$)。若 r 設太小會讓退刀終點B'停在牙身上, 最後一個牙會比較低(參考下面圖形)。



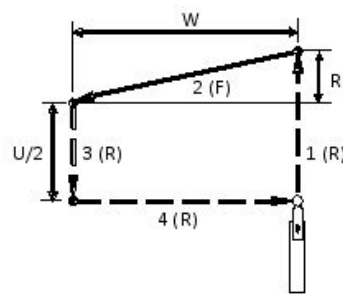
SYNTEC

5. 當使用增量值方式時，位址U、W及R後數值的正負號判別及刀具路徑的關係如下：

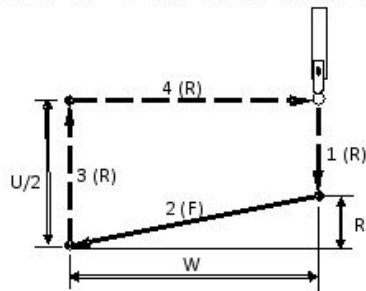
(a). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$



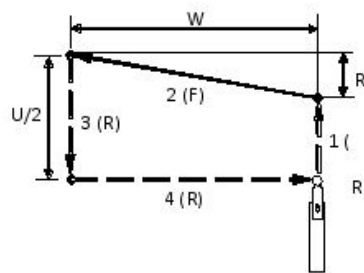
(b). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$



(c). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$, at $|R| \leq U/2$

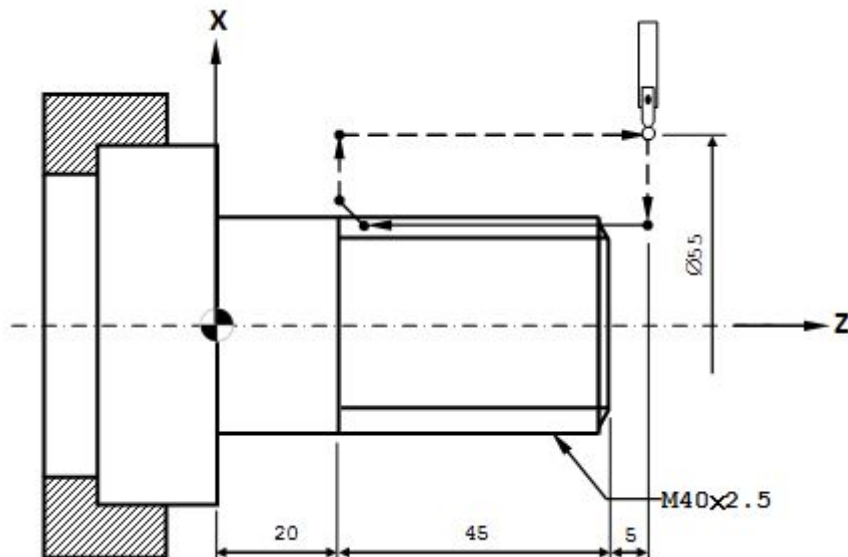


(d). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$, at $|R| \leq U/2$



2.16.4 程式範例1

直線平行螺紋車削循環，三線螺紋

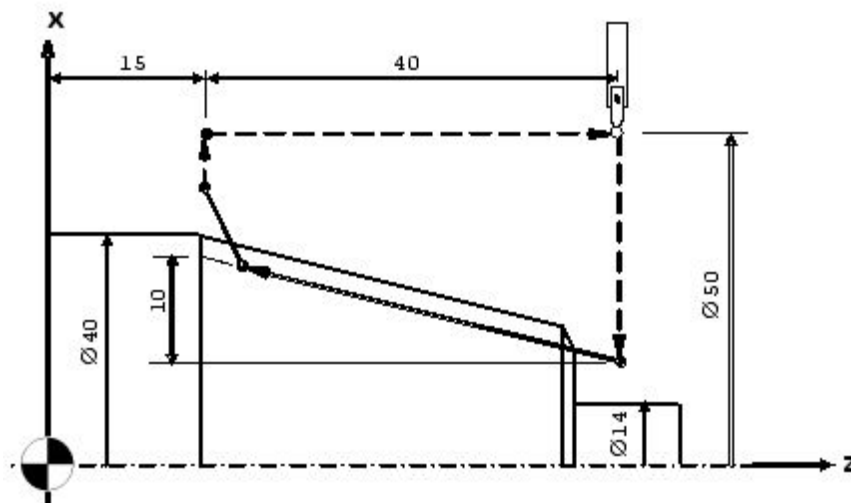


T03; //使用3號刀具
 G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
 G00 X50.0 Z70.0; //快速定位至循環起始點
 M08; //打開切削劑
 G21 X39.0 Z20.0 H3 F2.5; //執行螺紋車削循環，三線螺紋，第一循環
 X38.3; //第二循環

```
X37.7; //第三循環  
X37.3; //第四循環  
X36.9; //第五循環  
X36.75; //第六循環  
G28 X60.0 Z75.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點  
M09; //關閉切削劑  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.16.5 程式範例2

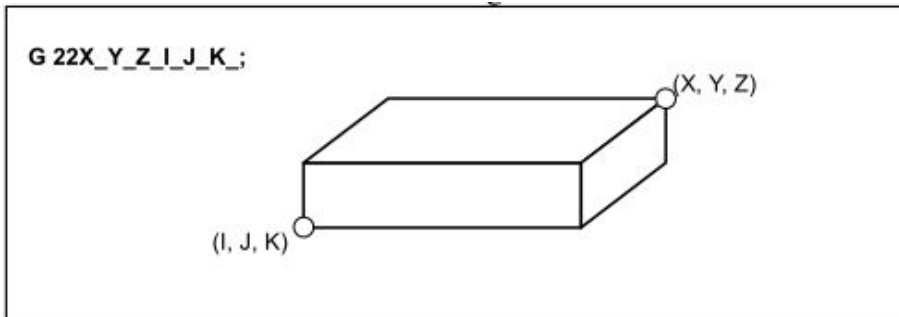
錐度螺紋車削循環，單線螺紋



```
T03; //使用3號刀具  
G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm  
G00 X50.0 Z55.0; //快速定位至循環起始點  
M08; //打開切削劑  
G21 X39.0 Z15.0 R-10.0 F2.5; //執行錐度螺紋車削循環，第一循環  
X38.3; //第二循環  
X37.7; //第三循環  
X37.3; //第四循環  
X36.9; //第五循環  
X36.75; //第六循環  
G28 X60.0 Z70.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點  
M09; //關閉切削劑  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.17 G22/G23-啟用/取消 第二軟體行程極限(C-Type)

2.17.1 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

2.17.2 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三軸的保護範圍。
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決定保護範圍為設定範圍的內側或外側。
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範圍，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範圍依據。

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，保護範圍相同。例如G22 X100. I200.與G22 X200. I100.的保護範圍相同。
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. 為保護範圍G22X10. I0.表示X0. ~ X10. 為保護範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，此一範圍將被宣告至X2、Y2、Z2軸。

2.17.3 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.x之後的版本
P.S. 更多說明請參考軟體行程極限應用手冊

2.18 G24-端面車削循環(C-Type)

2.18.1 指令格式

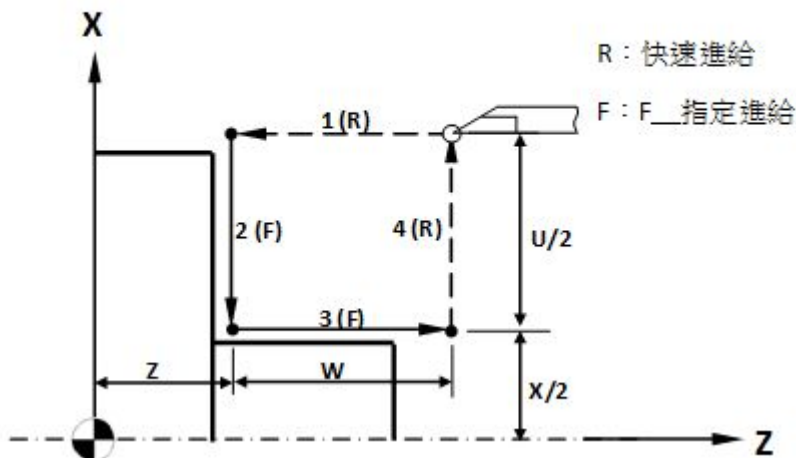
1. 徑向直線車削循環：G24 X(U)___ Z(W)___ F___；
 2. 徑向錐度車削循環：G24 X(U)___ Z(W)___ R___ F___；
- X、Z：車削終點座標(絕對值方式)
U、W：車削終點座標(增量值方式)
R：起始點與終點之長度差異量
F：進給量

2.18.2 說明

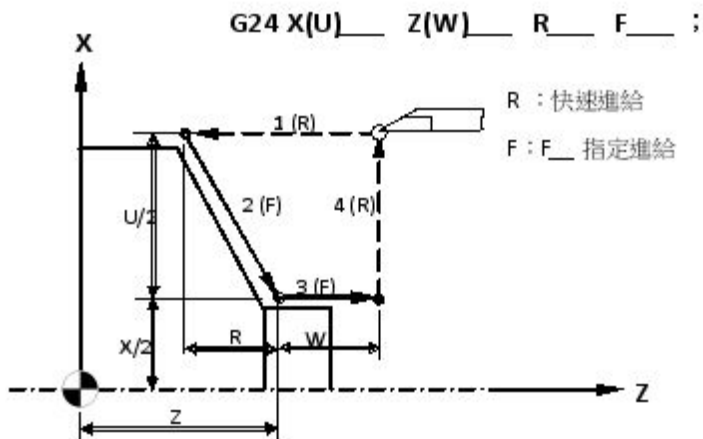
G24指令用於車削端面之徑向循環，將須要重覆性的數個端面車削單節，簡單化為一單節即可。
X軸僅支援設定為直徑軸。

徑向直線車削循環

G24 X(U)___ Z(W)___ F___；



徑向錐度車削循環

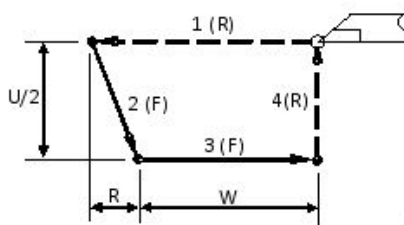


動作說明

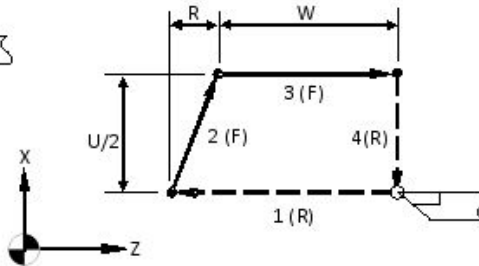
1. 循環前應先將刀具快定位至起始點;
2. 執行G24指令後，刀具先在Z軸向快速移動至欲進刀的Z(W)之座標位置;
3. 接著刀具以所指定之F(進給率)的進刀速率，朝所指定的X(U)、Z(W)座標位置進刀;
4. 進刀結束，刀具自動快速退回起始點;
5. 到起始點後，刀具就繼續依每次所改變之Z(W)值一次次重覆路徑之循環;
6. 車削到所指定之尺寸，刀具最後會停在起始點，等待下一次的循環。

※ 在增量程式制作，位置U、W及R後數值的正負號判別及刀具路徑的關係如下：

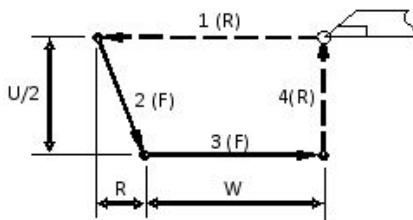
(a). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$



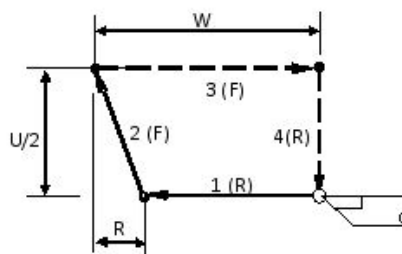
(b). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R < 0$



(c). $U < 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$, at $|R| \leq |W|$

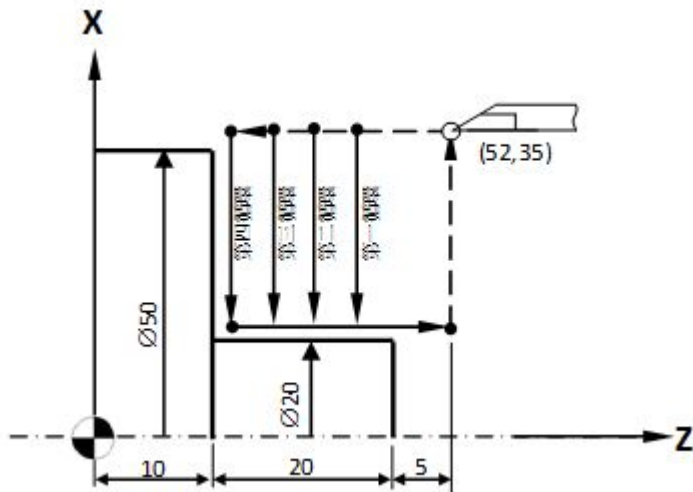


(d). $U > 0 \cdot W < 0 \cdot R > 0$, at $|R| \leq |W|$



2.18.3 程式范例1

徑向直線車削循環

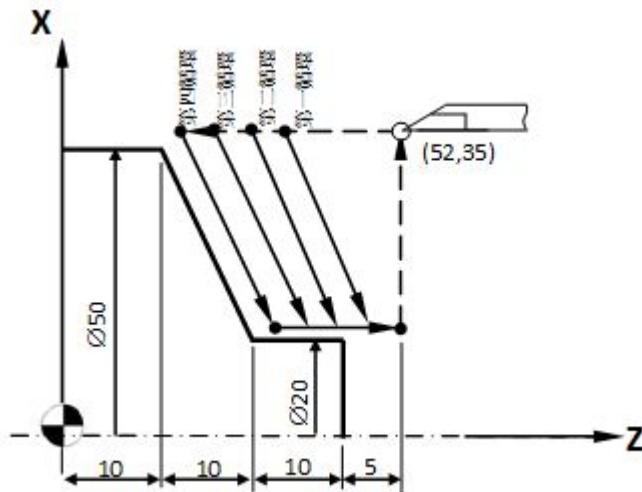


```
G92 S3000; //最高轉數速限制3000 rpm
T01; //使用1號刀具
G96 S130 M03; //周速一定, 表面速度130 m/min
M08; //打開切削劑
G00 X52.0 Z35.0; //快速定位至循環起始點
G24 X20.0 Z25.0 F0.6; //執行徑向直線車削循環
//進給率 0.6 mm/rev, 第一循環
Z20.0; //第二循環
Z15.0; //第三循環
Z10.0; //第四循環
G28 X70.0 Z40.0; //快速移動至指定中間點, 然後復歸到機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

SYNTEC

2.18.4 程式范例2

徑向錐度車削循環



```
G92 S3000; //最高轉數速限制3000 rpm
T01; //使用1號刀具
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度130 m/min
M08; //打開切削劑
G00 X52.0 Z35.0; //快速定位至循環起始點
G24 X20.0 Z32.0 R-10.0 F0.6; //執行徑向錐度車削循環，
//進給率 0.6 mm/rev，第一循環
Z28.0; //第二循環
Z24.0; //第三循環
Z20.0; //第四循環
G28 X70.0 Z35.0; //快速移動至指定的中間點，然後復歸到機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.19 G28-參考點復歸(C-Type)

2.19.1 指令格式

```
G28 X(U)___ Z(W)___;
```

X、Z：表示指定的中間點(絕對值方式)
U、W：表示指定的中間點(增量值方式)

2.19.2 說明

G28指令執行時，以G00之移動速度，先移動刀具至指定之中間點，再自動回到參考點(機械原點)；其主要目地為刀具回歸參考點途中避開工作物，以免造成工作物與刀具碰撞。

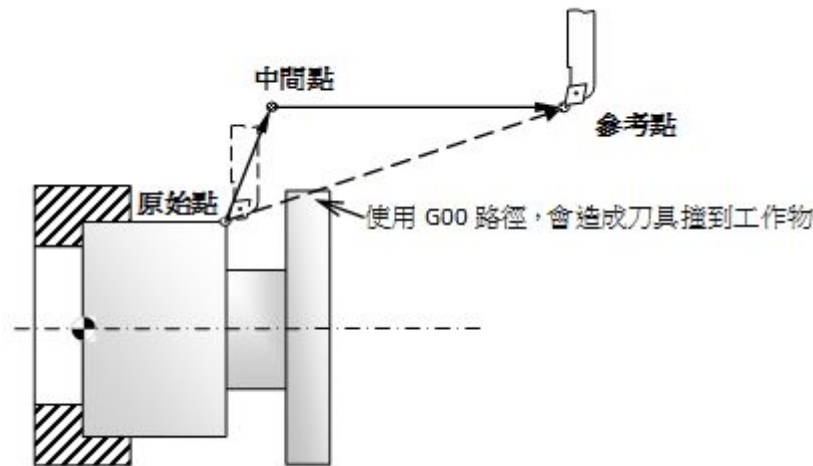
以絕對值指令時，為所欲到達中間點絕對座標值；以增量值指令時，則為起始點到中間點之增量距離。

※注意：

1. G28指令執行前必須將刀具補償機能消除，以確保復歸動作正確無誤。

2. 在軟體版本10.116.10P、10.116.16G之後，G28後方若沒任何引數，則此行程式不執行，直接跳過。若G28之後有G29的使用，也將直接跳過，因為G29找不到中間點。

圖示



補充說明

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。

2.20 G29-從參考點復歸(C-Type)

2.20.1 指令格式

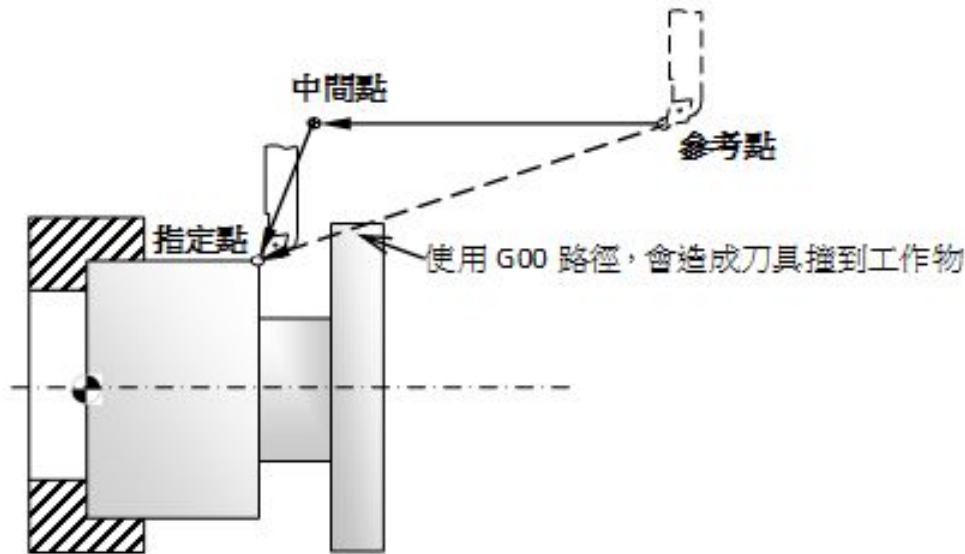
G29 X(U)___ Z(W)___;
X、Z: 指定點(絕對值方式)
U、W: 指定點(增量值方式)

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。

以絕對值指令時，為所欲到達目標點絕對座標值；以增量值指令時，則為中間點到目標點之增量距離。

圖示



2.21 G30-任意參考點回歸(C-Type)

2.21.1 指令格式

G30 Pn X(U)___ Z(W)___;

X、Y、Z: 中間點座標;

Pn: 指定參考點(其設定參數為#2801 ~ #2856)

P1: 機械原點;

P2: 第二參考點;

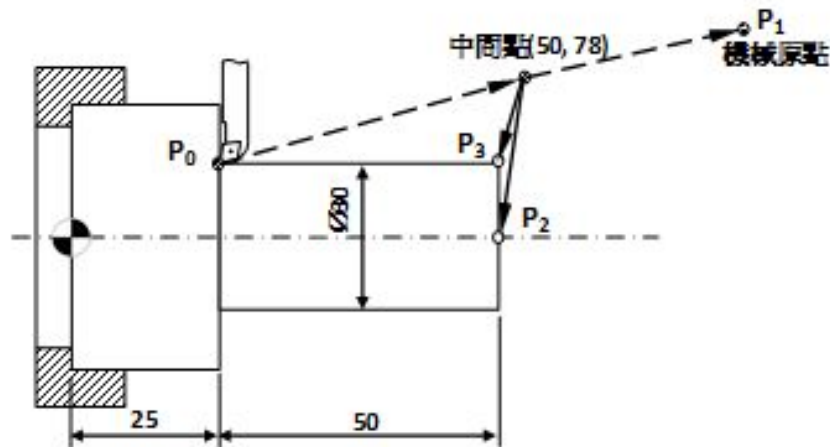
P_省略時內定為P2;

2.21.2 說明

為了換刀及檢測方便，在距機械零點的適當位置以參數另外設定參考點，使刀具不必回到機械零點，提高換刀效率，本指令用法與G28指令用法，除復歸點不同外，其動作都相同。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。移動方式採快速定位G00方式。

<注意>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。

圖示



2.21.3 程式範例

路徑一G30 P01 X50.0 Z78.0;// P₀->中間點->P₁
 路徑二G30 P02 X50.0 Z78.0;// P₀->中間點->P₂
 或 G30 X50.0 Z78.0;//內定P₂
 路徑三G30 P03 X50.0 Z78.0;// P₀->中間點->P₃

2.22 G31-跳越指令(C-Type)

2.22.1 指令格式

G31 X(U)___Z(W)___F___Q___P___;

X、Z: 指定點位置(絕對值方式)

U、W: 指定點位置(增量值方式)

F: 進給速率

Q: 填101~132, 指定跳脫訊號之C BIT; 填201~216, 指定訊號源為安川驅動器EXT1, 分別對應1~16軸

P: 減速時間(ms), 不指定P引數或下P0, 會立即停止G31動作

R: 減速距離(mm/inch)

備注: 訊號來源為C62或C101~或安川串列驅動器EXT1, 請諮詢機械廠配線方式。

2.22.2 說明

1. 跳越功能指令是運用在未知的程式端點, 指定其端點, 當所使用量測器碰觸到阻礙時, 機器接收 LADDER 介面 C BIT 訊號, G31 指令會記錄目前機械位置并跳過 G31 未完成之動作, 繼續執行下一單節。G31 的移動速度與 G01 一樣, 由 F 碼指定。
2. 未指定 Q 時, 則預設 C62 為跳脫訊號。
3. 若下 Q101, 則指定 C101 為跳脫訊號, 以此類推。
4. 若為單節之開始跳脫訊號即啟動, 視為遇到跳脫訊號, 將立即停止 G31 移動, 而執行下一單節。
5. 不指定 P 引數或指定 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。

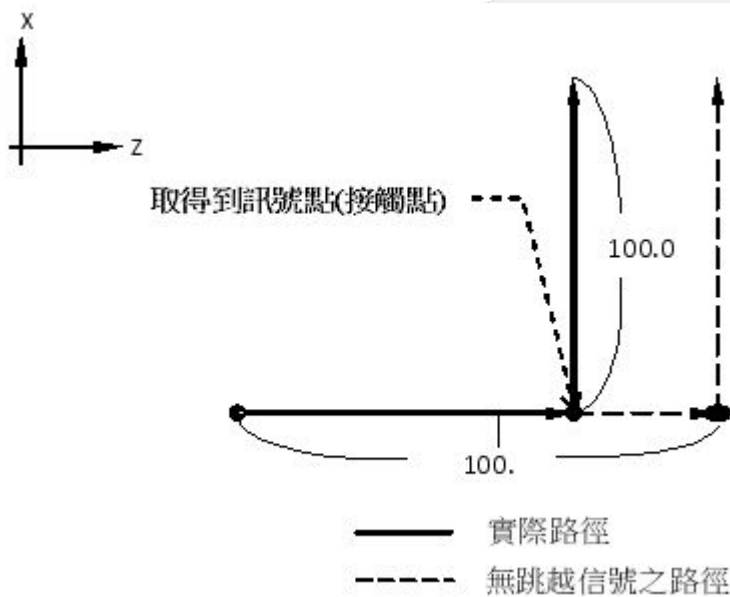
7. P引數不可小於0或非整數，否則會發出警報 COR-64。

補充說明

1. 連續G31指令與LADDER介面搭配時，若使用連續G31且僅想跳脫單個G31單節時，該C BIT請用上緣觸發，以避免多個G31被跳脫。
2. 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才掃描到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。

2.22.3 程式范例1

增量值方式

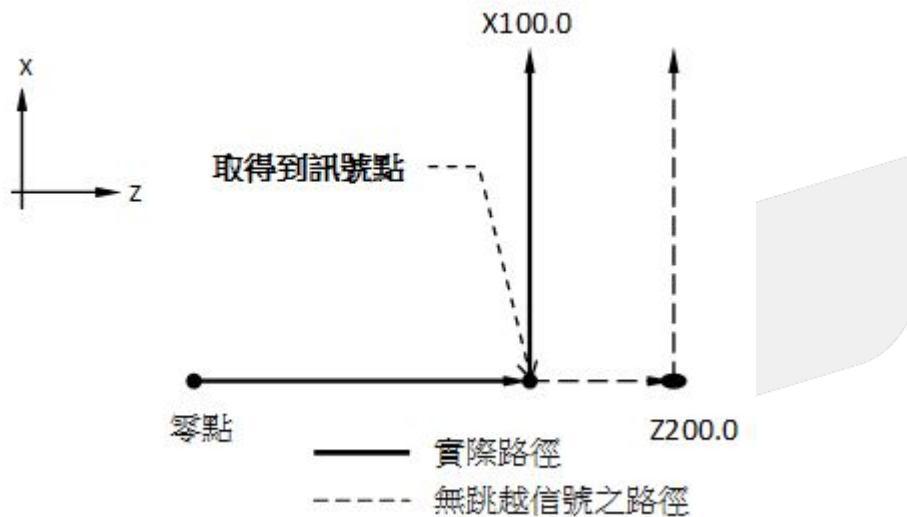


G31 W100.0 F0.1;//原始路徑至碰到障礙物為止
U100.0;//不等前一單節執行完，以接觸點為相對座標，
//改變路徑至指定位置

SYNTEC

2.22.4 程式范例2

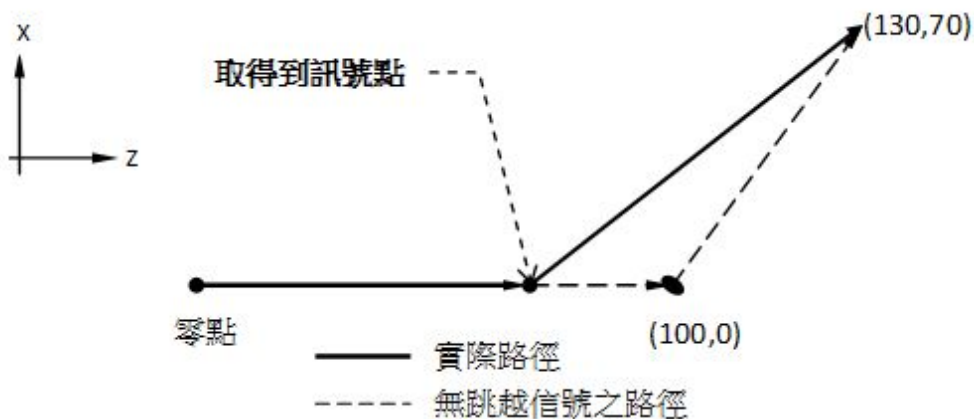
絕對值方式.單軸移動



```
G31 Z200.0 F0.1; //原始路徑至碰到障礙物為止  
X100.0; //不等前一單節執行完，從取得訊號點  
//移動至指定位置
```

2.22.5 程式范例3

絕對值方式.二軸向位移



```
G31 Z100.0 F1.0; //原始路徑至碰到障礙物為止  
Z130.0 X70.0; //不等前一單節執行完，從取得訊號點  
//移動至指定位置
```

2.23 G33-螺紋切削(C-Type)

2.23.1 指令格式

(1)平行螺紋: G33 Z(W)_Q_ (F___ or E___);

(2)錐度螺紋: G33 X(U)_Z(W)_Q_ (F___ or E___);

(3)平面螺紋: G33 X(U)_Q_ (F___ or E___);

X、Z: 指定點位置(絕對值方式)

U、W: 指定點位置(增量值方式)

F: 長軸(移動量最多軸)方向螺距(G70: inch/牙, G71: mm/牙)

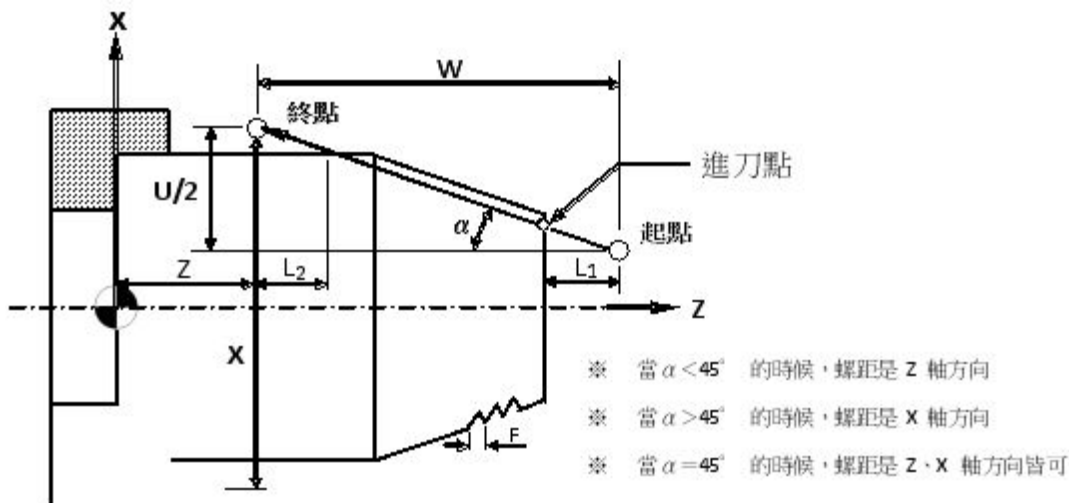
E: 長軸(移動量最多軸)方向螺距(牙數/inch)

Q: 螺紋開始的偏移角度, 其功用為使刀具在每一次切到正在旋轉中的加工物時, 其進刀點都相同, 用於多線螺紋之車削, 一般車削單線螺紋可省略, 使用內定值 $Q=0^\circ$ (範圍: $0.001\sim 360.000^\circ$)

2.23.2 說明

G33指令為以主軸回轉和刀具進給同步執行等螺距的直線平行螺紋切削加工、錐度螺紋切削加工和平面螺紋切削加工。

圖示



2.23.3 注意事項

【注1】換算出的每分鐘進給速度, 如越過最高切削進給速度時, 則螺距會發生變化, 不是原來指定的。

1. 斜度螺紋切削指令和螺旋狀螺紋指令使用時, 不可在周速一定的狀態下使用。
2. 從粗切削到精切削, 主軸轉速必須一定。
3. 在螺紋切削中, 如使用暫停, 則螺紋會損壞, 所以在螺紋切削中時, 不能使用暫停。在螺紋切削中, 如暫停鍵壓下時, 則結束螺紋切削(成為不在G33模式), 下個單節的終點, 單節才停止。
4. 對於變換切削進給速度, 在螺紋切削開始時, 會與切削進給鉗制速度作比較, 如超過鉗制速度則會產生操作錯誤異警【注1】。
5. 在螺紋切削時, 為保持螺距一定, 變換的切削速度也有可能超過切削鉗制速度。

6. 主軸的回轉如下所限制:

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

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

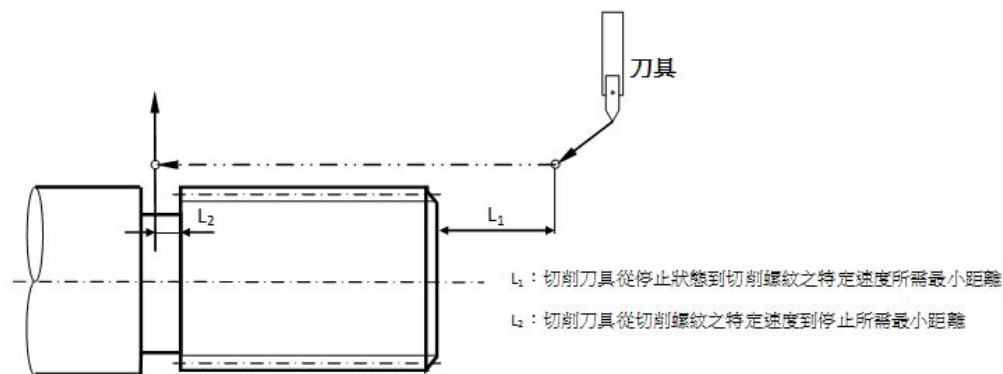
7. 在螺紋切削起點和終點的附近, 由於伺服系統延遲等原因產生不正確的螺距長度。因此所要的螺紋長度必須指令為不正螺紋長度 L_1 、 L_2 , 加上螺紋長度。

※ L_1 、 L_2 之計算參考公式如下:

$$L_1 \approx \frac{S \times P}{400}$$

$$L_2 \approx \frac{S \times P}{1800}$$

S:主軸轉速(rpm)
P:螺距(mm或inch)



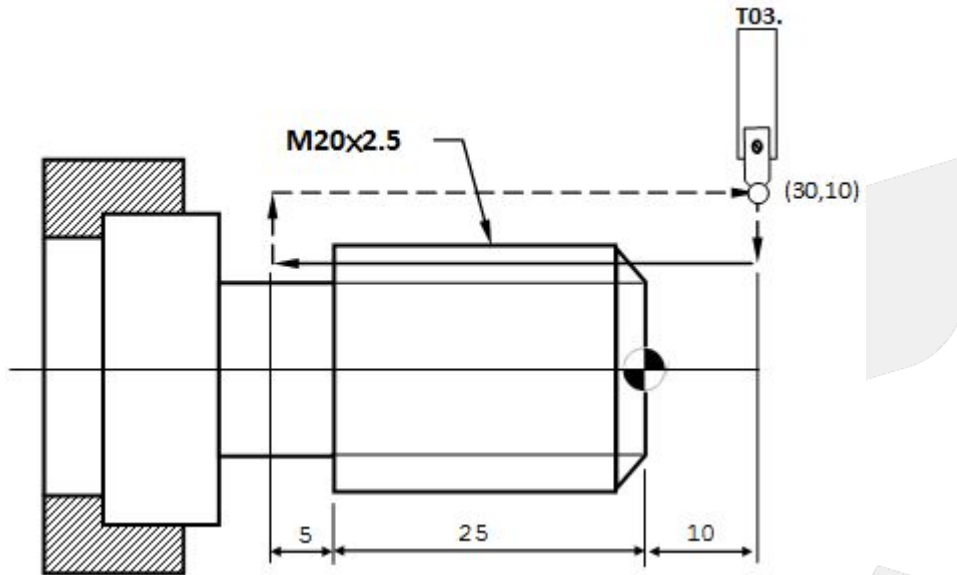
8. 在螺紋切削時, 外部速控有效, 但外部速控的進給速率不能和主軸旋轉作同步。
9. 在非同步進給(G94)指令時, 螺紋切削指令中會成為同步進給。
10. 在螺紋切削時, 主軸手動調整速率亦有效, 假如在螺紋切削指令時, 改變手動調整速度, 因伺服系統延遲, 導致不正確螺紋切削。
11. 在刀鼻R補正期間, 如有螺紋切削指令時, 會暫時取消刀鼻R補正, 執行螺紋切削。
12. 在G33執行中, 轉換到其他的自動模式, 以下不執行螺紋切削, 在單節執行後停止自動運轉。
13. 在G33執行中, 轉換到手動模式時, 以下不執行螺紋切削, 在單節執行後停止自動運轉。在單節運轉時, 以下不執行螺紋切削, 在單節執行後停止自動運轉。
14. 在螺紋切削時, 為等到旋轉編碼器一轉的同步信號時開始移動。但有一系統為螺紋切削中, 另一系統有螺紋切削指令時, 不會等待回轉編碼器的一回轉同步信號出現, 就開始移動, 因此請不要執行復數系統的螺紋切削指令。
15. 螺紋車削進刀量參考表:

英制螺紋	牙深 $h = 0.6403P$	P = 牙距(Pitch)					
每英寸螺紋數	8	10	12	14	16	18	24
螺距(in)	0.1250	0.1000	0.0833	0.0714	0.0625	0.0556	0.0417

螺紋高度0.6403P(in)		0.0800	0.0640	0.0533	0.0457	0.0400	0.0356	0.0267
切削次數及每次切削深度(直徑)	1	0.0472	0.0394	0.0354	0.0315	0.0315	0.0315	0.0315
	2	0.0276	0.0276	0.0236	0.0236	0.0236	0.0236	0.0157
	3	0.0236	0.0236	0.0236	0.0197	0.0197	0.0118	0.0062
	4	0.0200	0.0157	0.0157	0.0118	0.0052	0.0043	
	5	0.0200	0.0157	0.0083	0.0048			
	6	0.0158	0.0060					
	7	0.0058						
公制螺紋 牙深 = 0.6495P P = 牙距(Pitch)								
螺距(mm)		4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
螺紋高度0.6495P(mm)		2.598	2.273	1.949	1.624	1.299	0.974	0.650
切削次數及每次切削深度(直徑)	1	1.5	1.5	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	2	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4
	3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.2
	4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.16	
	5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1		
	6	0.4	0.4	0.4	0.15			
	7	0.4	0.2	0.2				
	8	0.3	0.15					
	9	0.2						

程式范例1

平行螺紋車削

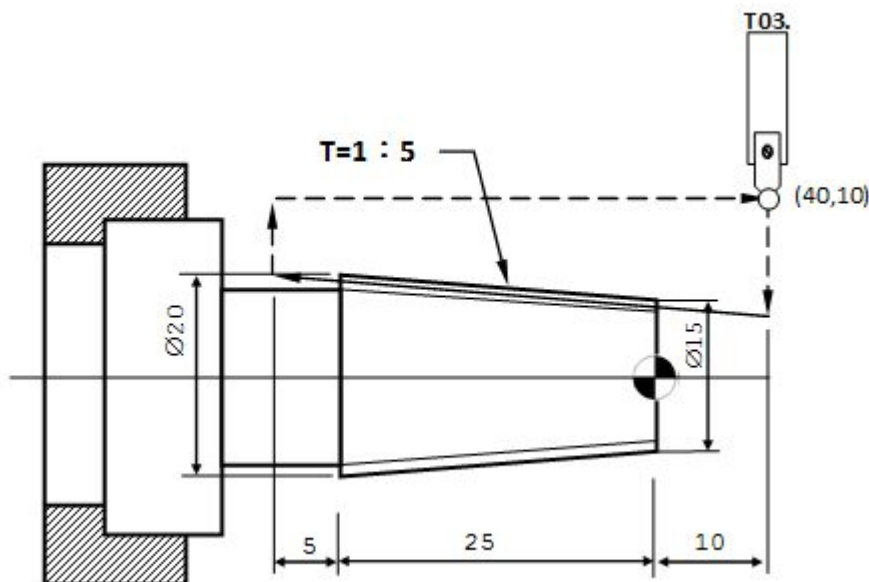


```
T03; //使用3號刀具
G97 S1000 M03; //主軸正轉 1000 rpm, 轉數一定
M08; //打開切削劑
G00 X30.0 Z10.0; //快速定位至切削起始點外端
X19.0;
G33 Z-30.0 F2.5; //第1回切削 1.0 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
X18.3;
G33 Z-30.0 F2.5; //第2回切削 0.7 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
X17.7;
G33 Z-30.0 F2.5; //第3回切削 0.6 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
X17.3;
G33 Z-30.0 F2.5; //第4回切削 0.4 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
X16.9;
G33 Z-30.0 F2.5; //第5回切削 0.4 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
X16.75;
G33 Z-30.0 F2.5; //第6回切削 0.15 mm
G00 X30.0;
Z10.0;
G28 X50.0 Z30.0; //刀具快速移動至指定中間點,
//再自動回機械原點
```

M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束

2.23.4 程式范例2

錐度螺紋車削, Pitch = 2.5



T03; //使用3號刀具
G97 S1000 M03; //主軸正轉 1000 rpm, 轉數一定
M08; //打開切削劑
G00 X40.0 Z10.0; //快速定位至切削起始點外端
X12.0;
G33 X20.0 Z-30.0 F2.5; //第1回切削 1.0mm
G00 X40.0;
Z10.0;
X11.3;
G33 X19.3 Z-30.0 F2.5; //第2回切削 0.7mm
G00 X40.0;
Z10.0;
X10.7;
G33 X18.7 Z-30.0 F2.5; //第3回切削 0.6mm
G00 X40.0;
Z10.0;
X10.3;
G33 X18.3 Z-30.0 F2.5; //第4回切削 0.4mm
G00 X40.0;
Z10.0;
X9.9;
G33 X17.9 Z-30.0 F2.5; //第5回切削 0.4mm
G00 X40.0;
Z10.0;
X9.75;
G33 X17.75 Z-30.0 F2.5; //第6回切削 0.15mm

```
G00 X40.0;  
Z10.0;  
G28 X50.0 Z30.0; //刀具快速移動至指定中間點,  
//再自動回機械原點  
M09; //關閉切削劑  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.24 G34-可變距螺紋切削(C-Type)

2.24.1 指令格式

(1)平行螺紋: G34Z(W)_F_Q_K_;

(2)錐度螺紋: G34 X(U)_Z(W)_F_Q_K_;

(3)平面螺紋: G34 X(U)_F_Q_K_;

X、Z: 指定點位置(絕對值方式)

U、W: 指定點位置(增量值方式)

F: 長軸(移動量最多軸)方向螺距<-普通螺紋、公制螺紋

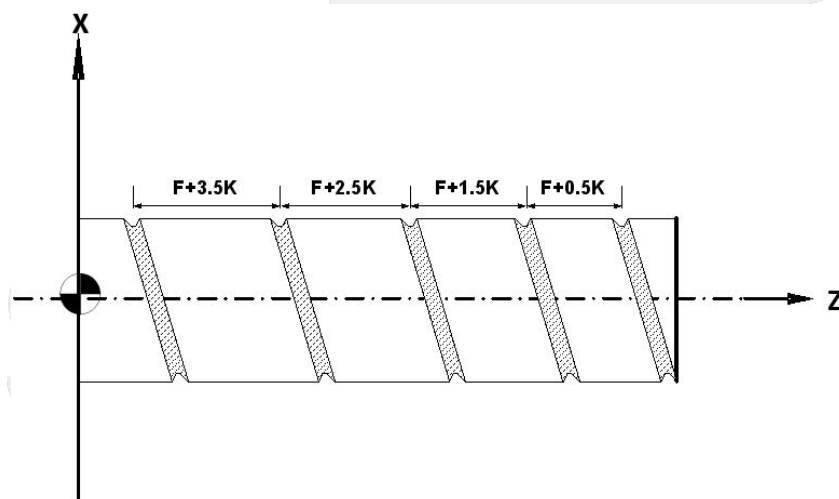
Q: 螺紋開始的偏移角度, 其功用為車牙時, 設定其進刀角度; 常用於多線螺紋車削, 一般車削單線螺紋可省略, 使用內定值 $Q=0^\circ$ (範圍: $0.001\sim360.000^\circ$)

K: 螺桿每轉pitch增減量, 可正可負。

2.24.2 說明

G34指令為以主軸回轉和刀具進給同步, 執行非等螺距的直線平行螺紋、錐度螺紋和平面螺紋切削加工。(10.112.0以後軟體版本提供, 9.0軟體版本不提供此功能。)

圖示



2.24.3 注意事項

1. 當輸入的每轉導程減少量，使得最後螺距會小於0，則會產生「車牙牙距不可為負數」警報；換算出的每分鐘進給速度，如越過最高切削進給速度時，因為速度被限制住，螺距會縮小，則會產生「車牙超出最高切削速度」警報。
2. 單節總計移動量： $[F+(F+\text{圈數} \times K)] \times \text{圈數} / 2$ 。
3. 其余注意事項同G33。

2.24.4 程式范例1

```
T03; //使用3號刀具
G97 S1000 M03; //主軸正轉 1000 rpm, 轉數一定
M08; //打開切削劑
G00 X0.0 Z0.0; //快速定位至切削起始點外端
G34 Z-50.0 F1.0 K0.2; //以每轉Pitch增加0.2mm進行車牙切削
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.24.5 程式范例2

```
T03; //使用3號刀具
G97 S1000 M03; //主軸正轉 1000 rpm, 轉數一定
M08; //打開切削劑
G00 X0.0 Z0.0; //快速定位至切削起始點外端
G33Z16F4; //以固定Pitch 4mm車牙
G34W19F4K5.5; //每轉Pitch增加5.5mm車牙2轉,
//Pitch由4mm變動到15mm
G33W4F15; //以固定Pitch 15mm車牙
G34W18F15K-4; //每轉Pitch減少4mm車牙1.5轉,
//Pitch由15mm變動到9mm
G33W12F9; //以固定Pitch 9mm車牙
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.25 G40/G41/G42 - 刀尖半徑補償指令(C-Type)

2.25.1 指令格式

```
G41 X(U)___ Z(W)___;
```

```
G42 X(U)___ Z(W)___;
```

```
G40;補償取消
```

X、Z: 指定位置座標值(絕對值方式)

U、W: 指定位置座標值(增量值方式)

2.25.2 說明

在車削刀具的尖端上磨成小而圓的鼻端以增加刀尖的強度、延至刀具壽命、降低應力集中、幫助散熱及產生光滑的加工表面，此一小圓稱為刀尖，其半徑稱為刀尖半徑，但是當我們用刀尖去車削去角或是斜線、圓弧

時，會因為刀尖圓弧而產生誤差，未能制造出完全符合工件外形及尺寸之成品，而刀尖圓弧所造成誤差之修正，就可藉由G41、G42機能來完成，自動將刀尖半徑之誤差精確算出，予以補償。

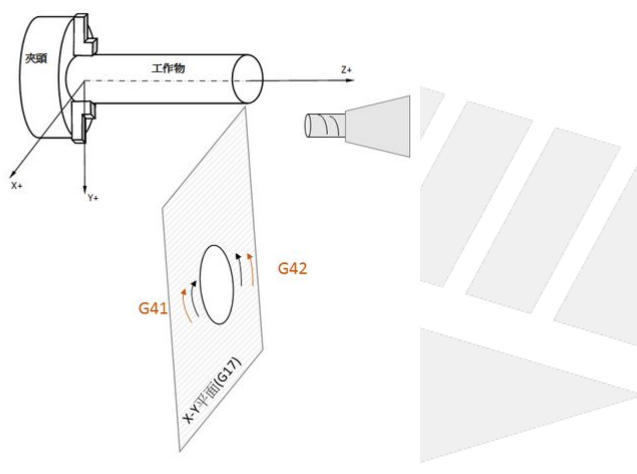
G code	機能	刀具位置
G40	刀尖半徑取消	刀具依程序路徑運動
G41	刀尖半徑向左補償	刀具沿程序路徑左邊偏移一定值運動
G42	刀尖半徑向右補償	刀具沿程序路徑右邊偏移一定值運動

注意事項

1. 使用刀尖半徑左、右補償(G41、G42)的方向要根據選取的工作平面(G17、G18、G19)決定。

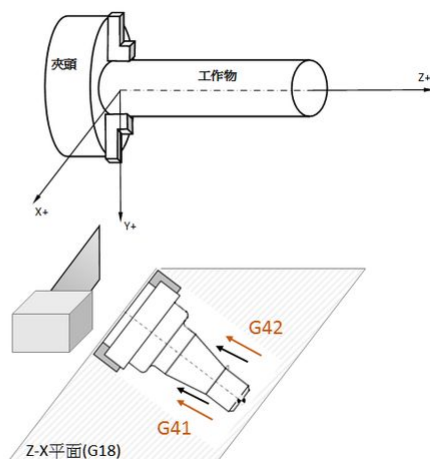
G17平面刀補

加工檔路徑 →
 刀補路徑 →



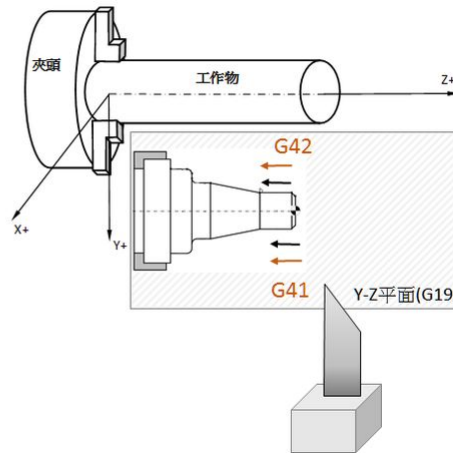
G18平面刀補

加工檔路徑 →
 刀補路徑 →

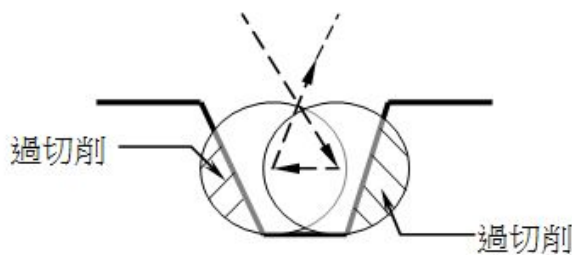


G19平面刀補

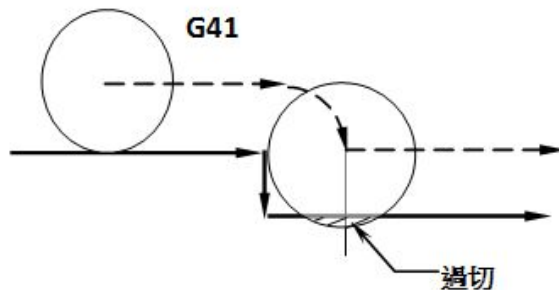
加工檔路徑 →
刀補路徑 →



2. 刀尖半徑補償設定 (G41、G42) 和取消 (G40) 指令的生效單節由Pr3815 刀具半徑補償模式。
3. 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。
4. 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)。



5. 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)。



6. G10 L12、G10 L13 指令不能與D碼指令在同一單節使用。
7. 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。
8. 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)。

使用限制

- 刀長補償更變(注1*)後，若要執行刀徑補償(注2*)，需要先對工作平面上的軸向下定位指令(注3*)，否則依照版本不同，會有以下結果：

- a. 以下版本會有非預期軸向移動的風險。
 - i. ~ 10.116.56M, 10.118.14D, 10.118.22N
 - ii. 10.118.28A ~ 10.118.28G
 - b. 以下版本範圍會跳警報 **COR-355 刀長補償更變後未對幾何軸進行定位**。
 - i. 10.118.56N ~
 - ii. 10.118.14E ~
 - iii. 10.118.22O ~ 10.118.22Z
 - iv. 10.118.23T ~ 10.118.23Z
 - v. 10.118.24A ~ 10.118.24I
 - c. 10.118.24J, 10.118.28H ~, 不會有非預期軸向移動, 也不會報COR-355, 但特定情境下, 路徑補償會有相容性異動。
- 以上描述, 也可對照下表的圖示化說明。

注1: 指令有 H、G43、G44、G43.4、G43.5、G49、T、G10 L1050、G10 L1051, 只要下過指令, **不論是否有補償都會當作有變更**

注2: 指令有 G41、G42

注3: 指令有 G90 G00、G90 G01、G92, **G91(增量) G00、G01不算在內**

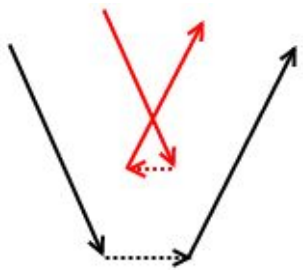
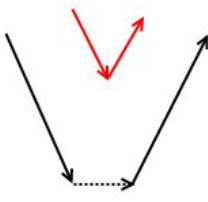

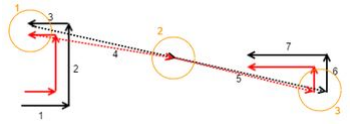
影響版本說明圖	說明
	<p>黑線: 請遵守使用限制, 否則會有非預期軸向移動的風險。</p> <p>紅線: 請遵守使用限制, 否則會跳警報COR-355。</p> <p>藍線: 針對非預期軸向移動問題已解決, 也不會報COR-355, 但特定情境下, 路徑補償會有相容性異動。</p>

相關設定

參數:

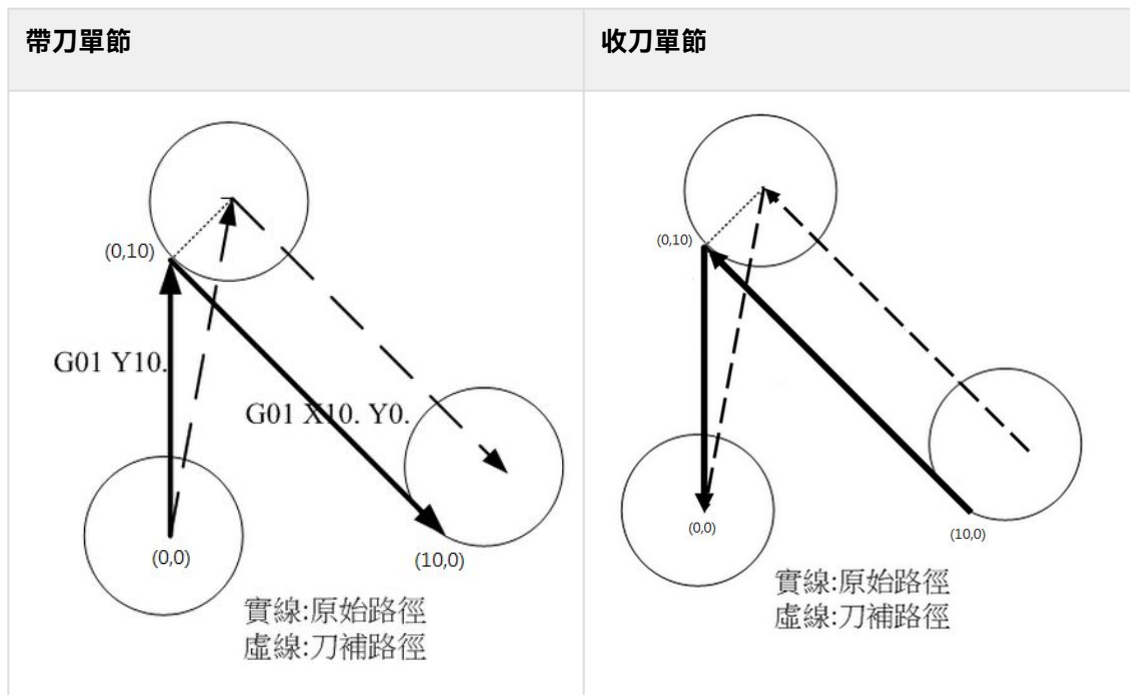
- Pr3814 快速定位刀補模式
 - 規格示意圖

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	 <p>G00不會檢查過切</p>	 <p>Pr3819 = 1: 直接跳警報 Pr3819 = 2: 修正路徑如上圖</p>	同Pr3814 = 1之過切檢查規格
刀補路徑	 <p>G00的刀補路徑和G01毫無差異</p>	同Pr3814 = 0之刀補路徑規格	 <ol style="list-style-type: none"> 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)

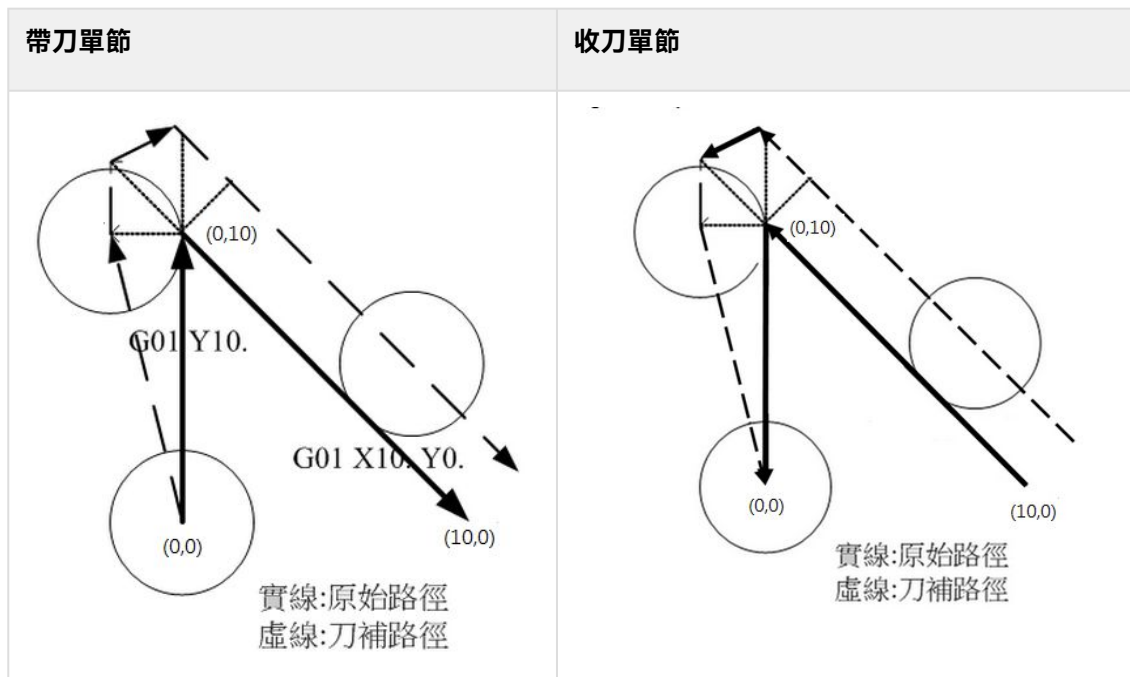
帶刀單節	收刀單節
G00 X0. Y0. Z0. G41 D1 // D = 2.5mm G01 Y10. // 帶刀單節 G01 X10. Y0. // 此單節起點為刀補起始	G00 X10. Y0. Z0. G40 G01 X0 Y10. // 此單節終點為刀補結束 G01 X0. Y0. // 收刀單節
刀補起始: 第二個單節起點 第一個單節直接帶刀至第二個單節 刀補起點	刀補結束: 倒數第二個單節終點 刀補持續到倒數第二個單節 刀補終點 , 最後才收刀至最後一個單節終點



- 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

SYNTEC



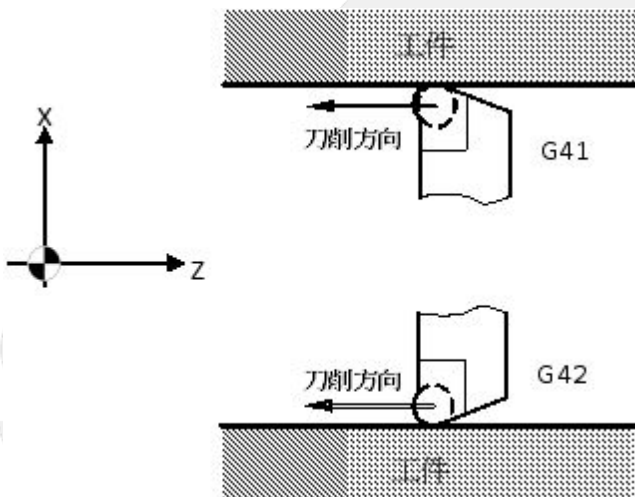
- Pr3819: 過切檢查型態 (設定是否進行刀徑補償後的過切檢查邏輯)

人機介面:

- 刀尖設定: 設定刀尖(尖)半徑、刀尖(尖)半徑磨耗、刀尖(尖)方向(參考: 車床操作手冊)

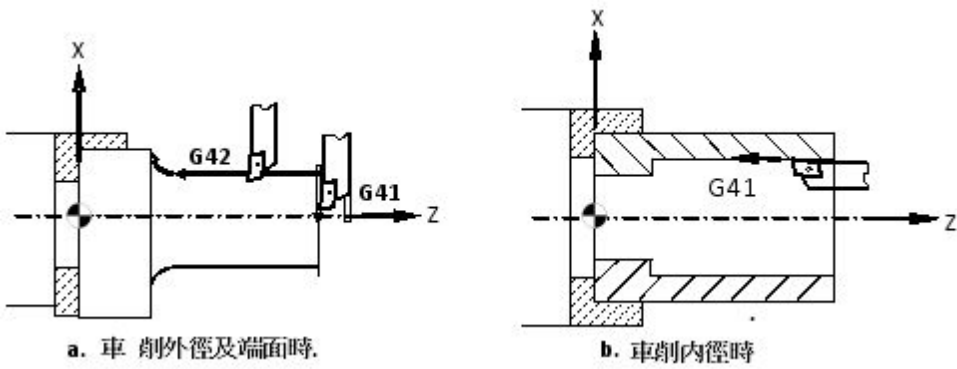
圖示

- 刀具進給方向與工件之關係及補償之設定方法:

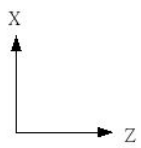


- 實際加工之補償設定

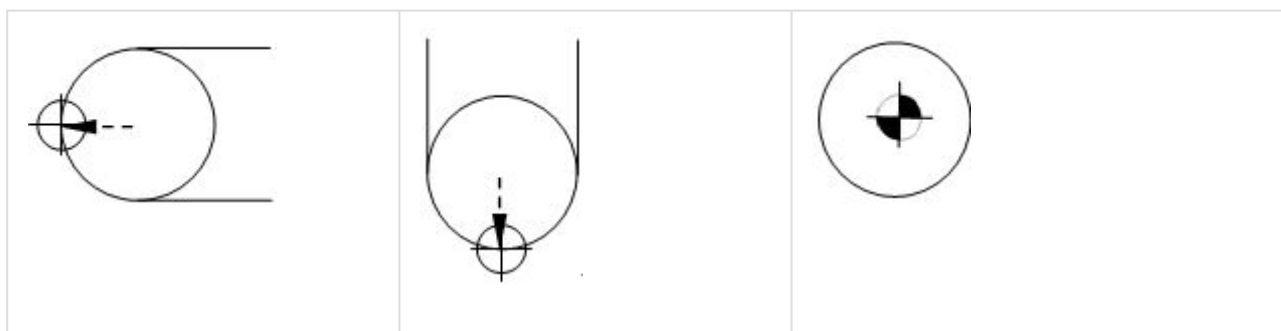
TEEC



• 假想刀尖號碼之設定

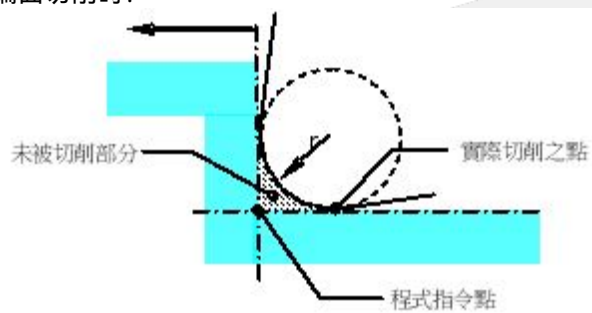


假想刀尖1號	假想刀尖2號	假想刀尖3號
假想刀尖4號	假想刀尖5號	假想刀尖6號
假想刀尖7號	假想刀尖8號	假想刀尖0, 9號(銑刀適用)

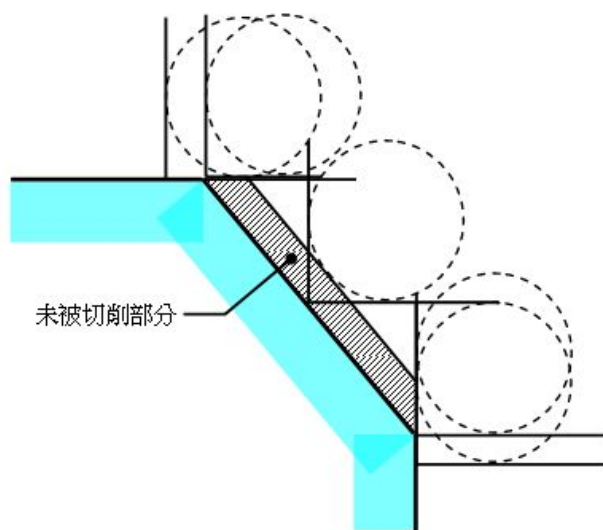


• 無刀尖補償之情況

1. 端面切削時:

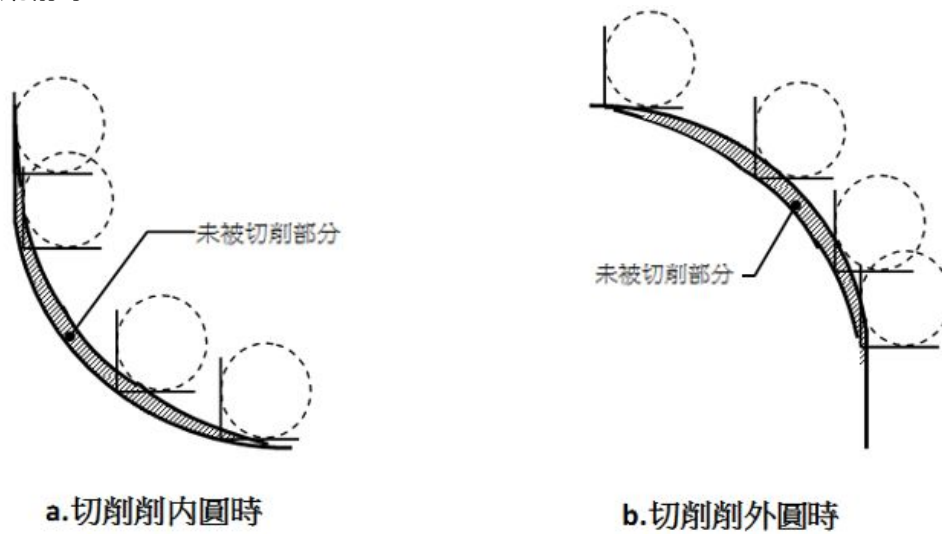


2. 去角或斜面時:



SYNTEC

3. 圓弧切削時:



刀尖半徑R之補償動作

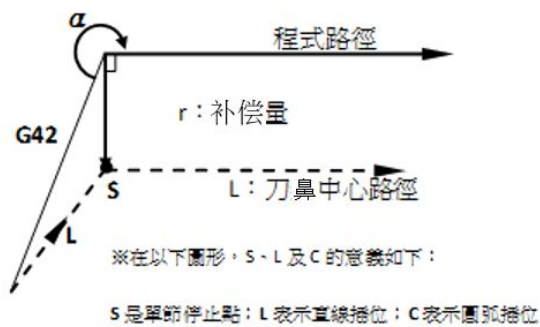
- 補償開始

當滿足全部以下條件的單節執行時，系統進入補償模式，這個操作中的控制稱為補償開始。

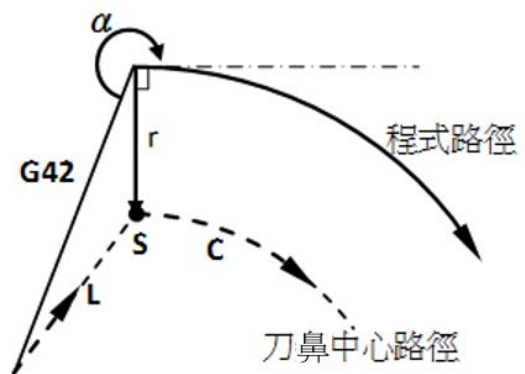
1. 單節中包含G41或G42，或已經指定系統為G41或G42模式；
2. 刀尖半徑補償號碼不是 "00"；
3. 單節中指令定X，或Z移動且移動量不是 "0"；

(a). 內側加工 ($180^\circ \geq \alpha$)

(i). 直線->直線

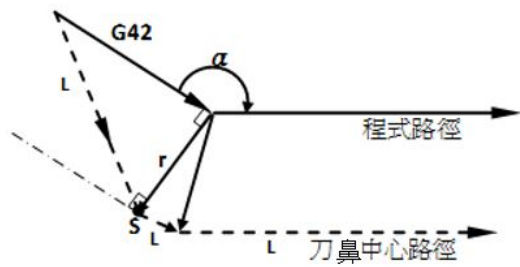


(ii). 直線->圓弧



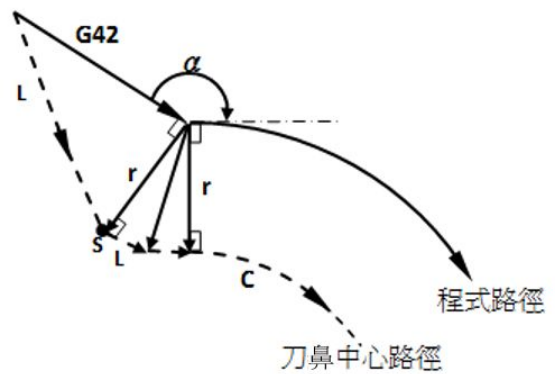
(b). 加工外側 (在鈍角, $90^\circ \geq \alpha < 180^\circ$)

(i). 直線->直線



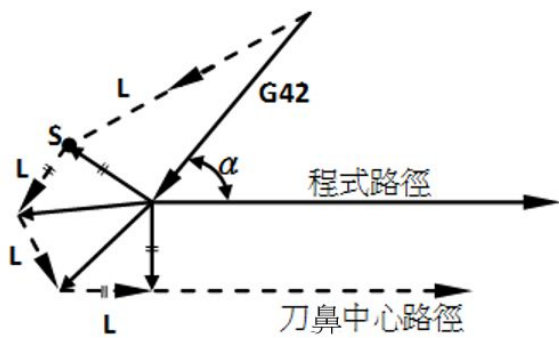
*註：交點是程式路徑用 r 補償的兩個單節補正路徑的交點

(ii). 直線->圓弧

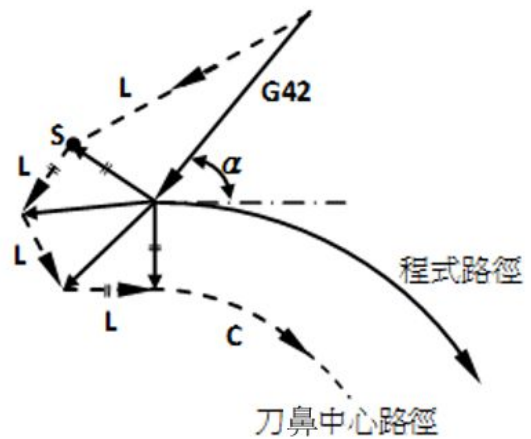


(c). 加工外側 (在銳角, $\alpha < 90^\circ$)

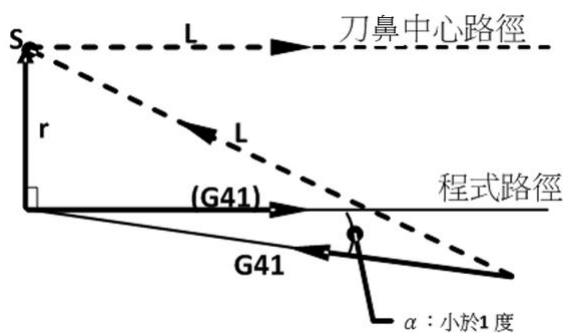
(i). 直線->直線



(ii). 直線->圓弧



(d). 在尖角(小於 1°)外側直線->直線移動加工時($\alpha < 1^\circ$)

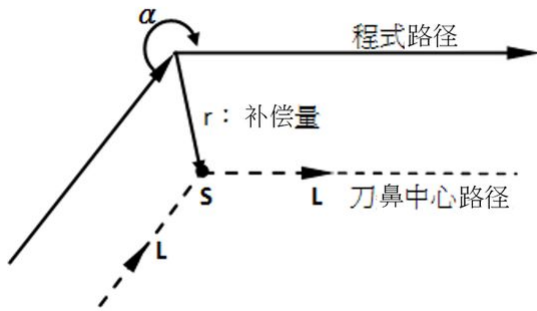


• 補償模式

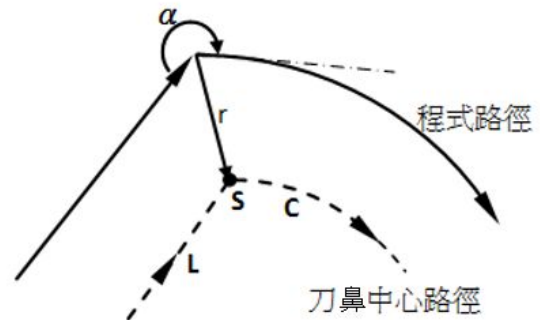
在補償模式，與直線及圓弧切削指令一樣，即使在快速定位中，也使用補償；
 在補償模式，未指定刀具移動單節(如M機能或暫停單節)不可連續指定；
 如果連續指定，將導致切削量過量或切削不足。

(a). 在內壁之加工 ($180^\circ \leq \alpha$)

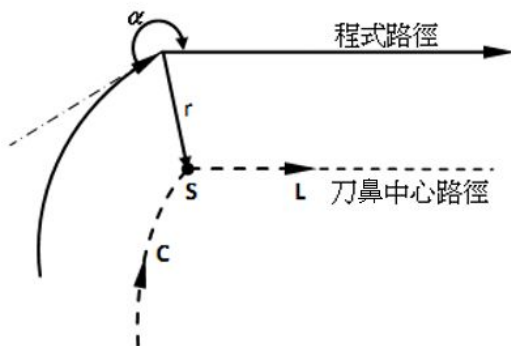
(i). 直線->直線



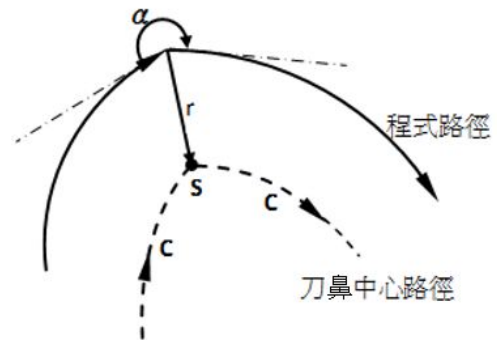
(ii). 直線->圓弧



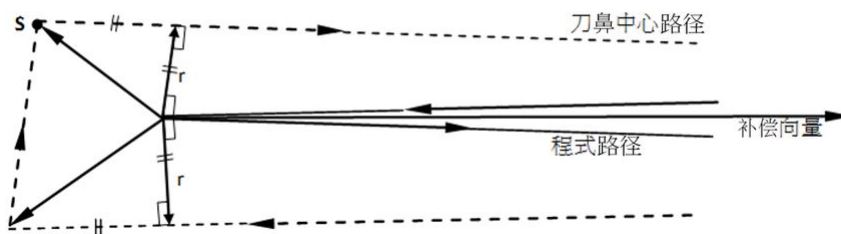
(iii). 圓弧->直線



(iv). 圓弧->圓弧

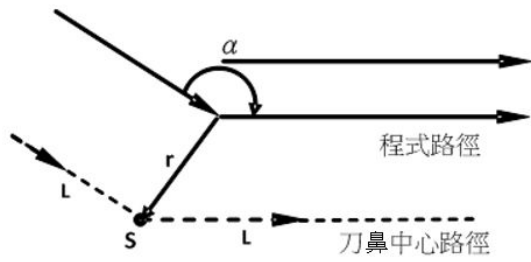


(v). 在尖銳角度(小於 1°)之內壁加工及將補償向量放大

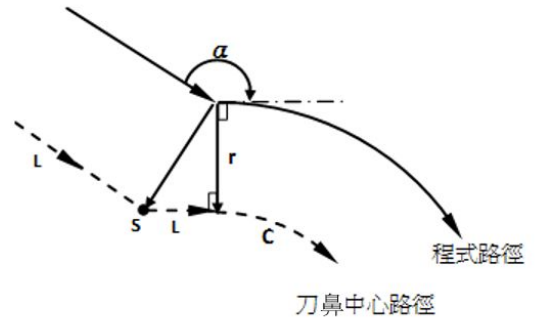


(b). 在外壁加工(在鈍角, $90^\circ \leq \alpha < 180^\circ$)

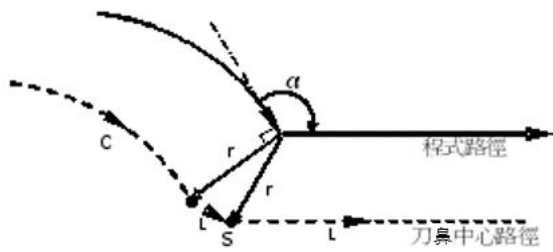
(i). 直線->直線



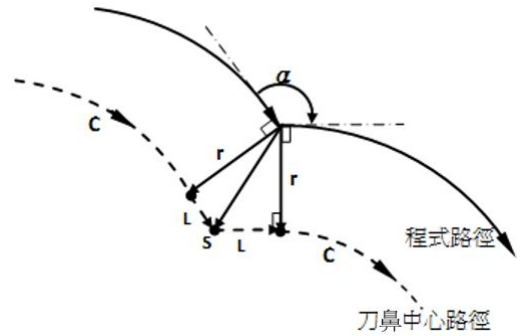
(ii). 直線->圓弧



(iii). 圓弧->直線

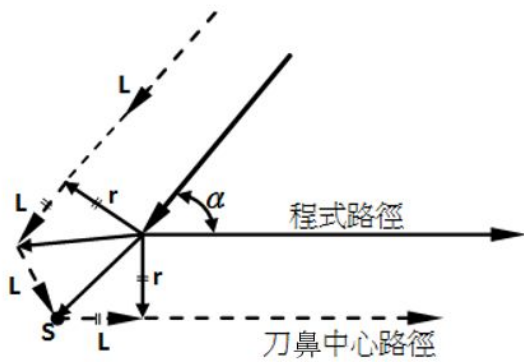


(iv). 圓弧->圓弧

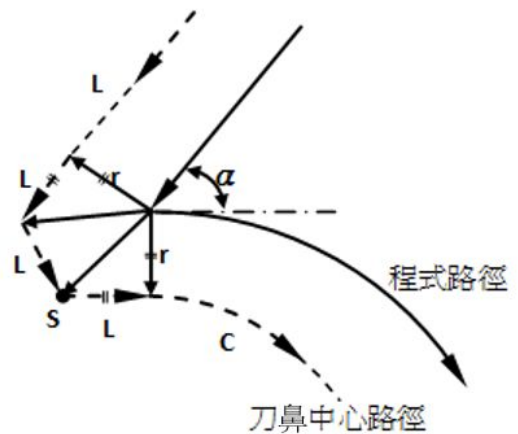


(c). 外壁加工 (在銳角, $\alpha < 90^\circ$)

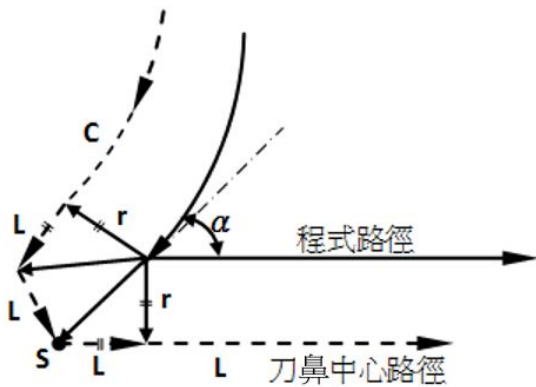
(i). 直線->直線



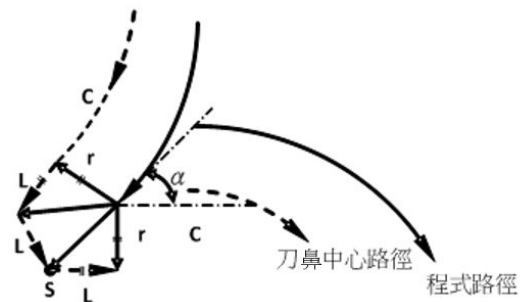
(ii). 直線->圓弧



(iii). 圓弧->直線



(iv). 圓弧->圓弧



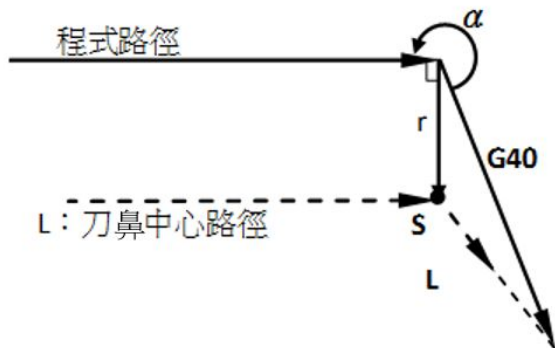
• 補償取消

在補償模式，單節滿足以下條件時，系統將進入取消模式：

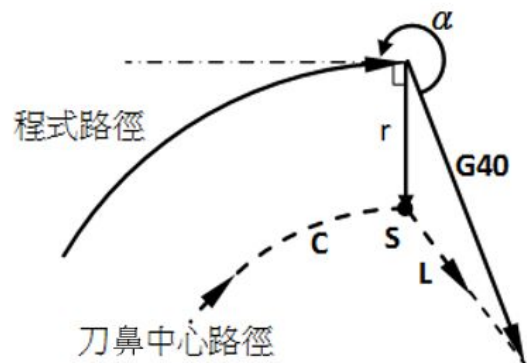
1. 指定G40
2. 刀尖半徑補償之補償號碼指定為"00"時

(a). 內側加工 ($180^\circ \cong \alpha$)

(i). 直線->直線

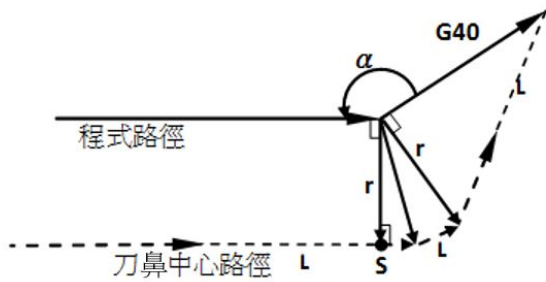


(ii). 直線->圓弧

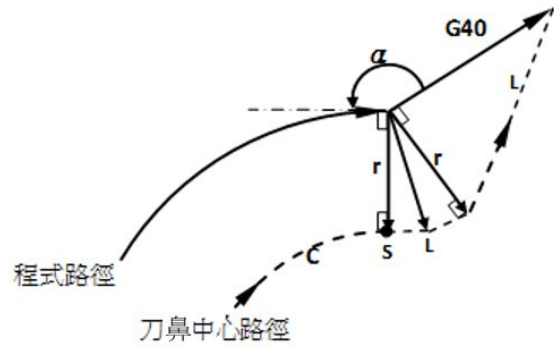


(b). 加工外側 (在鈍角, $90^\circ \cong \alpha < 180^\circ$)

(i). 直線->直線

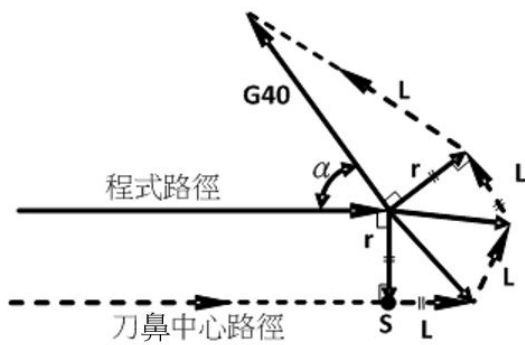


(ii). 直線->圓弧

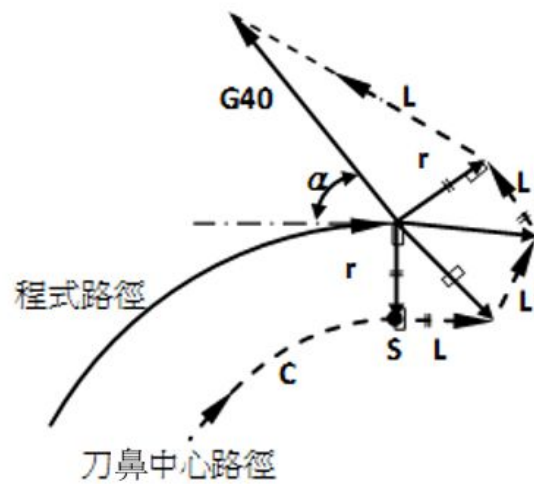


(c). 加工外側 (在銳角, $\alpha < 90^\circ$)

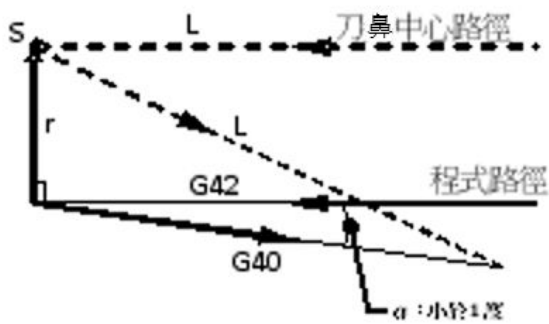
(i). 直線->直線



(ii). 直線->圓弧



(d). 在小於1°銳角外側, 直線->直線移動($\alpha < 1^\circ$)加工時, 假設是內側

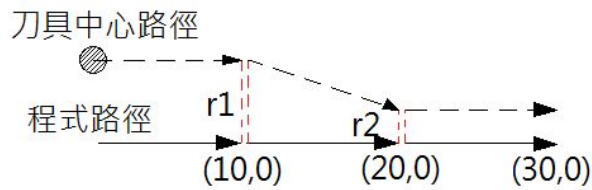


• 刀徑疊加補償

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)

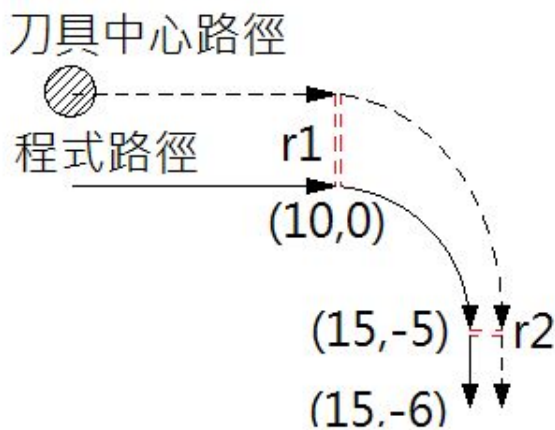
• 直線接直線

```
.....
G01 Z10.0
G10 L12 P1 R(r2)
G41 D1 Z20.0
Z30.0
.....
```



• 直線接圓弧(螺旋線)

```
.....
G01 Z10.0
G10 L12 P1 R(r2)
G41 D1 G02 Z15.0 X-5.0 R5.0
G01 X-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

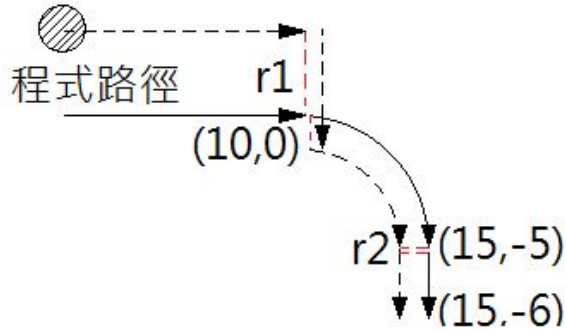
• 直線接直線

```
..... // 原G41
G01 Z10.0
G10 L12 P1 R(r2)
G42 D1 Z20.0
Z30.0
.....
```

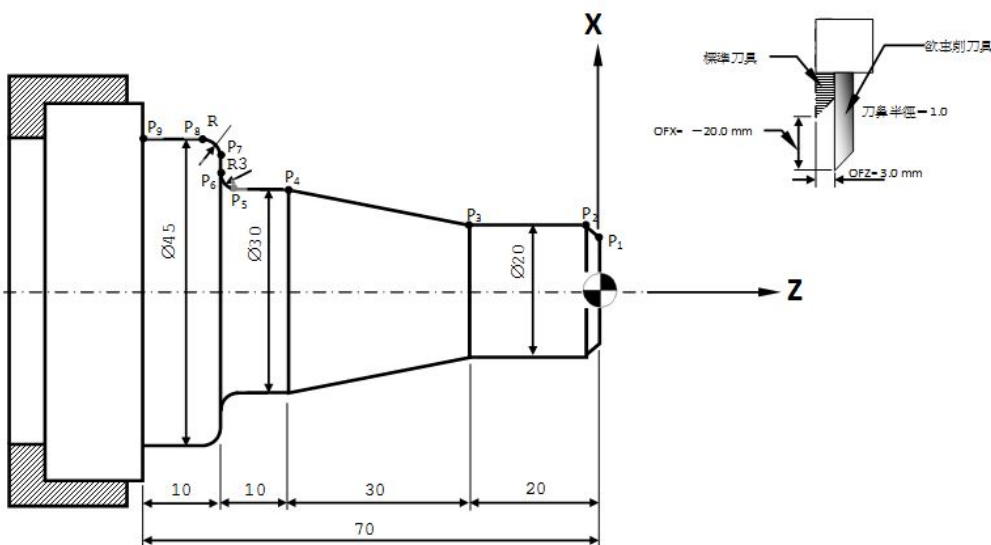


- 直線接圓弧
 // 原G41
 G01 Z10.0
 G10 L12 P1 R(r2)
 G42 D1 G02 Z15.0 X-5.0 R5.0
 G01 X-6.0

刀具中心路徑



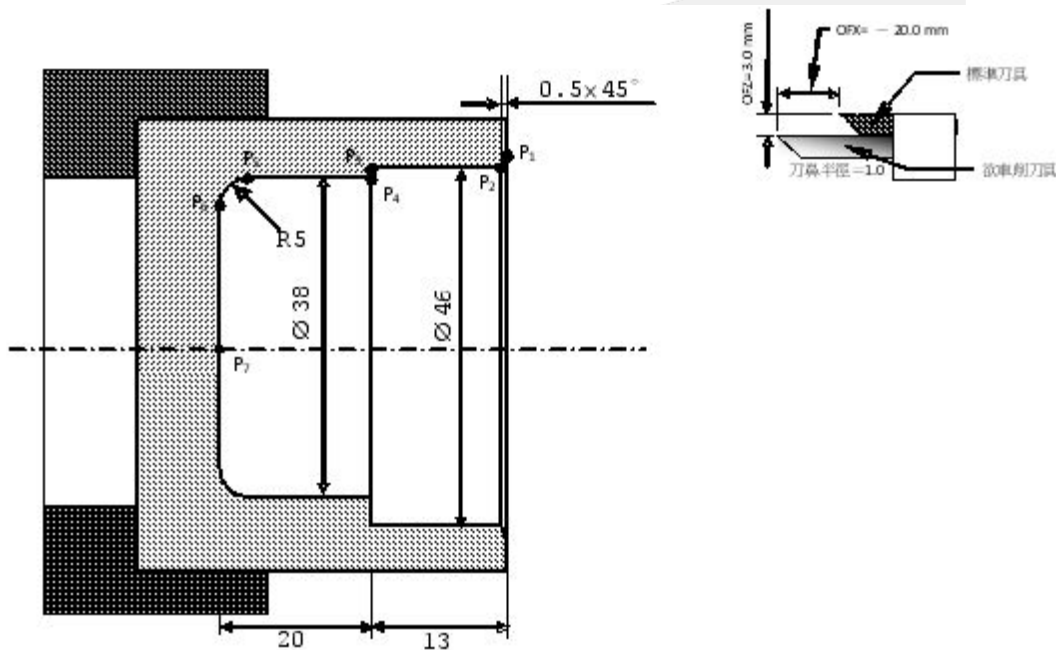
2.25.3 程序范例1



```
T02; //使用2號刀具，人機介面中設定2號刀的刀尖半徑 = 1.0mm
G92 S10000; //最高轉速限制，10000rpm
G96 S130 M03; //周速為一定速，主軸正轉130 m/min
M08; //打開切削劑
G42 X21.0 Z0.0; //啟動刀尖右補償，移動至P1
G01 X25.0 Z-2.0 F0.6; //直線切削，進給量 0.6mm/rev, P1->P2
Z-20.0; // P2->P3
X30.0 Z-50.0; // P3->P4
Z-57.0; // P4->P5
G02 X36.0 Z-60.0 R3.0; // P5->P6
```

```
G01 X39.0; // P6->P7
G03 X45.0 Z-63.0 R3.0; // P7->P8
G01 Z-70.0; // P8->P9
X60.0; //快速退刀
G28 X70.0 Z-60.0; //快速移至指定中間點，再回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程序結束
```

2.25.4 程序范例2



```
T02; //使用2號刀具，人機介面中設定2號刀的刀尖半徑 = 1.0mm
G92 S1000; //最高轉速限制，10000rpm
G96 S130 M03; //周速為一定速，主軸正轉130 m/min
M08; //打開切削劑
G41 X47.0 Z0.0; //啟動刀尖左補償，移動至P1
G01 X46.0 Z-0.5 F0.6; //直線切削，進給率0.6mm/rev，P1->P2
Z-13.0; // P2->P3
X38.0; // P3->P4
Z-28.0; // P4->P5
G03 X28.0 Z-33.0 R5.0; //逆時鐘圓弧切削，半徑5 mm，P5->P6
G01 X-1.0; //直線切削過中心
M09; //關閉切削劑
G28 Z20.0; //快速移至指定中間點，再回歸至機械原點
M05; //主軸停止
M30; //程序結束
```

2.25.5 銑刀在車床系統刀尖方式

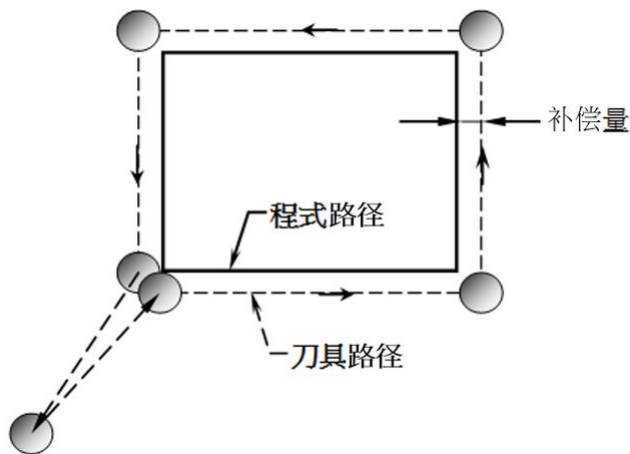
刀尖號碼設定

- 銑刀的假想刀尖號碼選擇0或9

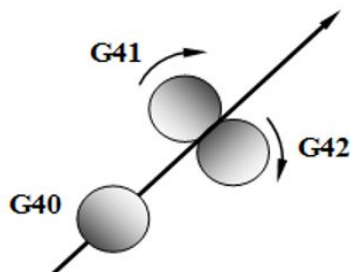


刀具刀尖

- 工作平面(G17、G18、G19)的選擇會影響到刀具半徑的補償，在開啟補償前請先選擇正確的工作平面

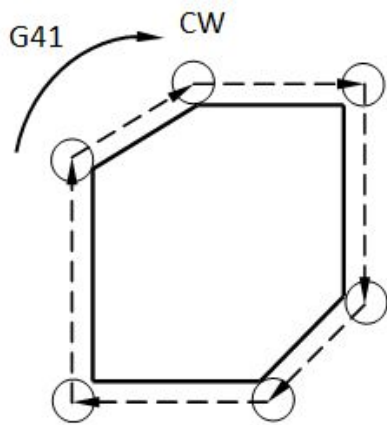


刀具半徑補償方向之判定

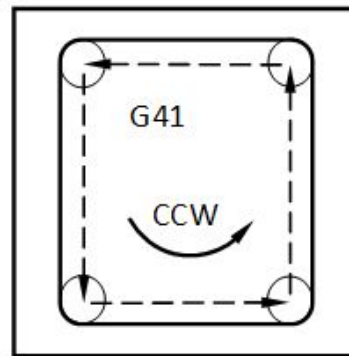


G 值 \ 补偿值	正值	負值
G41	补偿偏左	补偿偏右
G42	补偿偏右	补偿偏左

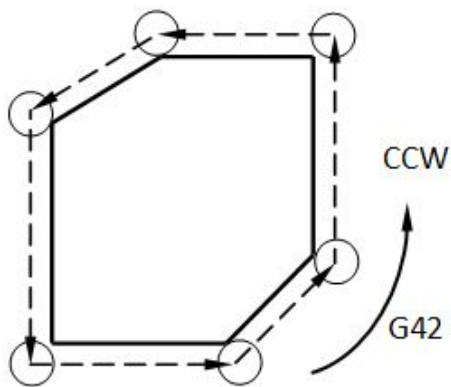
SYNTEC



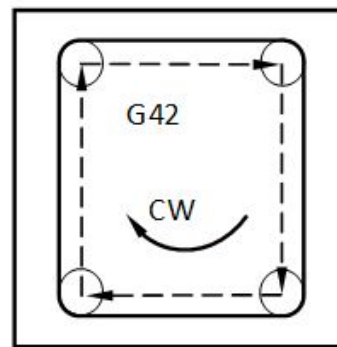
a. G41-順時鐘方向外輪廓銑削



b. G41-逆時鐘方向內輪廓銑削



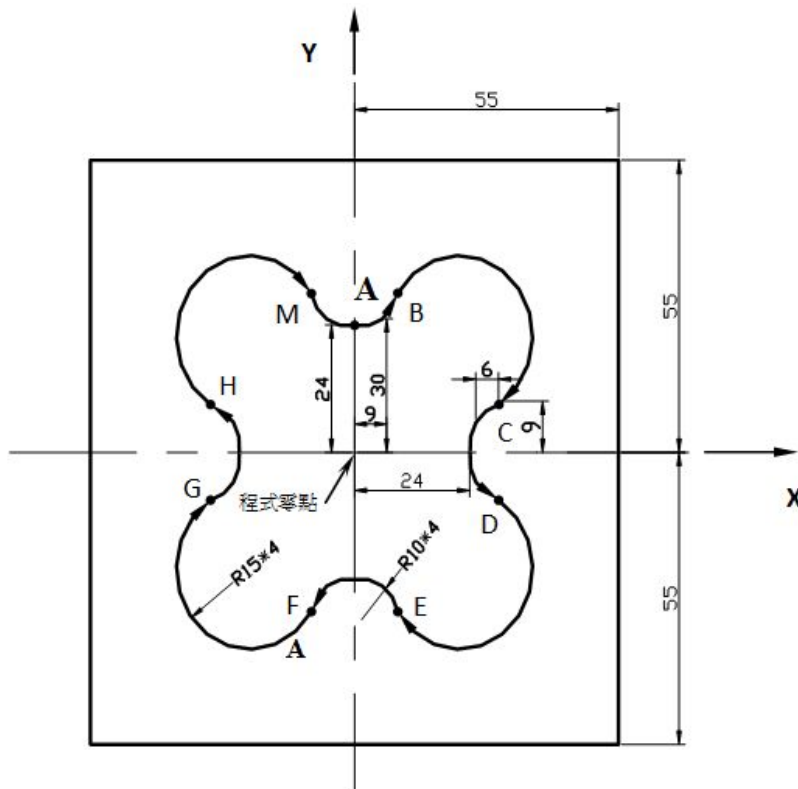
c. G42-逆時鐘方向外輪廓銑削



d. G42-順時鐘方向內輪廓銑削

SYNTEC

2.25.6 程序范例1



//X軸為直徑軸、Y軸為半徑軸

```
T0101 S1000 M03; //1號刀具，開啟1號刀長補償（直徑10mm端銑刀），主軸正轉1000rpm
G00 X0.0 Y0.0 Z10.0; //快速定位至程序零點之上方
M08; //打開切削劑
G90 G17; //絕對指令，切換工作平面至XY平面，XY皆為直徑軸
G01 Z-10.0 F600; //直線切削到"花形槽"底，進給率600mm/min
G41 Y24.0; //刀具左補償，程序零點->A
G03 X18.0 Y30.0 R10.0; //A->B逆時針圓弧切削
G02 X60.0 Y9.0 R15.0; //B->C順時針圓弧切削
G03 X60.0 Y-9.0 R10.0; //C->D逆時針圓弧切削
G02 X18.0 Y-30.0 R15.0; //D->E順時針圓弧切削
G03 X-18.0 Y-30.0 R10.0; //E->F逆時針圓弧切削
G02 X-60.0 Y-9.0 R15.0; //F->G順時針圓弧切削
G03 X-60.0 Y9.0 R10.0; //G->H逆時針圓弧切削
G02 X-18.0 Y30.0 R15.0; //H->M順時針圓弧切削
G03 X0.0 Y24.0 R10.0; //M->A逆時針圓弧切削
G00 Z10.0; //Z軸向上拉昇，回加工起始點
G40 X0.0 Y0.0; //取消刀具補償，回加工起始點
M09; //關掉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程序結束
```


2.26 G51.2-G50.2-啟動 取消 多邊形切削(C-Type)

2.26.1 指令格式

開啟多邊形切削

G51.2 P_ Q_ [R_] [K_];

- P: 基礎主軸(工件軸)轉速比率或是刀刃數, 使用內定值P=1(整數, 範圍: 1~999)。
- Q: 同步主軸(刀具軸)轉速比率或是邊形數, 使用內定值Q=1(整數, 範圍: 1~999)。
- R: 同步相位差(範圍: 0°~359.999°)。
- K 同期組號數1~3, 多組同期組合, 可同時使用, 最多3組。當不指定K時, 預設使用第一組同期組合。多組同期功能有效版本始於10.116.24M, 10.116.32(含)。

關閉多邊形切削

G50.2 [K_];

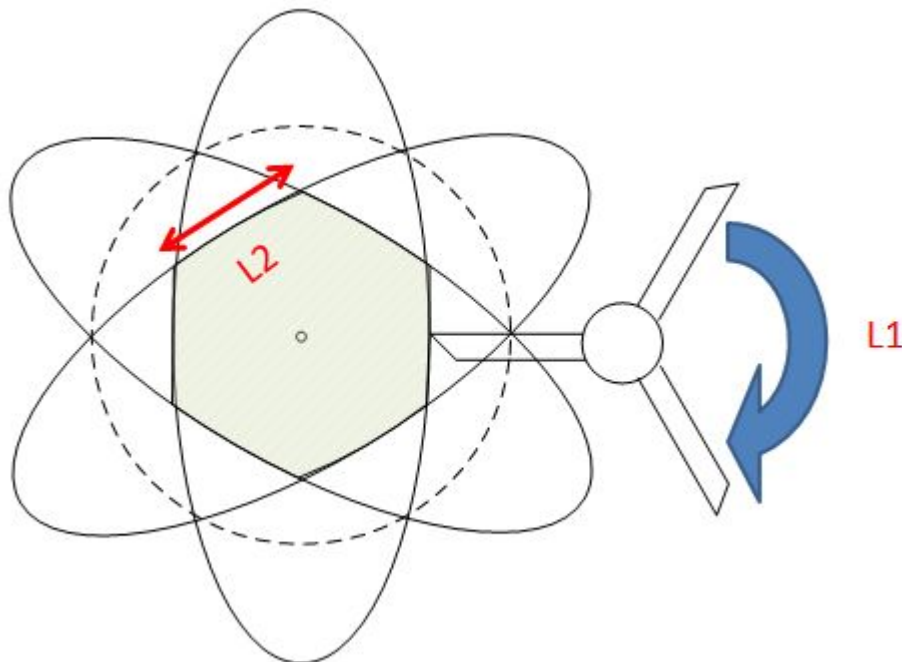
2.26.2 說明

1. G51.2指令為同步旋轉工件軸和刀具軸, 以一定比例轉速和相位差, 執行多邊形切削加工。
2. 同步主軸轉速: 等於基礎主軸轉速乘上Q除以P。
3. 同步相位差: 同步主軸相對於基礎主軸以順時鐘方向旋轉的角度差, 如果不下R就不會做相位同步。
4. G50.2, 取消多邊形切削。
5. 10.113.0或後續軟體版本提供, 9.0及10.0早期版本軟體版本不提供此功能。
6. 詳細內容可參考主軸同期(G114.1)

2.26.3 注意事項

1. **主軸狀態說明:**
 - a. 當同步完成訊號(S62)On時, 按下Reset直接解除G114.1同步狀態(同步完成訊號Off), 有效版本始於10.118.24.x、10.118.28.x、10.118.29.x、10.118.40.x、10.118.x。
 - 以上版本前, 按下Reset會等到兩主軸停止後才會解除G114.1同步狀態(同步完成訊號Off)。
 - b. 當同步完成訊號On時, 下G50.2解除同期狀態, 系統會直接解除同期狀態(同步完成訊號 Off)。
 - c. 基礎主軸禁止在位置控制模式(C63)下使用同期功能, 同期主軸不建議在位置控制模式下使用同期功能。
2. **多組同期規則:**
 - a. 同期開啟指令(G114.1)可重複下(但K值不可重複)。
 - b. 一個基礎主軸可同時擁有多個同期軸。
 - c. 同期軸不可再當其他主軸的基礎軸。(COR102)
 - d. 診斷變數45/46顯示的值, 為最後下達的同期指令的基礎軸與同期軸的角度關係, 該組同期解除後顯示為倒數第二組同期組合的角度關係, 以此類推。
3. **加工注意事項:**
 - a. 執行同步相位差的時候, R值寫法等於刀具跟工件需求的角度差乘上Q除以P(參考范例)。
 - b. 引數P跟Q只能下達整數值, 若有非整數的需求, 需自行整數化。例如:若P和Q的使用比數1:2.5, 程式里需下達G51.2 P2 Q5。
 - c. 欲保證工件的絕對位置正確, 刀具裝好之後需做一次刀具零點的教導(參考范例的事前準備)。

- d. 實際切削時，需注意使用刀片間旋徑需大於實際加工邊長。以下圖為例，L1必須大於L2才可確保加工條件無誤。



- e. G51.2是一種利用刀具與工件速差旋轉的新型加工工藝，藉此速差能快速加工成型多邊形工件，但因為物理切削關係常因為加工條件變動而影響加工表面的凹凸，導致加工出來表面并非是平面。以下判斷式主要用來說判斷加工表面的凹凸，以供一線同仁參考。

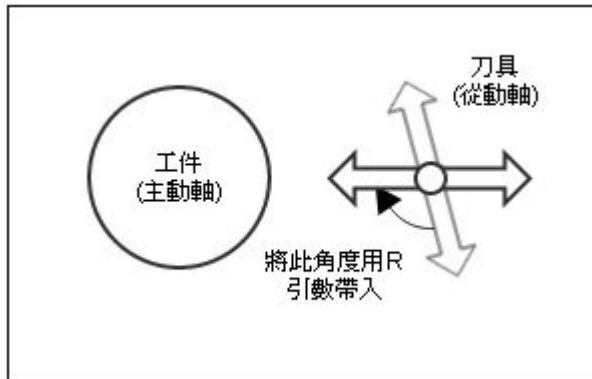
速比 <i>i</i>	外切削法加工結果		
>2	K>L	K=L	K<L
	凸	平	凹
	判斷式 $K = C / (i-1)^2$		
=2	凸		
<2	凸		

L = 刀具旋徑、i = 轉速比(Q/P)、C = 切削時，切削刀具與工件中心的垂直距離

程式范例

- 事前準備
如欲保證工件的絕對位置(切削出來的成品絕對角度可被預期)，就必須做一次刀具零點的教導，設定刀具零點的方式有以下3種：

- a. 量測刀具零點刀刃之位置和對刀位置的夾角，使用R引數帶入相位差。



- b. 將刀具調整至對刀位置，然後將對刀位置設成原點位置。
c. 將刀具調整至對刀位置，然後執行主同期角度教導(F4->F4->F3)，做完此動作會將主動軸和從動軸的基準角度存到Registry Table中。
(注)對刀位置：將刀具刀刃方向對到刀具和工件的中心連線 (參考示意圖的刀具位置)。只要做了以上3個任一種的對刀動作，就能保證工件在0度時的角度是擺正的(參考示意圖)，若工件欲偏移一個角度，只要把相位差加上「欲偏移的角度 乘上Q除以P」即可。

• 指令下法

EX1:

使用3 刃刀切削 6 邊形，使用 G51.2 P3 Q6 指令(或是可以簡易G51.2 P1Q2)。

EX2:

若使用 2 刃刀切削 5 邊形，使用 G51.2 P2 Q5 指令。

程式范例1

```
1 S1 = 1000; // 工件軸(基礎主軸)轉速1000 RPM
2 M03; // 工件軸(基礎主軸)正轉信號
3 S2 = 500; // 刀具軸(同步主軸)轉速 500 RPM
4 M204; // 刀具軸(同步主軸)反轉信號
5 G51.2 P1 Q2 R60; // 刀具軸(同步主軸)會同步到轉速 2000 RPM,
6 // 相位差30度，使用兩刃刀進行四邊形切削。
7 M81; // 讀取S62訊號，確認同步完成
8 G01 X50; // 進刀
9 G04 X5;
10 G01 X0; // 退刀
11 G50.2; // 取消多邊形切削
12 G51.2 P1 Q3 R180; // 刀具軸(同步主軸)會同步到轉速 3000 RPM,
13 // 相位差60度，使用兩刃刀進行六邊形切削。
14 M81; // 讀取S62訊號，確認同步完成
15 G01 X50; // 進刀
16 G04 X5;
17 G01 X0; // 退刀
18 G50.2; // 取消多邊形切削
19 M05; // 工件軸(基礎主軸)停止
20 M205; // 工具軸(同步主軸)停止
21 M30; // 程式結束
```

注：10.116.1之後版本，核心會自動等待不必再下M碼(M81)

程式范例2 (多組同期同時使用)

使用情境:

Pr4021 = 1 (K1: 第一主軸)
Pr4022 = 2 (K1: 第二主軸) // 第一、二主軸在其他加工區域做同期
Pr4023 = 3 (K2: 第三主軸)
Pr4024 = 4 (K2: 第四主軸) // 第三、四主軸夾持工件同時旋轉
Pr4025 = 3 (K3: 第三主軸)
Pr4026 = 5 (K3: 第五主軸) // 第五主軸聽從第三主軸進行多角料切削

```
1 M03 S1000 // spindle 1 CW on
2 M203 S2=1500 // spindle 2 CW on
3 M303 S3=2000 // spindle 3 CW on
4 M403 S4=300 // spindle 4 CW on
5 M503 S5=100 // spindle 5 CW on
6 G04 X3. // wait
7
8 G114.1 K1 // enable 1st spindle synchronization
9 G04 X3. // wait
10 G114.1 R90 K2 // enable 2nd spindle synchronization
11 G04 X3. // wait
12 G51.2 P1 Q2 R60 K3 // enable 3rd spindle synchronization
13 G04 X3. // wait
14 S1500 // change spindle target speed
15 G04 X3. // wait
16 S500 // change spindle target speed
17 G04 X3. // wait
18
19 G113 K2 // diable 2nd spindle synchronization
20 G50.2 K3 // diable 3rd spindle synchronization
21 G113 K1 // diable 1st spindle synchronization
22 G04 X3. // wait
23
24 M05 // stop spindle 1
25 M205 // stop spindle 2
26 M305 // stop spindle 3
27 M405 // stop spindle 4
28 M505 // stop spindle 5
29 M30 // end
```

同期誤差

由於G51.2兩主軸的轉速可以不同，因此同期角度誤差不能直接將兩主軸相減來計算，必須使用以下公式來計算(會顯示在診斷變數45和46):

同期角度誤差 = (從動軸回授角度 - 從動軸基準角度) - 同動比 * (主動軸回授角度 - 主動軸基準角度) - 相位差
其中:

同動比 為 Q / P，基準角度 為Registry Table的設定值(由F4->F4->F3設定)

相位差 為 R，回授角度 為 從編碼器讀回來的數值(等同於R761~R776)

2.27 G51、G50-比例功能(C-type)

2.27.1 指令格式

$$G51 \ X_ \ Y_ \ Z_ \left\{ \begin{array}{l} I_ \ J_ \ K_ \\ P_ \end{array} \right.$$

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。

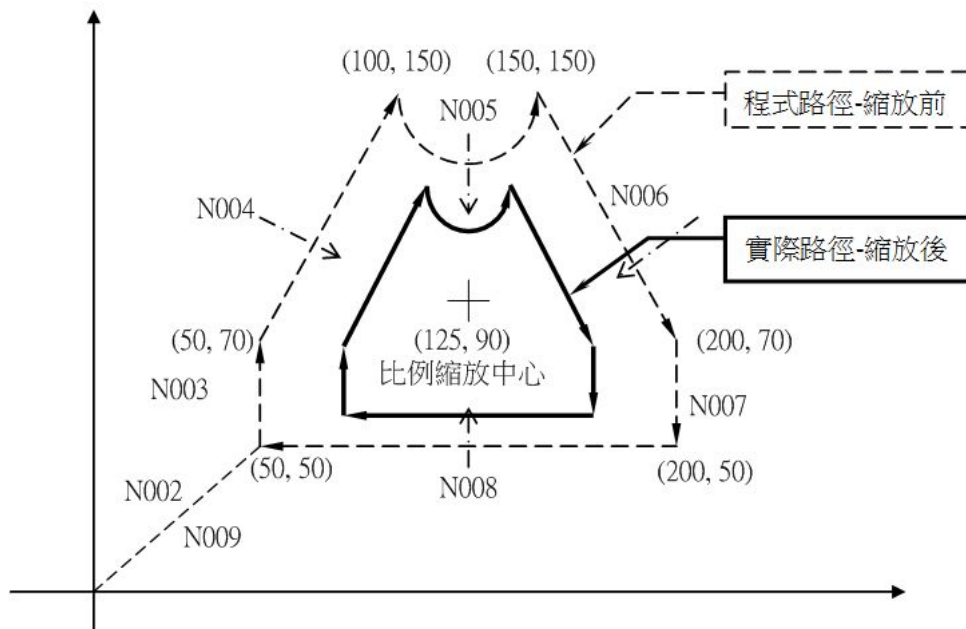
2.27.2 說明

G51指令能使切削路徑透過所設定的值，任意放大、縮小。

2.27.3 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。

2.27.4 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 X 125,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
```

2.28 G52-局部座標設定(C-Type)

2.28.1 指令格式

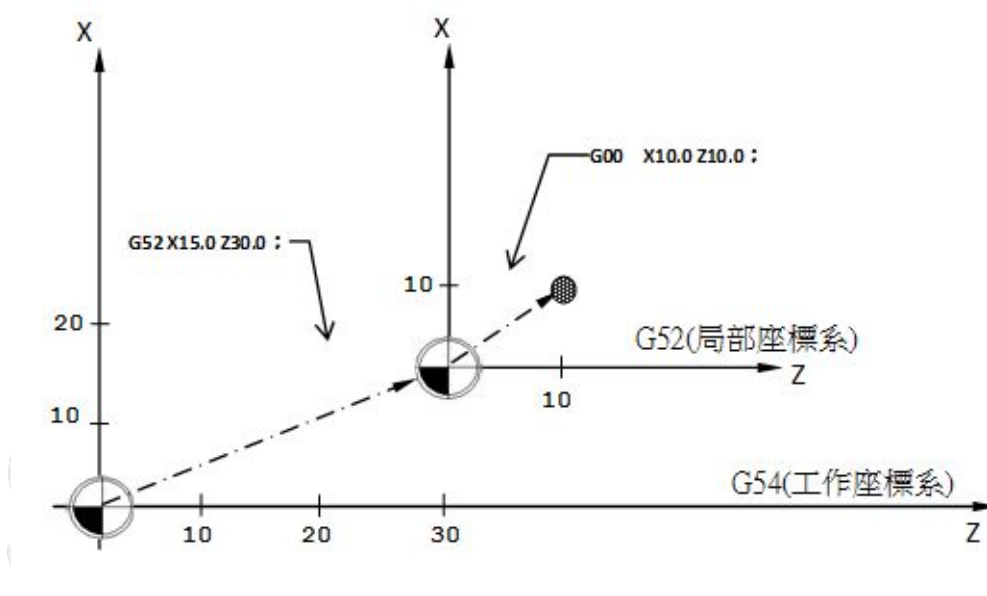
G52 X__ Y__ Z__ ;
X、Y、Z: 設定座標系統

G52 X0.0 Z0.0: 取消局部座標

2.28.2 說明

指定一個工作座標(G54~G59.9)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。

圖示



2.28.3 程式范例

```
G54;//指定工作座標系G54  
G52 X15.0 Z30.0;//設定局部座標系之零點在工作座標系  
//的X15.0 Z30.0之座標位置上  
G00 X10.0 Z10.0;//快速移動至局部座標系之X10.0 Z10.0  
//之座標位置上
```

G52 X0.0 Z0.0;//取消局部座標系設定

2.29 G53-機械座標定位(C-Type)

2.29.1 指令格式

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

X: 移動至指定的機械座標X位置。

Y: 移動至指定的機械座標Y位置。

Z: 移動至指定的機械座標Z位置。

P1: 啟用指定速度指令。

F1: 進給速度 mm/min or inch/min。

2.29.2 說明

機械原點是機械製造廠商在CNC機械生產時，所設定的**固定原點**，此座標系統是一固定不變的座標系;G53指令及其座標指令指定時，刀具向基本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，此點即是機械座標系統的原點。

補充說明

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。

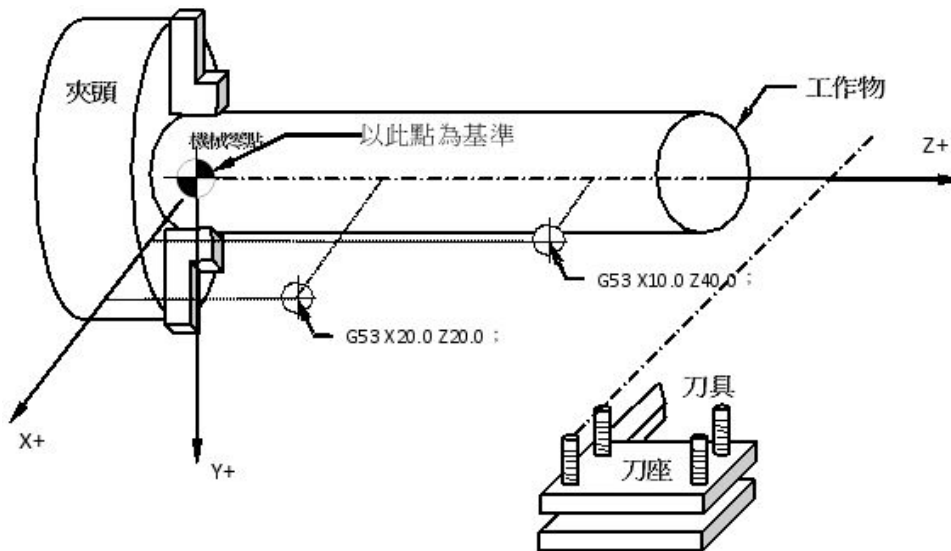
2.29.3 注意事項

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式座標系）；
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. G53默認速度是G00速度。
7. 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。
8. F1 單位為 mm/min or inch/min，支援 G70/G71 英制 公制單位設定指令。
9. 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

2.29.4 程式范例

範例一



程式說明

G53 X20.0 Z20.0; //向機械座標系的指定點移動
G53 X10.0 Z40.0; //向機械座標系的指定點移動

範例二

```
G71;  
G53 X100. Y100.; // G53默認速度是G00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;
```

2.30 G54-G59.9-工作座標系統設定(C-Type)

2.30.1 指令格式

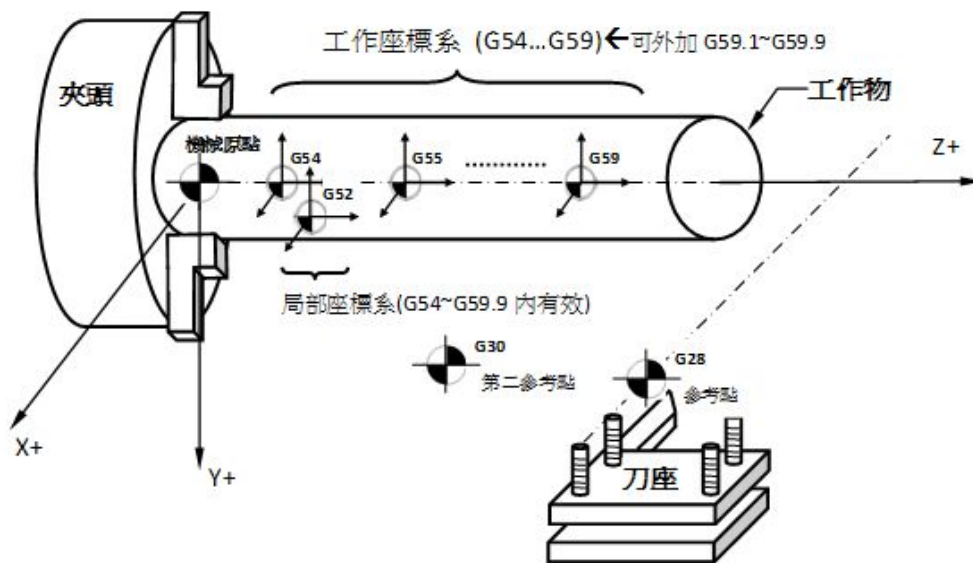
```
G54X__ Y__ Z__ ;  
G55X__ Y__ Z__ ;  
G56X__ Y__ Z__ ;  
G57X__ Y__ Z__ ;  
G58X__ Y__ Z__ ;  
G59X__ Y__ Z__ ;  
G59.1X__ Y__ Z__ ;  
G59.2X__ Y__ Z__ ;  
:
```


:
G59.9X___Y___Z___;
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;

2.30.2 說明

一般操作數值車床時，可能在一工作物不同位置上做相同之重覆式加工，此時可以使用工件座標系統以G54到G59六個G碼外加G59.1~G59.9總共代表15個不同的座標系統，方便對各次重覆式加工，抓取各個在機械座標的位置，以利執行加工時，對各次相同加工一一執行加工。可由參數#3229設定「關閉工作座標系統」(0: 啟動; 1: 關閉)。

2.30.3 圖例



2.31 G61、G62、G63、G64-切削模式設定(C-type)

2.31.1 指令格式

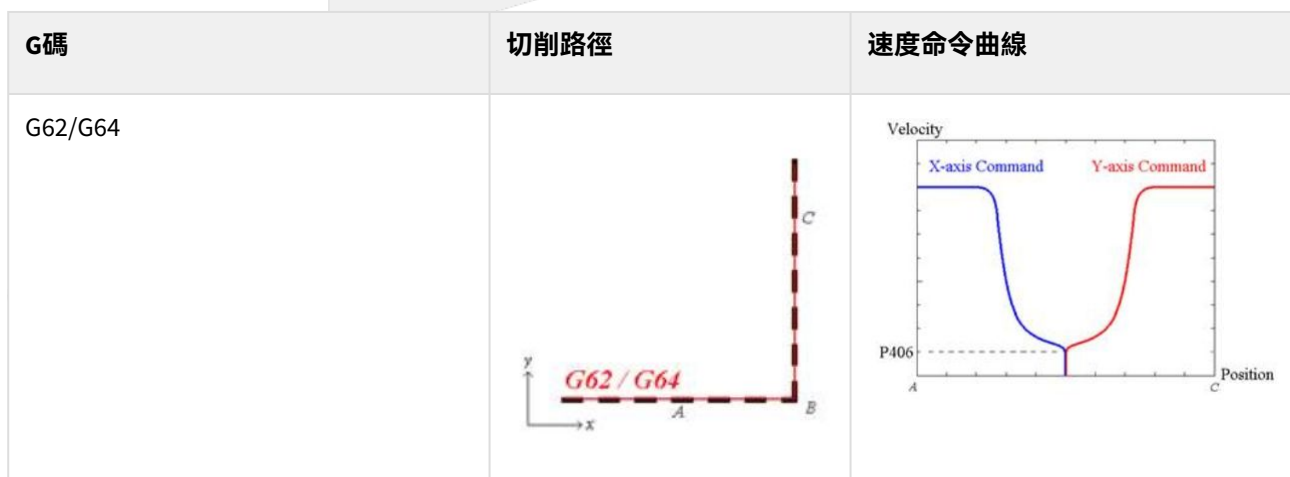
G61; // 確實停止檢測模式
G62; // 曲面切削模式
G63; // 攻牙模式
G64; // 曲面切削模式

2.31.2 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	有效範圍	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範圍內，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係達成二者之同動。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



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。

2.31.3 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. 多組高速高精參數採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)。

2.32 G65-單一巨集程式呼叫(C-Type)

2.32.1 指令格式

G65 P___ L___;
P: 程式號碼;
L: 重覆次數;

2.32.2 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。

2.32.3 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，並將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
```

2.33 G66/G67 - 啟用/取消 模式巨集程式(C-Type)

2.33.1 指令格式

G66 P___ L___; 模式巨集程式呼叫
G67; 模式巨集程式取消
P: 程式號碼;
L: 重覆次數;

2.33.2 說明

巨集指令(G66)被呼叫後，P___指定編號副程式被呼叫出來執行，L___指定G65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，一直到G67單節才取消此模式(若呼叫的副程式內有執行變數運算請注意變數有預解的問題)。

2.33.3 程式范例

```
G91;  
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  
X20.0;    // 移動X軸至20.0的位置,  
    //完成後呼叫  
    // G66 P10 L2 X10.0 Y10.0執行  
Y20.0;    // 移動Y軸至20.0的位置,  
    //完成後呼叫  
    // G66 P10 L2 X10.0 Y10.0執行  
G67;    // 取消巨集程式呼叫模式
```

2.34 G68/G69 - 啟用/取消 刀座鏡像機能(C-Type)

2.34.1 指令格式

G68; X軸鏡像機能啟動
G69; 指定鏡像無效

2.34.2 說明

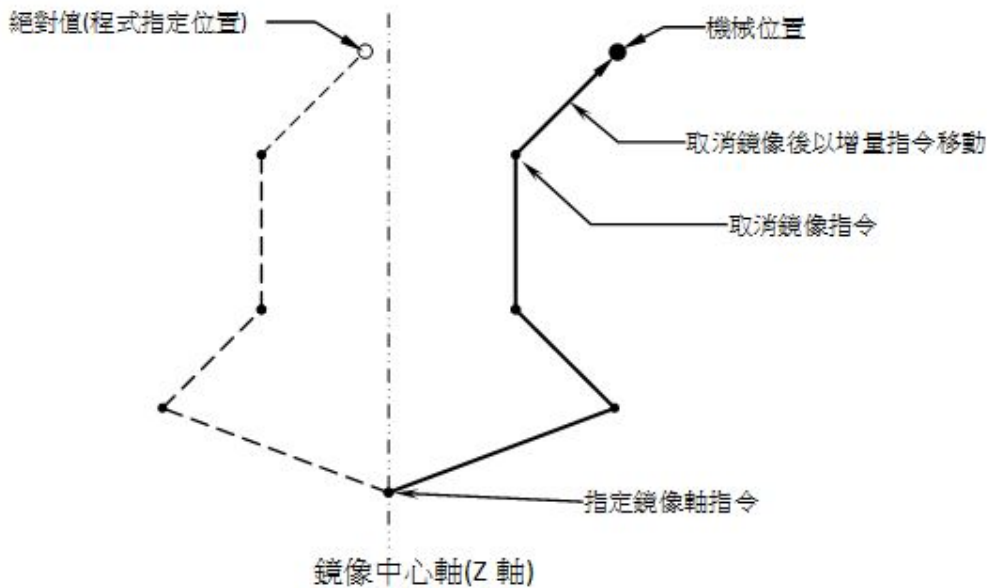
在車床具有雙刀塔機構時，可利用此G碼自動將X軸座標以X0為中心軸鏡射，可便利雙刀塔使用時，程式編寫無需考慮刀塔行進方向。

1. 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，當計數器復位或工件座標變更時，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。

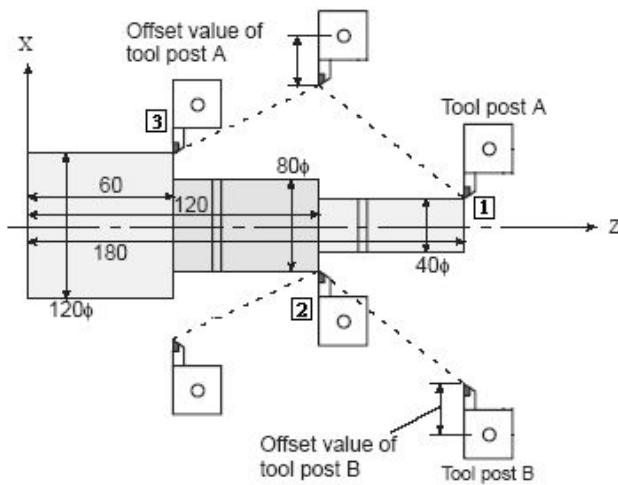
2.34.3 注意事項

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)。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。請在鏡中心作鏡像取消或者在取消後以絕對值指令定位。



2.34.4 程式范例



```
T0101 //turret 1
G01 Z180. X40.//position-1
Z120.
T0202 //turret 2
G68 //enable X-axis mirror image
G01 Z120. X80.//position 2
Z60.
T0101 //turret 1
G69 //disable X-axis mirror image
G01 Z60. X120.//position 3
M99
```

2.35 G70G71-英制 公制 單位設定指令(C-Type)

2.35.1 指令格式

G70;

G71;

2.35.2 說明

G70: 英制單位設定

G71: 公制單位設定

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

2.35.3 注意事項

旋轉軸並無英制單位。

在執行直線軸與旋轉軸同動的移動指令時，若單位為英制，因直線軸命令量有乘以25.4，所以旋轉軸在合成速度的佔比會大幅下降。反之，若為公制，則直線軸的佔比會大幅下降，需特別留意。

2.36 G72-G78-復式切削循環(C-Type)

2.36.1 說明

車削工具機的加工材料一般為圓柱體，且在CNC車削工具機加工一定的輪廓與尺寸時，需多次粗切及一次精切。

因此，在本CNC控制器內建構了一群組固定車削循環，來達成在粗切及精切時，自動產生一系列的刀具路徑以完成輪廓車削，可降低編寫程式時之工作負荷。

這些指令可自動產生刀具路徑以完成由直線、錐度及圓形架構的工件輪廓加工。

X軸僅支援設定為直徑軸。

2.37 G72-精車削循環(C-Type)

2.37.1 指令格式

G72 P(ns) Q(nf) ;

ns: 切削循環的起始單節序號

nf: 切削循環的結束單節序號

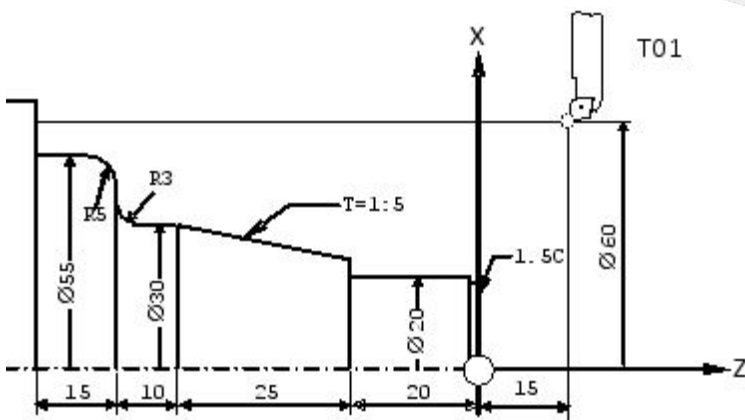
2.37.2 說明

1. 首先進行名詞解釋：初始點、循環路徑、退刀路徑
 - a. 初始點 = 車削循環G碼(G72)前一個單節位置。
 - b. 循環路徑 = 開始序號(P_)到結束序號(Q_)之間的單節所構成的路徑。
 - c. 退刀路徑 = 為循環路徑終點到初始點的路徑。
2. G72指令為精車削循環，也可稱為輪廓車削循環，此指令必須與上一單節的區塊移除切削循環一起使用。
3. 一般而言，在程式中精車削循環會接在區塊切削循環之後，其執行範圍只包括起始單節序號 "P(ns)" 到結束單節序號 "Q(nf)"。
4. 用於G73 / G74 / G75循環粗切削之後，必須配合指令G72執行精切削，以達最後所要求的尺寸。
5. 退刀路徑：從為G00 XZ同動。
6. X軸僅支援設定為直徑軸。

2.37.3 注意事項

1. 在單節G73、G74、G75指定的F、S及T機能無效，但是在G72序號"ns"-"nf"間指定的F、S及T機能有效。
2. 當G72的循環加工結束時，刀具回到起點并讀下一個單節。
3. 在G72至G75使用的"ns"-"nf"間的任一單節，不可呼出副程式。
4. 為了讓G72退刀方式符合其所對應的粗車削類型(G73/G74/G75)，建議同一個輪廓的粗車削和精車削要接續執行，避免執行多個粗車削後才執行G72。
5. 當【G72的切削輪廓】和其【退刀路徑】構成尖銳的輪廓時，可能會造成開放刀補(G41/G42)後路徑不如預期，見程式範例4

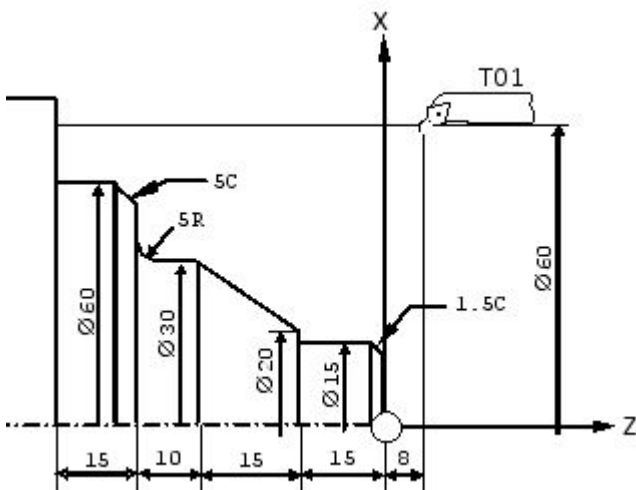
2.37.4 程式範例1



```
T01; //使用1號刀具
G92 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，
//主軸正轉
G00 X60.0 Z15.0; //快速定位至起始點
M08; //開啟切削劑
G73 U2.0 R1.0; //X軸向切削深度 3.0 mm，退刀量 1.0 mm
G73 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.3;
//執行橫向(外徑)粗車削循環，其區塊為序號N01->N02，
//X軸向之精車預留量為0.8 mm，
//Z軸向之精車預留量為0.1mm，進給率 0.3 mm/rev
N01G00 X17.0;
```

```
G01 Z0.0;  
X20.0 Z-1.5;  
Z-20.0;  
X25.0;  
X30.0 Z-45.0; //欲車削之輪廓  
Z-52.0;  
G02 X36.0 Z-55.0 R3.0;  
G01 X45.0;  
G03 X55.0 Z-60.0 R5.0;  
N02G01 Z-70.0;  
G72 P01 Q02; //執行精車削循環，其區塊為序號N01->N02  
M09; //關閉切削劑  
M28 X60.0 Z20.0; //刀具快速移動至指定中間點，  
//再回歸至機械原點  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.37.5 程式范例2

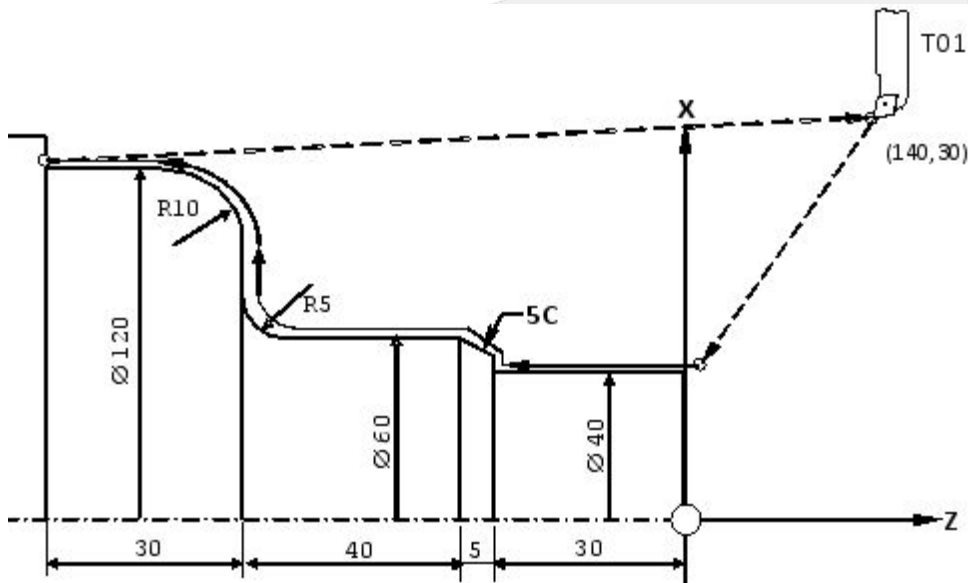


```
T01; //使用1號刀具  
G92 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm  
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，主軸正轉  
G00 X60.0 Z8.0; //快速定位至起始點  
M08; //開啟切削劑  
G74 W3.0 R1.0; //Z軸向切削深度 3.0 mm，退刀量 1.0 mm  
G74 P01 Q02 U0.8 W0.2 F0.6;  
//執行徑向(端面)粗車削循環，其區塊為序號N01->N02，  
//X軸向之精車預留量為0.8 mm，Z軸向之精車預留量為0.2 mm，  
//進給率 0.6 mm/rev  
N01G00 Z-55.0;  
G01 X60.0;  
Z-45.0;  
X50.0 Z-40.0;  
X40.0;  
G03 X30.0 Z-35.0 R5.0; //欲車削之輪廓  
G01 Z-30.0;
```



```
X20.0 Z-15.0;  
X15.0;  
Z-1.5;  
N02X12.0 Z0.0;  
G72 P01 Q02; //執行精車削循環，其區塊為序號N01->N02  
M09; //關閉切削劑  
G28 X60.0 Z10.0; //刀具快速移動至指定中間點，  
//再回歸至機械原點  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.37.6 程式范例3

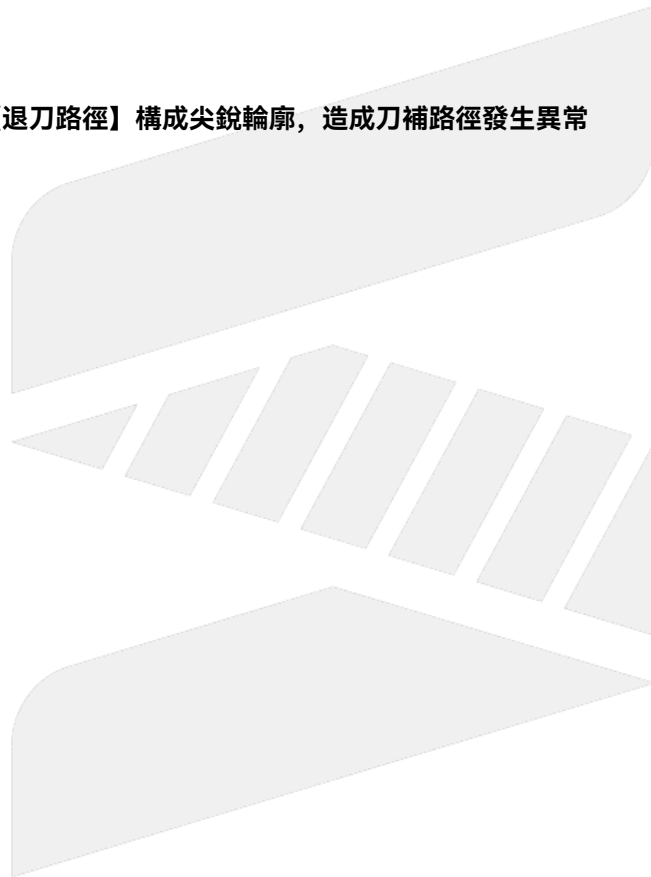


```
T01; //使用1號刀具  
G92 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm  
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，  
//主軸正轉  
G00 X140.0 Z30.0; //快速定位至起始點  
M08; //開啟切削劑  
G75 U15.0 W15.0 R3.0; //X軸向切削量 15.0 mm，Z軸向切削量  
// 15.0 mm，切削 3次  
G75 P01 Q02 U0.8 W0.2 F0.3;  
//執行成形輪廓粗車削循環，其區塊為序號N01->N02，  
//X軸向之精車預留量為0.8 mm，Z軸向之精車預留量為0.2 mm，  
//進給率 0.3 mm/rev  
N01G00 X40.0 Z5.0; //欲車削之輪廓  
G01 Z-30.0;  
X50.0;  
X60.0 Z-35.0;  
Z-70.0;  
G02 X70.0 Z-75.0 R5.0;  
G01 X100.0;  
G03 X120.0 Z-85.0 R10.0;
```

```
N02G01 Z-105.0;  
G72 P01 Q02; //執行精車削循環，其區塊為序號N01->N02  
M09; //關閉切削劑  
G28 X140.0 Z30.0; //刀具快速移動至指定中間點，  
//再回歸至機械原點  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

2.37.7 程式范例4

【G72的切削輪廓】和其【退刀路徑】構成尖銳輪廓，造成刀補路徑發生異常

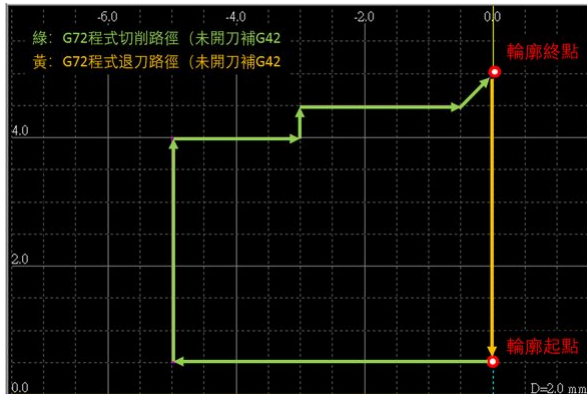


SYNTEC

沒開G42

設定
無刀補

圖形模擬結果



加工指令

```
T01;
G97M3S60;
G50S1200;

Z0.0;
X1.0;

//進行精車削 (不開刀補)
G01;
G72P3Q4;

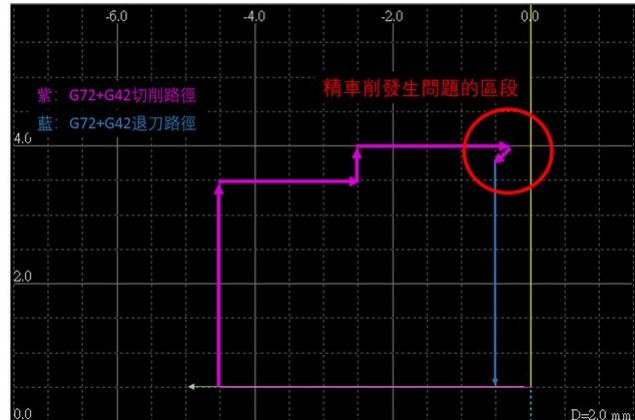
//程式結束
M30;

// 精車削輪廓
N03Z-5.0;
X8.0F2000;
Z-3.0;
X9.0;
Z-0.5;
N04X10.0W0.5;
```

開啟G42 (路徑不如預期)

設定
開啟右刀補, 刀尖半徑1.0

圖形模擬結果



加工指令

```
T01;
G97M3S60;
G50S1200;

Z0.0;
X1.0;

//開啟刀補並進行精車削
G01G42;
G72P3Q4;

//程式結束
M30;

// 精車削輪廓
N03Z-5.0;
X8.0F2000;
Z-3.0;
X9.0;
Z-0.5;
N04X10.0W0.5;
```

沒開G42	開啟G42 (路徑不如預期)
	<p>說明: 精車削發生問題的區段，其G72原始車削路徑、退刀路徑，及刀具位置如下圖 因為【精車削最後一刀】和【退刀路徑】所構成的輪廓對刀尖而言太窄，造成刀補路徑不如預期</p>  <p>綠: G72程式切削路徑 (未開刀補G42) 黃: G72程式退刀路徑 (未開刀補G42) 紫: G72+G42切削路徑 灰: 刀具位置</p>

2.38 G73-橫向(外徑)粗車削循環(C-Type)

2.38.1 指令格式

G73 U Δ d_ Re H_;

G73 P (ns) Q (nf) U Δ u W Δ w F_ S_ T_ D_;

Δ d: Z軸方向每次切削深度，可由系統參數Pr4013指定預設值

e: 退刀量，可由系統參數Pr4012指定預設值

ns: 循環開始序號

nf: 循環結束序號

Δ u: X軸(外徑)方向的精修預留量

Δ w: Z軸(長度)方向的精修預留量

F: 進給速率

T: 刀具號碼

S: 主軸轉速設定H: 加工方式，填0將執行TYPE I加工方式、填1將執行TYPE II加工方式、不指定H時，系統將自行判斷加工方式

H: 加工方式，填0將執行TYPE I加工方式、填1將執行TYPE II加工方式、不指定H，系統將自行判斷加工方式

D: 斷屑開關。當D=1時開啟斷屑，其他則不開啟，有效版本10.118.70E

2.38.2 說明

G73指令為橫向(外徑)粗車削循環，可搭配刀補功能(G41/G42)將工件加工至欲定輪廓，並預留一定預留量作為精車用。

此切削循環需定義包括工件輪廓路徑的單節範圍、每次粗車的切削深度及精車削深度預留量與方向。

前情提要

此頁面主要以 Pr4014 設定為 0，外徑加工進行解說。

Pr4014 為 設定粗車削模式，其他模式請見Pr4014 設定粗車循環模式。

另外，先介紹名詞定義，並且搭配之後圖示，方便規格描述。

表格：名詞定義表

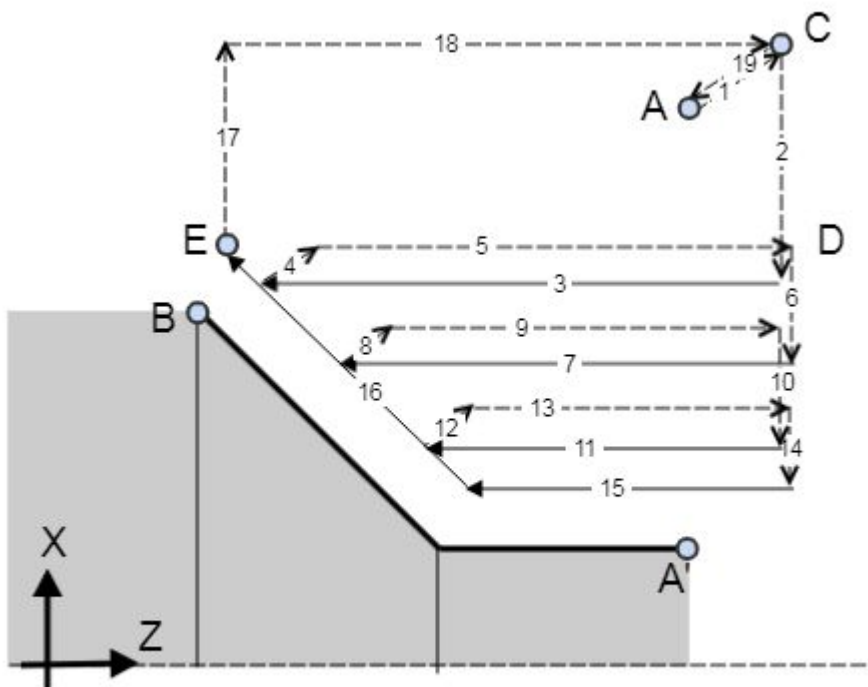
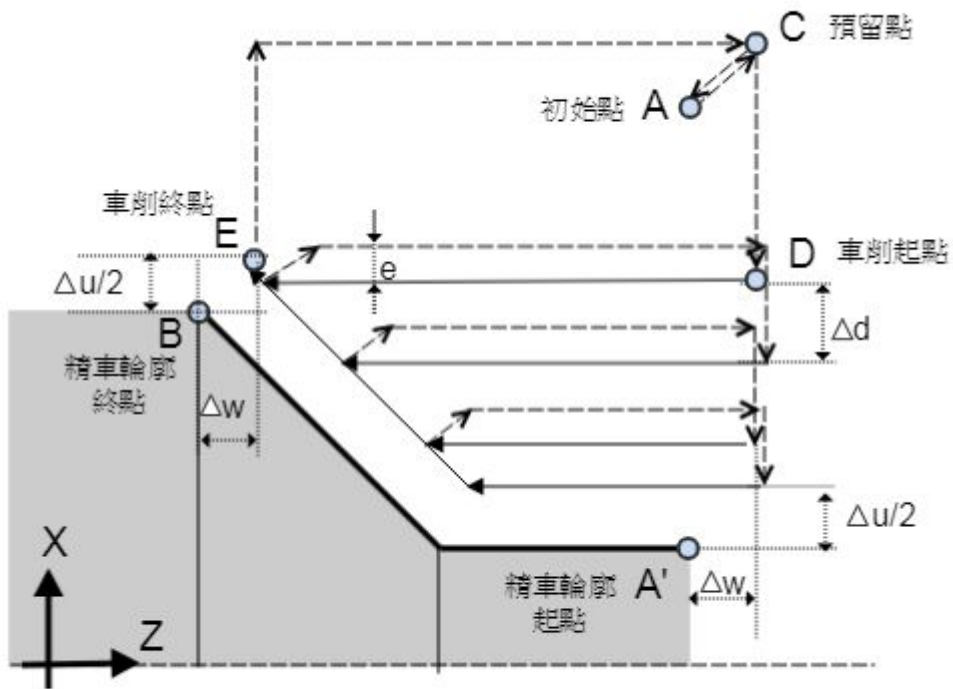
#	名詞	符號	說明
1	初始點	A	1. 粗車削循環G碼前一個單節位置。 2. 粗車削循環G碼 包含 A-Type G71/G72、C-Type G73/G74。
2	預留點	C	1. 為了保留車削預留量，此點離初始點(A) 存在一偏移量 ($\Delta w, \Delta u/2$)。 2. 若無指定預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$)，預留點(C)與初始點(A)同一位置。
3	車削起點	D	1. 開始粗車削循環的位置。
4	精車輪廓路徑	A' → B	1. 開始序號(ns)到結束序號(nf)之間的單節所構成的路徑，為最終精車削形狀。
5	精車輪廓起點	A'	1. 開始序號(ns)單節位置。
6	精車輪廓終點	B	1. 結束序號(nf)單節位置。
7	車削終點	E	1. 粗車輪廓終點，為粗車循環結束之終點位置。 2. 若無指定預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$)，粗車輪廓終點(E)與精車輪廓終點(B)同一位置。
8	退刀路徑	E → C	1. 為粗車輪廓終點(E)到預留點(C)的路徑。

TYPE I

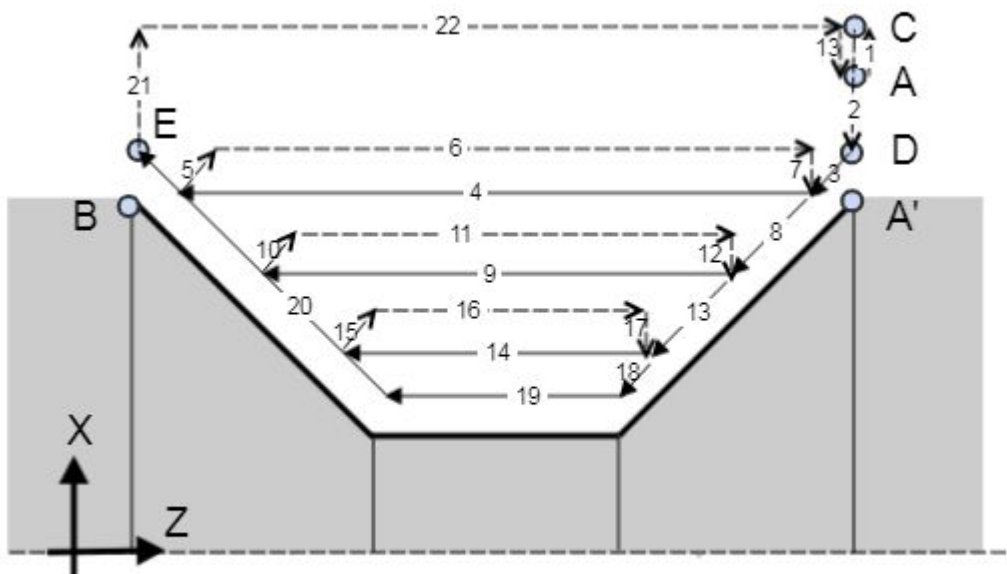
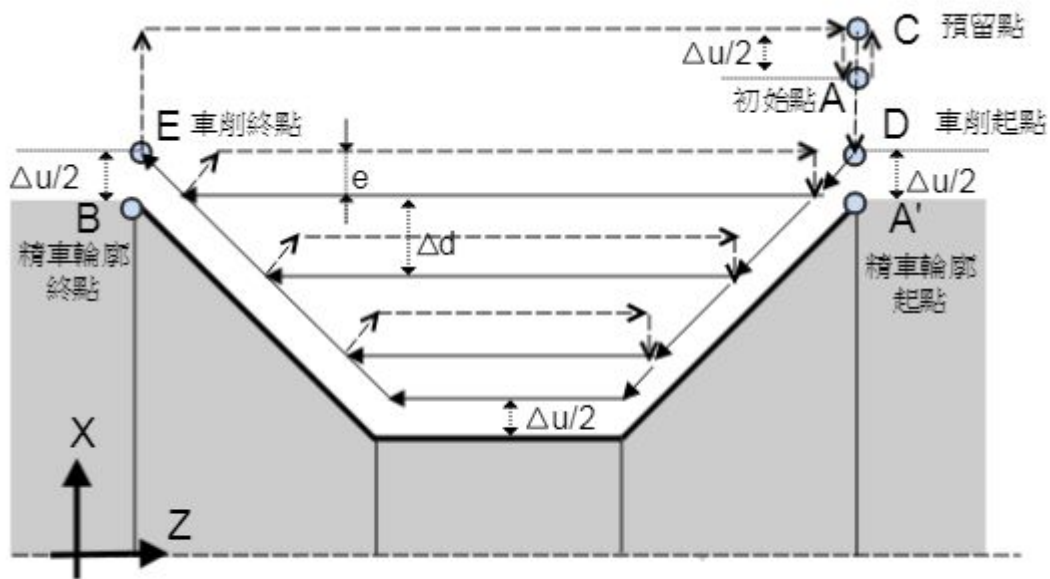
限制：通常用於端面起始加工，除第一單節必須要符合X軸為單調遞增(減)的條件，且每個單節必須要符合Z軸均為單調遞增(減)的條件，亦即下一個單節需比上一個單節逐漸增加(減少)。

舉例：以下舉兩種 TYPE I 精車輪廓，其生成之路徑規格與路徑順序圖。

圖示：Type I 範例1



圖示: Type I 範例2



動作說明

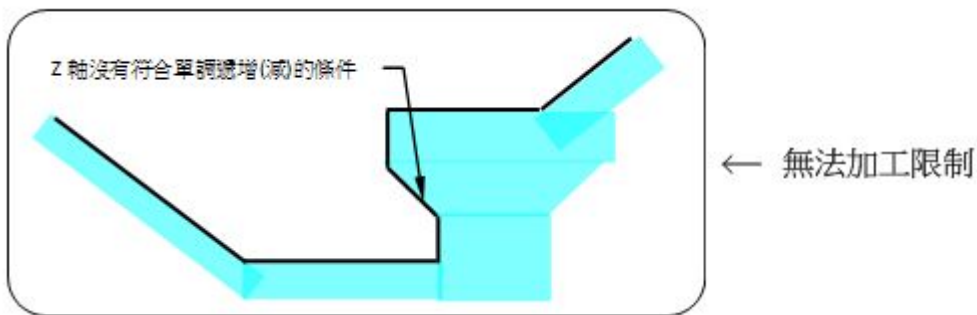
1. 循環前，應先將刀具快速定位(G00)至初始點(A)。
2. 執行 G73 指令後，刀具依所設定的精車削預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$) 為其偏移量，偏移至預留點(C)。
3. 刀具再向 X 軸向快速定位(G00)至車削起點(D)，開始進給至輪廓面。
 - a. 車削起點(D)與 Pr4014 設定有關，請見Pr4014 設定粗車循環模式。

- b. 圖示為 Pr4014 設定 0 情況，會依照精車輪廓終點(B)的位置作為車削起點(D)的參考。
4. 再以45°方向，X軸方向退刀 e 距離後，Z軸進給相反方向退至X軸平行相鄰切削起點之點。
5. 再X軸向移動 Δd 距離，繼續下一重複循環。
6. 重複4.、5.，直到最後一循環結束，刀具便沿著粗車輪廓路徑車削一次。
 - a. 粗車輪廓路徑 = 精車輪廓路徑(A' → B) + 精車預留偏移量 ($\Delta w, \Delta u/2$)
7. 粗車完成時，刀具會由車削終點(E)退回至預留點(C)。
 - a. 退刀路徑(E → C)規格與 Pr4014 設定有關，請見Pr4014 設定粗車循環模式。
 - b. 圖示為 Pr4014 設定 0 情況，會先進行X軸退刀，再進行Z軸退刀。
8. 再由預留點(C)退至初始點(A)，為G00 XZ 兩軸同動。

TYPE II

限制：通常用於從工件材料中間的加工，在 **TYPE II** 中，只有Z軸必須要符合單調遞增(減)的條件。

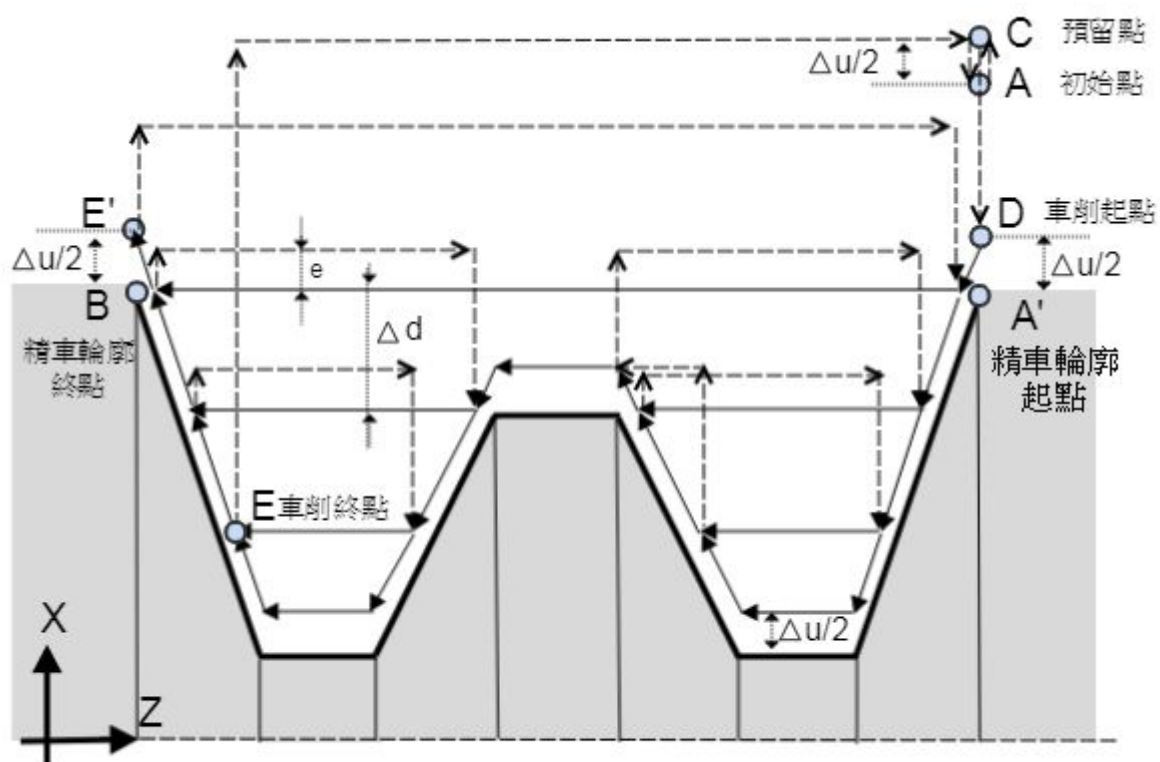
圖示：無法加工限制



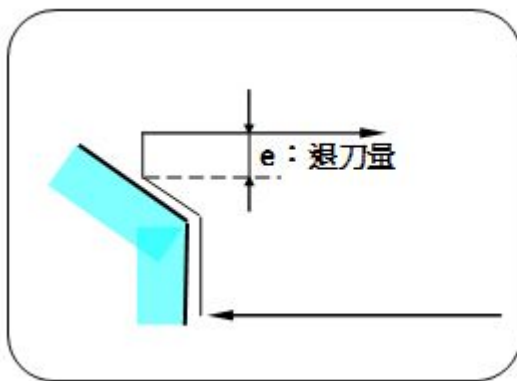
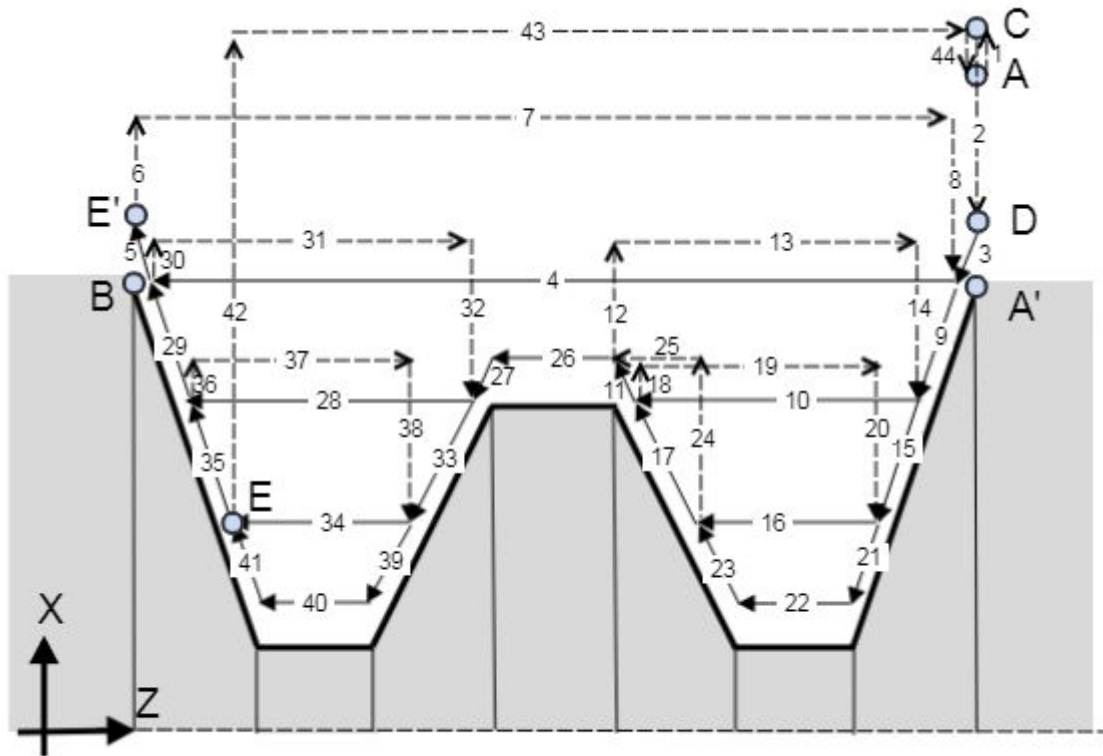
舉例：以下舉一種 **TYPE II** 精車輪廓，其生成之路徑規格與路徑順序圖。

圖示：Type II 範例

SYNTEC



SYNTEC

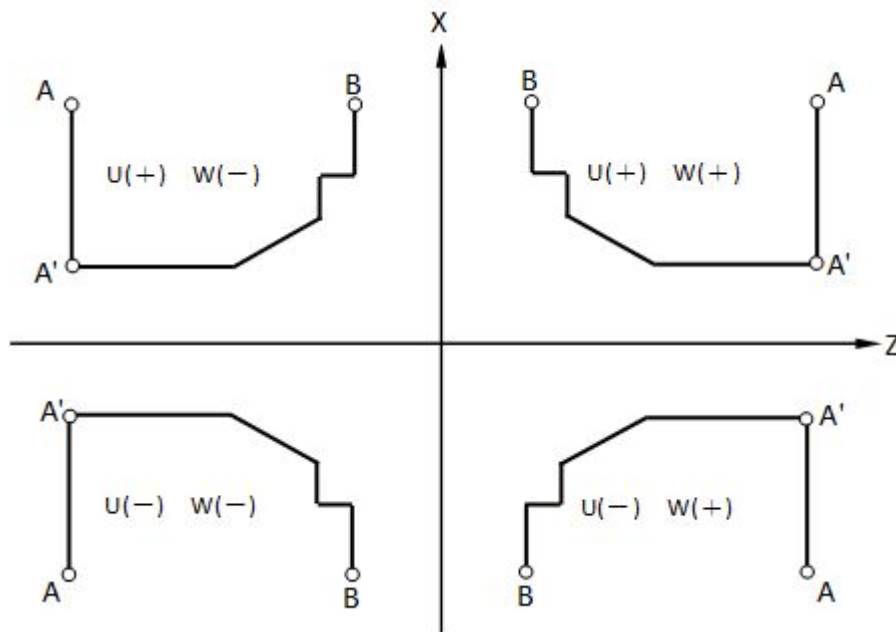


← 退刀方式

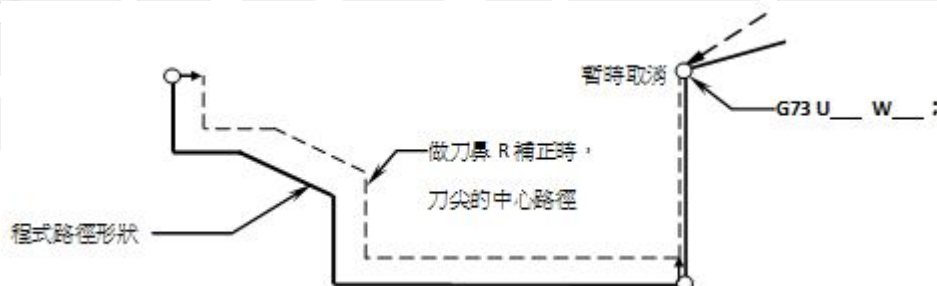
注意事項

1. 版本10.118.43(含)之前：X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。版本10.118.44(含)之後：X軸與Z軸支援設定為直/半徑軸。
2. 在進行車削循環之前，為了避免撞機風險，在以下兩種情況會先進行路徑檢查。
 - a. 情況1：Pr4014 設定為0。情況2：Pr4014 設定為1，且執行TYPE II加工方式。
 - b. 詳情請見Pr4014 設定粗車循環模式。
3. 承上，路徑檢查條件：如果 初始點(A)X方向 於精車輪廓路徑(A' → B)之間，則系統發出【MAR-005車削起始點低於路徑】。若系統發此警報，請檢查確保初始點(A)X方向於精車輪廓路徑(A' → B)之外。
4. 當H變數被填錯時，系統發出【MAR-018 G73/G74 H 值輸入錯誤】。請針對加工程式，填入合理的H變數值或不填H變數，讓系統將自行判斷加工方式。

5. 當車削循環指令(G73)未指定H碼且第一單節只有X軸位移量，將被內定使用TYPE I。
6. G73中，X軸向的切削深度 Δd 與預留量 Δu 皆由引數U指定
 - a. 第一行ns和nf未被指定，G73單節內中所指定的U是切削深度 Δd 。
 - b. 第二行ns和nf被指定，G73單節內中所指定的U則是X軸向的預留量 Δu 。
 - c. G73共有兩行，第二行為啟動條件，必須設定；第一行則可不寫。但若只寫第一行沒有寫第二行，則無法啟動橫向(外徑)粗車削循環。
7. 輪廓路徑是由ns和nf之間的單節所描述，由A點到A'點再到B點。如果輪廓路徑的Z座標不是單方向增加或減少，系統發出【MAR-002車削路徑X,Z軸只允許單方向增加或減少】。
8. 在ns到nf之間單節所下的F、S、T機能是無效的，這些指令只有寫在粗車削循環G碼(G73)之單節內才會生效。
9. 在每個ns到nf之間單節所使用的切削模式G00/G01，將被使用在設定刀具沿著此一區塊做粗切削時所使用的切削模式。
10. 路徑中的最後一個單節nf不能作副程式的呼叫，若所有路徑皆在一個副程式中，可使用以下寫法(詳見範例3)
Nns M98 Pxxxx; // 加工路徑之副程式
Nnf U0; // 插入一個空單節。
11. 精車削預留方向：精車預留量的方向依形狀如下圖來決定。精車的程式為A → A' → B。



12. 刀徑補償指令(G41/G42)需下在G73之前，則刀尖補正功能有效，刀尖補正功能只針對輪廓路徑進行補償，即Type I圖中的A → A' → B。
13. G73指令所包含的指令單節，若有刀尖補正之指令均將無效，但其補正值將加入預留之尺寸中。



14. 在ns → nf之間，若有刀尖補正之指令均將無效，若欲使用刀尖補正功能，請將G41/G42下在G73之前。
15. G73 Macro認定的初始點A點為進入G73之前不含刀尖補正的位置，進入A'點之後才進入補償，亦即執行到A點時會暫時取消刀尖補正。

2.38.3 程式範例

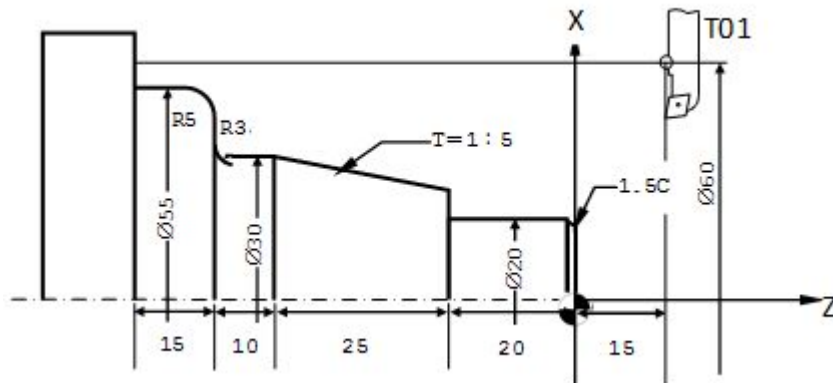
以下分別為Type I 和Type II 的範例程式。

Type I 範例程式為手冊中的G73範例1(刀徑補償值為2.0、刀尖方向8)

Type II 範例程式為手冊中的G73範例2(刀徑補償值為5.0、刀尖方向8)

兩個範例程式都分別執行了兩次，其結果顯示於各自的程式碼下方，一次沒開刀補(紅)，一次有開刀補(綠)。

範例1: TYPE I



```
% @MACRO
SETDRAW(13);
T01;          //使用1號刀具
G92 S5000;    //轉速最高限制 5000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定, 表面速度 130 m/min, 主軸正轉
M08;         //開啟切削劑
G00 X60.0 Z15.0; //快速定位至初始點

G73 U2.0 R1.0 H0;
//X軸向切削深度 2.0 mm, 退刀量 1.0 mm, H可不指定
//如G73 U2.0 R1.0為等效之程式寫法
//H值為0, 使用 TYPE I

G73 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.3;
//執行橫向(外徑)粗車削循環, 其區塊為序號N01->N02,
//X軸向之精車預留量為0.8 mm, Z軸向之精車預留量為0.1mm,
//進給率 0.3 mm/rev

N01 G00 X17.0;
//切削循環開始序號

G01 Z0.0;
X20.0 Z-1.5;
Z-20.0;
X25.0;
X30.0 Z-45.0;
Z-52.0;
G02 X36.0 Z-55.0 R3.0;
G01 X45.0;
```

```
G03 X55.0 Z-60.0 R5.0;
```

```
N02 G01 Z-70.0;  
//切削循環結束序號
```

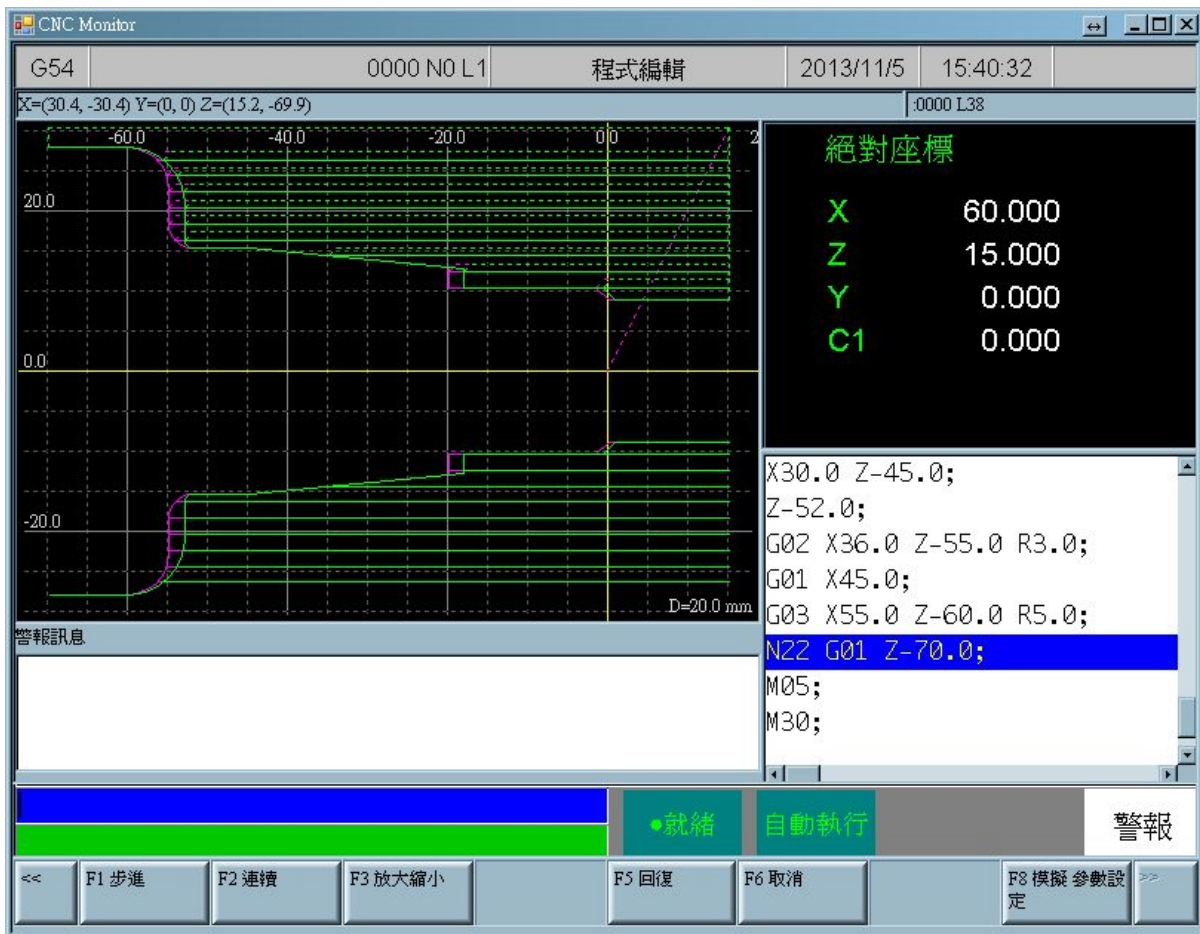
```
SETDRAW(0);  
G92 S5000;  
G96 S130 M03;  
G00 X60.0 Z15.0;
```

```
G42;  
//於第二次切削前開啟刀補
```

```
SETDRAW(10);  
G73 U2.0 R1.0 H0;  
G73 P11 Q22 U0.8 W0.1 F0.3;  
N11 G00 X17.0;  
G01 Z0.0;  
X20.0 Z-1.5;  
Z-20.0;  
X25.0;  
X30.0 Z-45.0;  
Z-52.0;  
G02 X36.0 Z-55.0 R3.0;  
G01 X45.0;  
G03 X55.0 Z-60.0 R5.0;  
N22 G01 Z-70.0;  
G40; //關閉刀補  
M09; //關閉切削劑  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

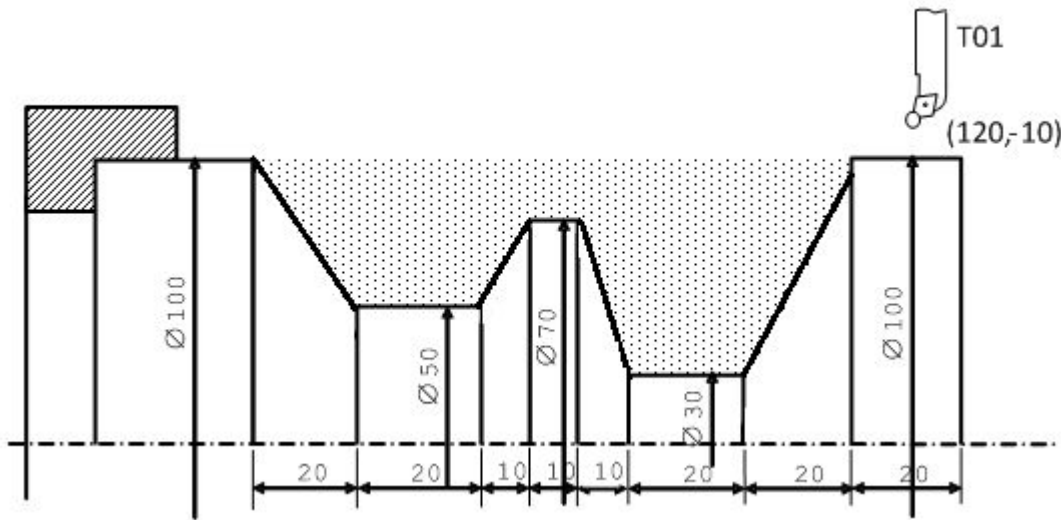


SYNTEC



SYNTEC

範例2: TYPE II



```
% @MACRO
SETDRAW(13);
T01;           //使用1號刀具
G92 S5000;    //最高轉速限制5000rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min
M08;         //開啟切削劑
G00 X120.0 Z-10.0; //快速定位至初始點

G73 U2.0 R1.0 H1;
//X軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm，H可不指定
//在此H指定為1，將使用TYPE II 切削
//如G73 U2.0 R1.0為等效之程式寫法

G73 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.3;
//執行橫向(外徑)粗車削循環，其區塊為序號N01->N02
//X軸向之精車預留量為0.8 mm，Z軸向之精車預留量為0.1mm
//進給率 0.3 mm/rev

N01 G00 X101.0 Z-20.0;
//切削循環開始序號

G01 X100.0;
X30.0 Z-40.0;
Z-60.0;
X70.0 Z-70.0;
Z-80.0;
X50.0 Z-90.0;
Z-110.0;

N02 X100.0 Z-130.0;
//切削循環結束序號

SETDRAW(0);
G92 S5000;
```

```
G96 S130 M03;  
G00 X120.0 Z-10.0;
```

G42;
// 於第二次切削前開啟刀補

```
SETDRAW(10);  
G73 U2.0 R1.0 H1;  
G73 P11 Q22 U0.8 W0.1 F0.3;  
N11 G00 X101.0 Z-20.0;  
G01 X100.0;  
X30.0 Z-40.0;  
Z-60.0;  
X70.0 Z-70.0;  
Z-80.0;  
X50.0 Z-90.0;  
Z-110.0;  
N22 X100.0 Z-130.0;  
G40; //關閉刀補  
M09; //關閉切削劑  
M05; //主軸停止  
M30; //程式結束
```

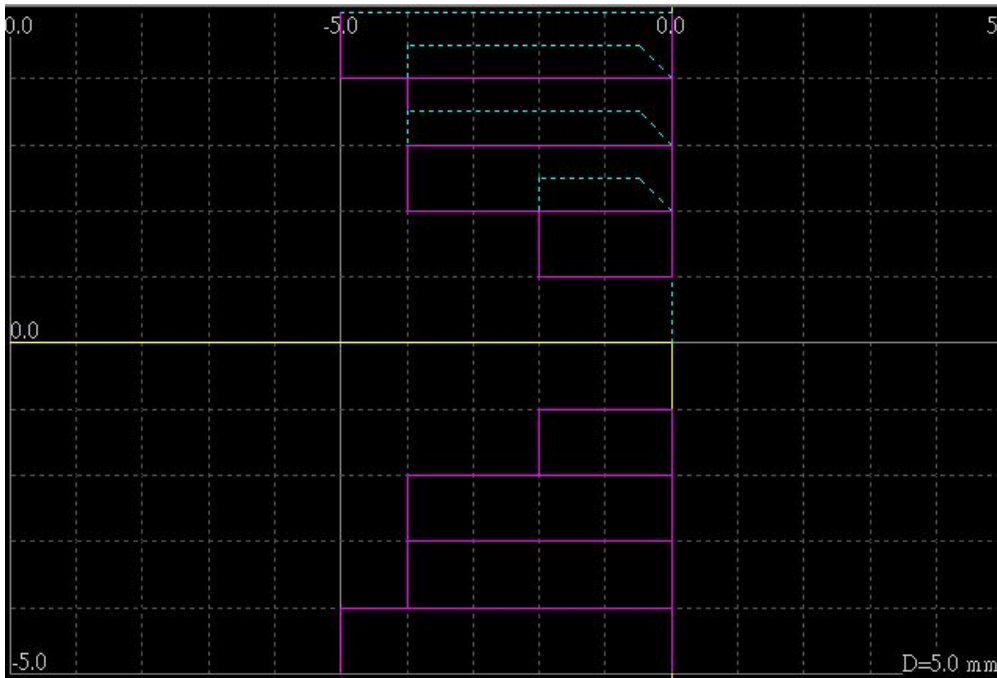


SYNTEC



SYNTEC

範例3: G73以副程式呼叫所有路徑



主程式	副程式 00073
<pre>T0202G99 G97M3S60 G50S1200 G0X10.0 G0Z-5.0 // Stock Removal G73U1.0R0.5 G73P3Q4F5000 // Cutting profile of removal region N3 M98 P73 N4 U0 M30</pre>	<pre>// Cutting profile of removal region G00Z-5.0; G01X8.0F2000; Z-4.0; X4.0; Z-2.0; X2.0; Z0.0; M99;</pre>

2.39 G74-徑向(端面)粗車削循環(C-Type)

2.39.1 指令格式

G74 W Δd R e H___;
 G74 P (ns) Q (nf) UΔu WΔw F___ S___ T___ D___;

Δd : Z軸方向每次切削深度, 可由系統參數Pr4013指定預設值

e: 退刀量, 可由系統參數Pr4012指定預設值

ns: 循環開始序號

nf: 循環結束序號

Δu : X軸(外徑)方向的精修預留量

Δw : Z軸(長度)方向的精修預留量

F: 進給速率

T: 刀具號碼

S: 主軸轉速設定H: 加工方式, 填0將執行TYPE I加工方式、填1將執行TYPE II加工方式、不指定H時, 系統將自行判斷加工方式

H: 加工方式, 填0將執行TYPE I加工方式、填1將執行TYPE II加工方式、不指定H, 系統將自行判斷加工方式

D: 斷屑開關。當D=1時開放斷屑, 其他則不開放, 有效版本10.118.70E

2.39.2 說明

G74指令為徑向(端面)粗車削循環, 使用於當工件之直徑大而長度短, 即車床上欲做直徑方向之切除量大於軸向, 就以G74來執行車削加工。

前情提要

此頁面主要以 Pr4014 設定為 0, 外徑加工進行解說。

Pr4014 為 設定粗車削模式, 其他模式請見Pr4014 設定粗車循環模式。

另外, 先介紹名詞定義, 並且搭配之後圖示, 方便規格描述。

表格: 名詞定義表

#	名詞	符號	說明
1	初始點	A	1. 粗車削循環G碼前一個單節位置。 2. 粗車削循環G碼 包含 A-Type G71/G72、C-Type G73/G74。
2	預留點	C	1. 為了保留車削預留量, 此點離初始點(A) 存在一偏移量 ($\Delta w, \Delta u/2$)。 2. 若無指定預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$), 預留點(C)與初始點(A)同一位置。
3	車削起點	D	1. 開始粗車削循環的位置。
4	精車輪廓路徑	A' → B	1. 開始序號(ns)到結束序號(nf)之間的單節所構成的路徑, 為最終精車削形狀。
5	精車輪廓起點	A'	1. 開始序號(ns)單節位置。
6	精車輪廓終點	B	1. 結束序號(nf)單節位置。

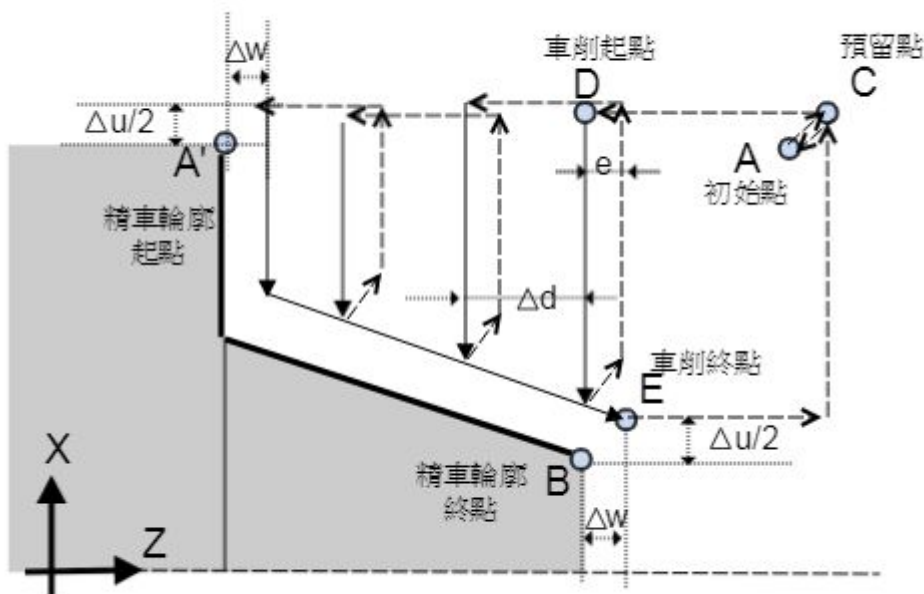
#	名詞	符號	說明
7	車削終點	E	1. 粗車輪廓終點，為粗車循環結束之終點位置。 2. 若無指定預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$)，粗車輪廓終點(E)與精車輪廓終點(B)同一位置。
8	退刀路徑	E → C	1. 為粗車輪廓終點(E)到預留點(C)的路徑。

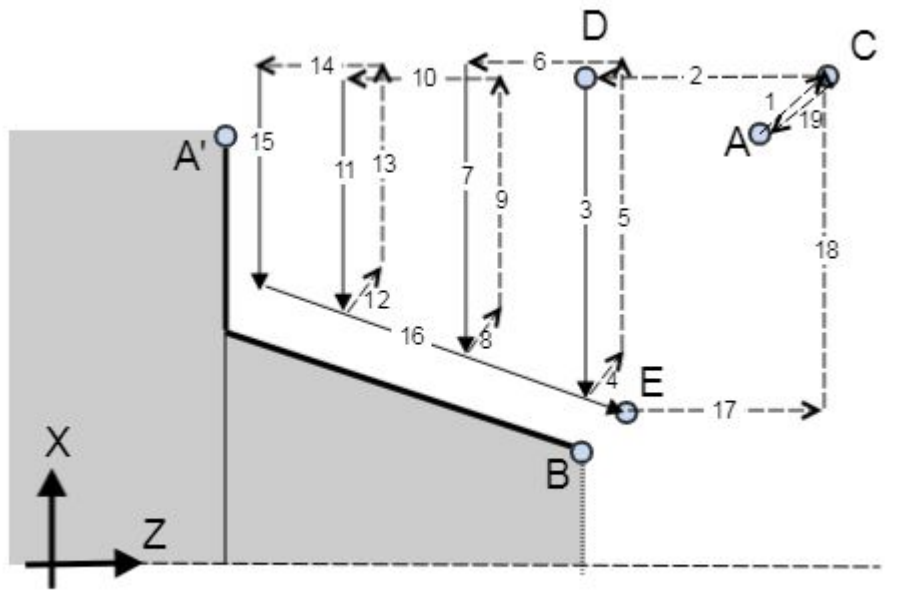
TYPE I

限制：通常用於從端面起始加工，除第一單節必須要符合Z軸為單調遞增(減)的條件，且每個單節必須要符合X軸均為單調遞增(減)的條件，亦即下一個單節需比上一個單節逐漸增加(減少)。

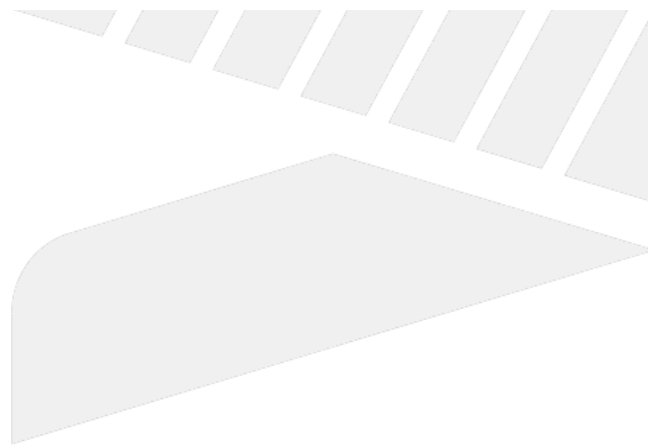
舉例：以下舉兩種 TYPE I 精車輪廓，其生成之路徑規格與路徑順序圖。

圖示：Type I 範例1

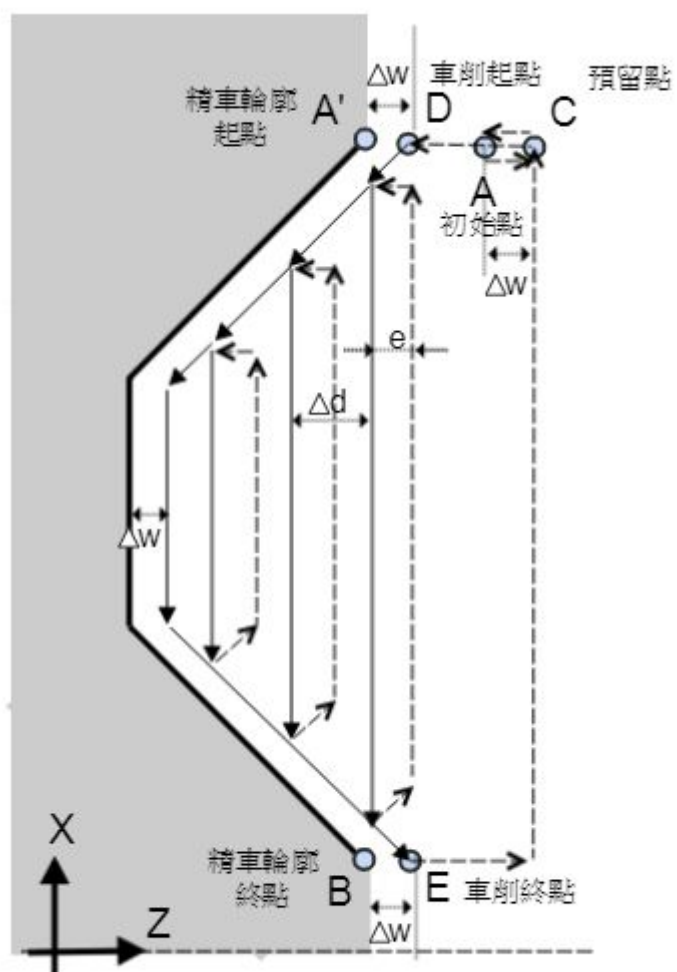




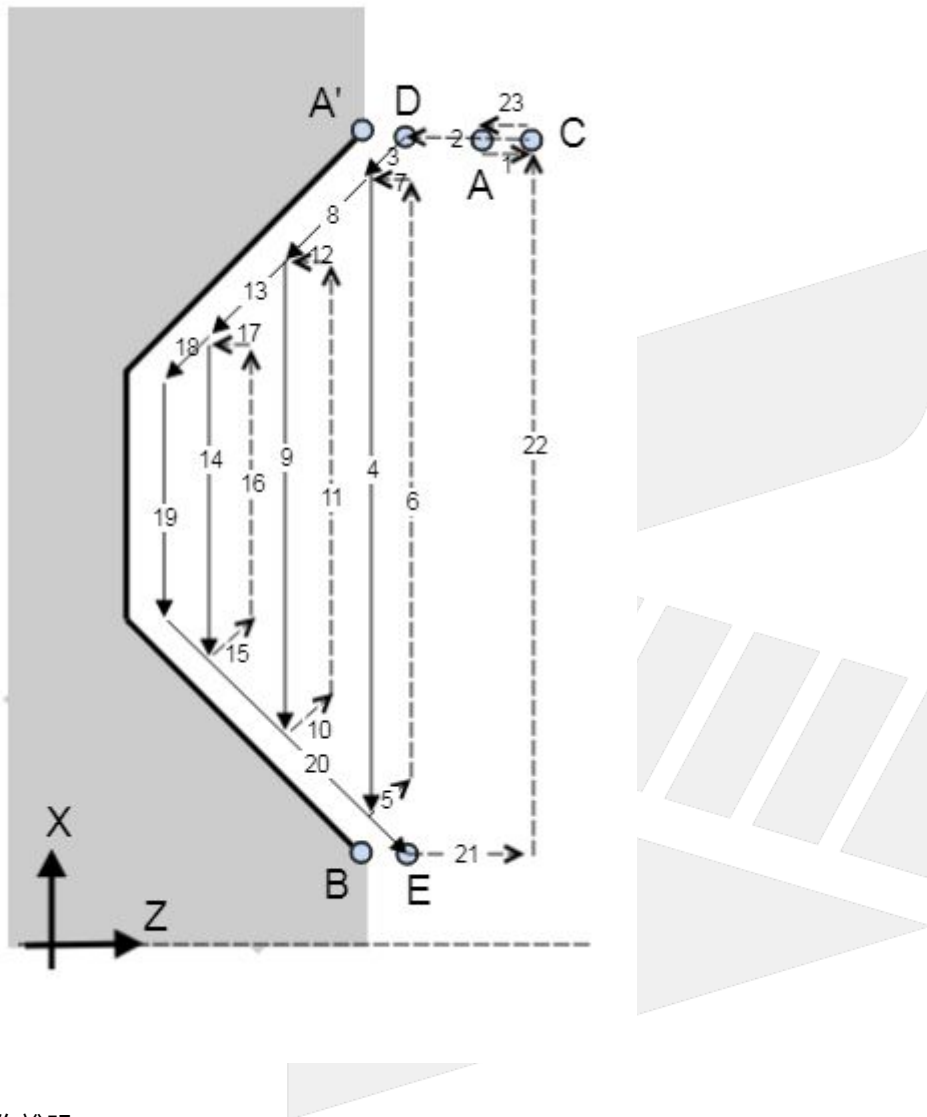
圖示: Type I 範例2



SYNTEC



SYNTEC



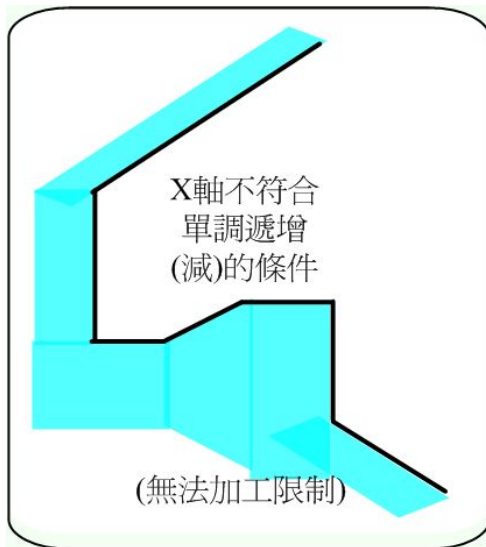
動作說明

1. 循環前，應先將刀具快速定位(G00)至初始點(A)。
2. 執行 G74 指令後，刀具依所設定的精車削預留量 ($\Delta w, \Delta u/2$) 為其偏移量，偏移至預留點(C)。
3. 刀具再向 Z 軸向快速定位(G00)至車削起點(D)，開始進給至輪廓面。
 - a. 車削起點(D) 與 Pr4014 設定有關，請見 Pr4014 設定粗車循環模式。
 - b. 圖示為 Pr4014 設定 0 情況，會依照精車輪廓終點(B)的位置作為車削起點(D)的參考。
4. 再以 45° 方向，Z 軸方向退刀 e 距離後，X 軸進給相反方向退至 X 軸平行相鄰切削起點之點。
5. 再 Z 軸向移動 Δd 距離，繼續下一重複循環。
6. 重複 4、5，直到最後一循環結束，刀具便沿著粗車輪廓路徑車削一次。
 - a. 粗車輪廓路徑 = 精車輪廓路徑(A' → B) + 精車預留偏移量 ($\Delta w, \Delta u/2$)
7. 粗車完成時，刀具會由車削終點(E)退回至預留點(C)。
 - a. 退刀路徑(E → C)規格與 Pr4014 設定有關，請見 Pr4014 設定粗車循環模式。
 - b. 圖示為 Pr4014 設定 0 情況，會先進行 Z 軸退刀，再進行 X 軸退刀。
8. 再由預留點(C)退至初始點(A)，為 G00 XZ 兩軸同動。

TYPE II

限制：通常用於從工件材料中間的加工，在TYPE II中，只有X軸必須要符合單調遞增(減)的條件。

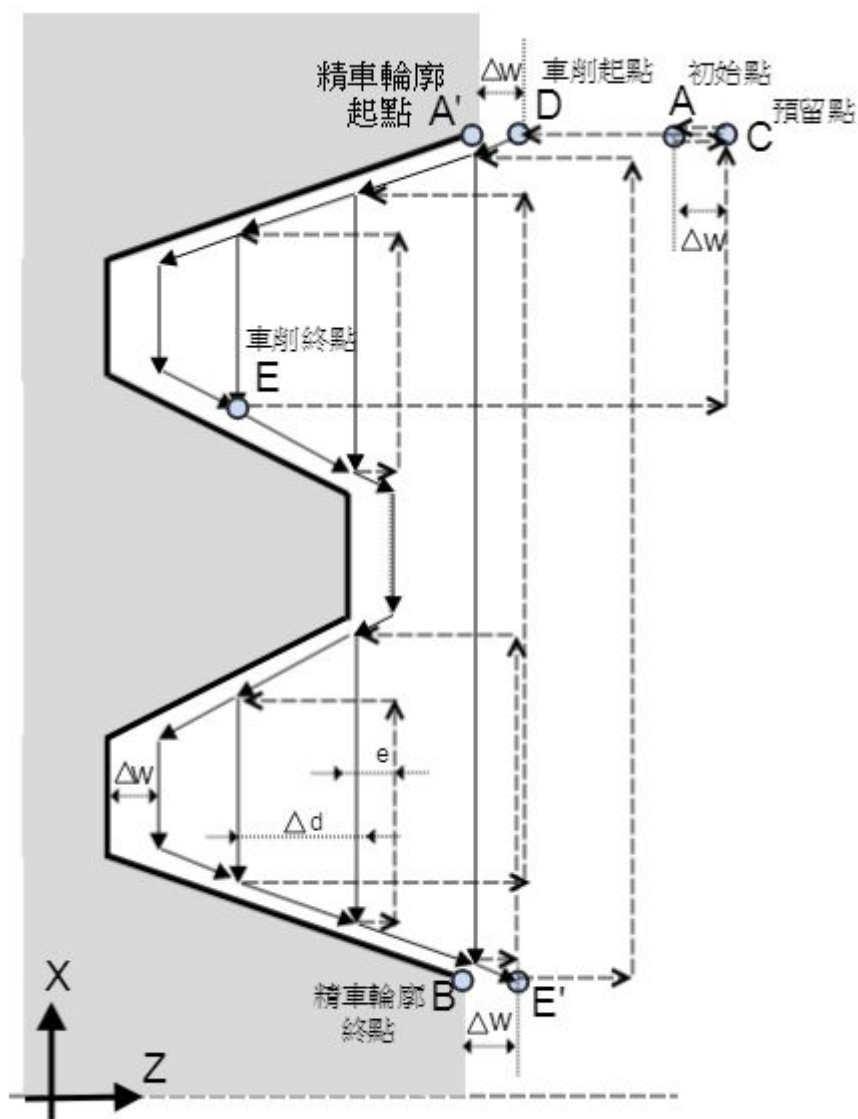
圖示：無法加工限制



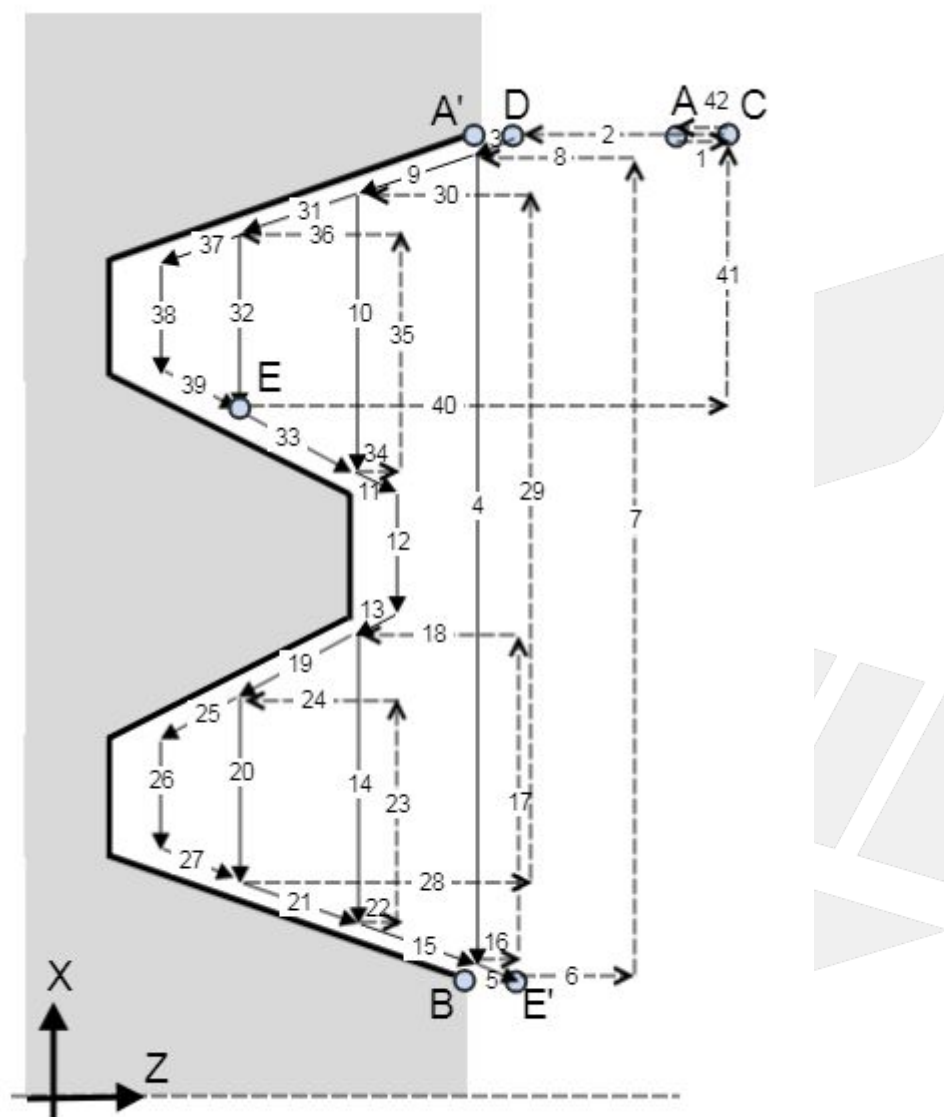
舉例：以下舉一種 TYPE II 精車輪廓，其生成之路徑規格與路徑順序圖。

圖示：Type II 範例

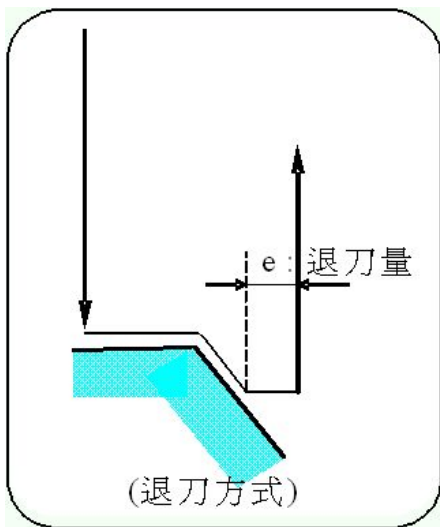
SYNTEC



SYNTEC



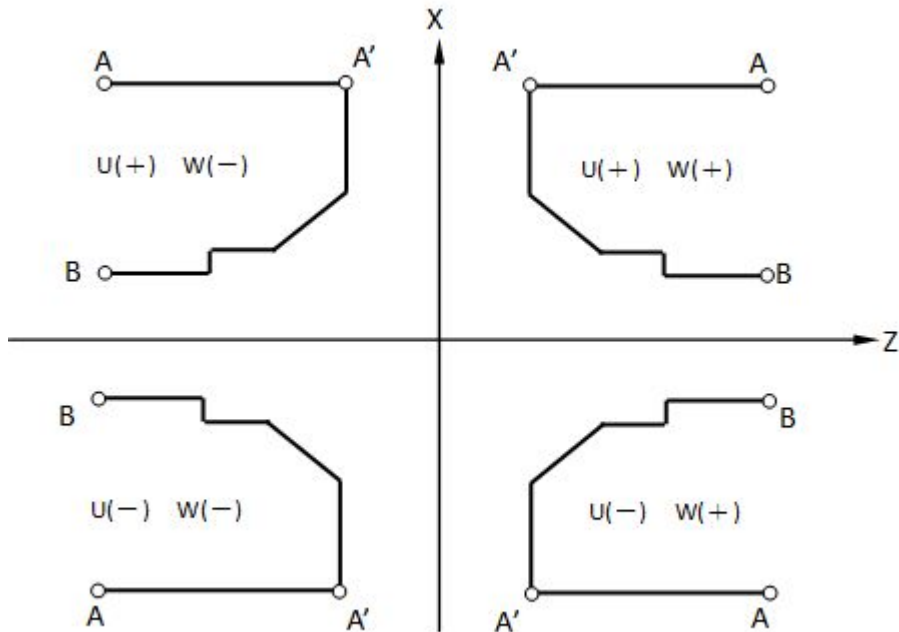
SYNTEC



2.39.3 注意事項

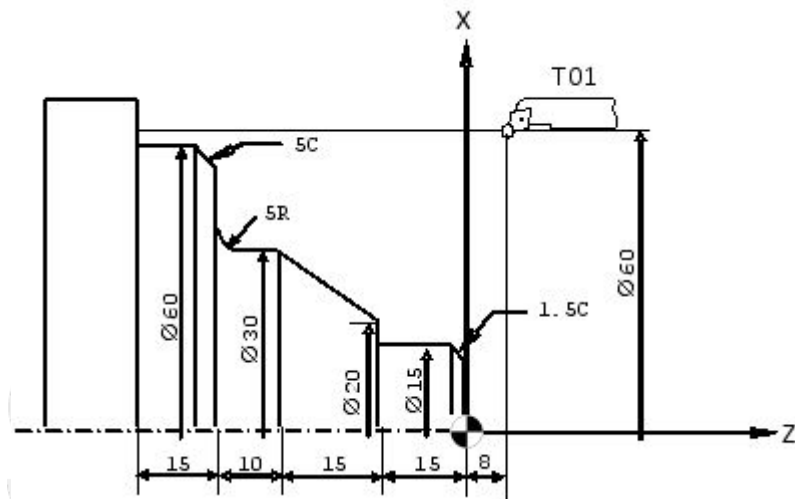
1. 版本10.118.43(含)之前：X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。版本10.118.44(含)之後：X軸與Z軸支援設定為直/半徑軸。
2. 在進行車削循環之前，為了避免撞機風險，在以下兩種情況會先進行路徑檢查。
 - a. 情況1：Pr4014 設定為0。情況2：Pr4014 設定為1，且執行TYPE II加工方式。
 - b. 詳情請見Pr4014 設定粗車循環模式。
3. 承上，路徑檢查條件：如果 初始點(A) Z方向於精車輪廓路徑(A' → B)之間，則系統發出【MAR-005車削起始點低於路徑】。若系統發此警報，請檢查確保初始點(A) Z方向於精車輪廓路徑(A' → B)之外。
4. G74中，Z軸向的切削深度 Δd 與預留量 Δw 皆由引數W指定
 - a. 第一行ns和 nf未被指定，G74 單節內中所指定的 W是切削深度 Δd 。
 - b. 第二行ns和 nf被指定，G74單節內中所指定的W則是預留量 Δw 。
 - c. G74共有兩行，第二行為粗車削循環啟動條件，必須設定完整；第一行則可不寫。但若只寫第一行沒有寫第二行，則無法啟動徑向(端面)粗車削循環。
5. 輪廓路徑是由 ns和 nf之間的單節所描述，由 A點到 A' 點再到 B點。
如果輪廓路徑的 X座標不是單方向增加或減少，系統發出【MAR-002車削路徑X,Z軸只允許單方向增加或減少】。
如果輪廓路徑不先對 Z軸移動，系統發出【MAR-003第一個單節在Z軸上沒有淨移動量】。
6. 在 ns 到 nf之間單節所下的 F、S、T機能是無效的，這些指令只有寫在粗車削循環（G74）之單節內才會生效。
7. 當H 變數被填錯時，系統發出【MAR-018 G73/G74 H 值輸入錯誤】。
8. 在每個 ns 到 nf之間單節所使用的切削模式 G00/ G01，將被使用在設定刀具沿著此一區塊做粗切削時所使用的切削模式。
9. 路徑中的最後一個單節 nf 不能作副程式的呼叫，若所有路徑皆在一個副程式中，可使用以下寫法（詳見範例3）
Nns M98 Pxxxx; // 加工路徑之副程式
Nnf U0; // 插入一個空單節。
10. 不支援刀徑補償指令 (G41/ G42)，G74指令所包含的指令單節，若有刀尖補正之指令均將無效。

11. 精車預留量方向：精車預留量的方向依形狀如下圖來決定。精車的程式為 A->A'->B。



2.39.4 程式範例

範例1: TYPE I

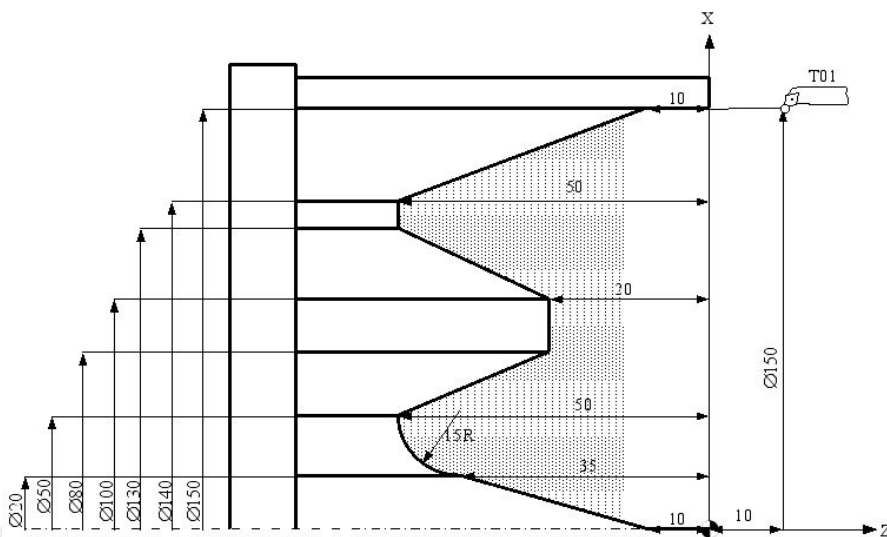


T01; //使用1號刀具
 G92 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm
 G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，主軸正轉
 G00 X60.0 Z8.0; //快速定位至初始點
 M08; //開啟切削劑
 G74 W3.0 R1.0 H0; //Z軸向切削深度 3.0 mm，退刀量 1.0 mm，
 // H可不指定，如G74 U3.0 R1.0為等效之
 //程式寫法

```

G74 P01 Q02 U0.8 W0.2 F0.6;
//執行徑向(端面)粗車削循環，其區塊為序號N01->N02，X軸
//向之精車預留量為0.8 mm，Z軸向之精車預留量為0.2 mm，
//進給率 0.6 mm/rev
N01G00 Z-55.0;//欲車削之輪廓
G01 X60.0;
Z-45.0;
X50.0 Z-40.0;
X40.0;
G03 X30.0 Z-35.0 R5.0;
G01 Z-30.0;
X20.0 Z-15.0;
X15.0;
Z-1.5;
N02X12.0 Z0.0;
M09; //關閉切削劑
G28 X60.0 Z10.0;//刀具快速移動至指定中間點，
//再回歸至機械原點
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
//註：當H填值1時將以TYPE II模式切削
    
```

範例2：TYPE II

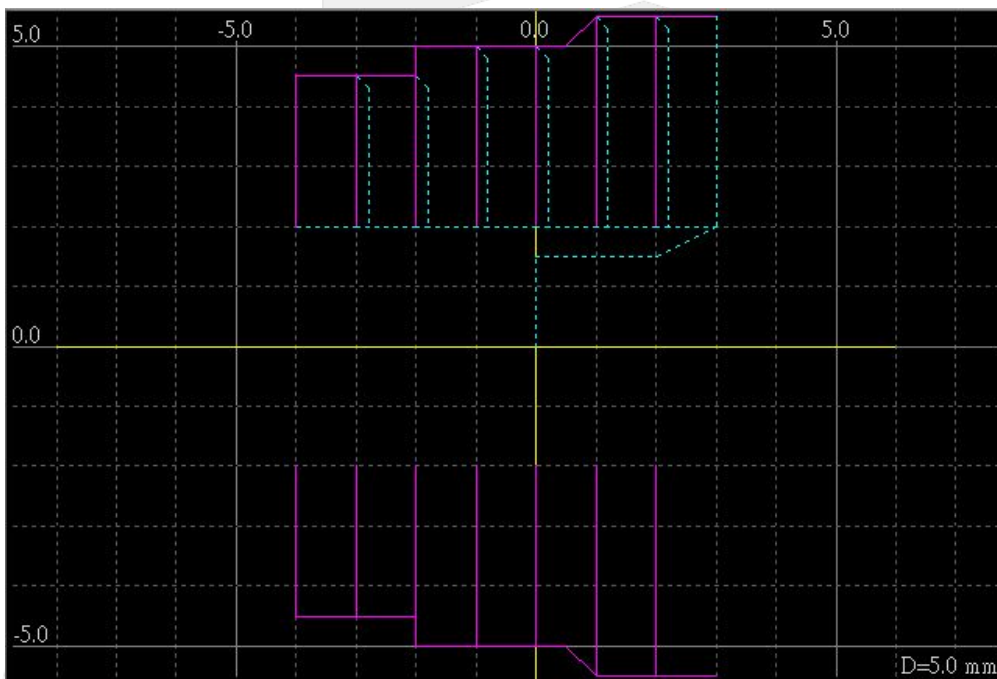


```

T01;//使用1號刀具
G92 S5000;//轉速最高限制 5000 rpm
G96 S130 M03;//周速一定，表面速度 130 m/min，主軸正轉
M08;//開啟切削劑
G00 X150.0 Z10.0;//快速定位至初始點
G74 W2.0 R1.0 H1;//Z軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm，
//H可不指定，如G74 W2.0 R1.0為等效之
//程式寫法
G74 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.6;
//執行徑向(端面)粗車削循環，其區塊為序號N01->N02，X軸
//向之精車預留量為0.8 mm，Z軸向之精車預留量為0.1 mm，
    
```

```
//進給率 0.6 mm/rev  
N01G00 X150.0 Z0.0;//欲車削之輪廓  
G01 Z-10.0;  
X140.0 Z-50.0;  
X130.0;  
X100.0 Z-20.0;  
X80.0;  
X50.0 Z-50.0;  
G03 X20.0 Z-35.0 R15.0;  
G01 X20.0;  
X0.0 Z-10.0;  
N02X0.0 Z0.0;  
M09;//關閉切削劑  
M05;//主軸停止  
M30;//程式結束
```

範例3： G74以副程式呼叫切削輪廓



主程式	副程式O0074
<pre>T0202G99 G97M3S60 G50S1200 G0X3.0 G0Z2.0 // Stock Removal G74W1R0.2H0 G74P3Q4 U1 W1 F5000 // Cutting profile of removal region N3 M98 P74 N4 U0 M30</pre>	<pre>// Cutting profile of removal region G00Z-5.0; G01X8.0F2000; Z-3.0; X9.0; Z-0.5; X10.0W0.5; M99;</pre>

2.40 G75-成形輪廓粗車削循環(C-Type)

2.40.1 指令格式

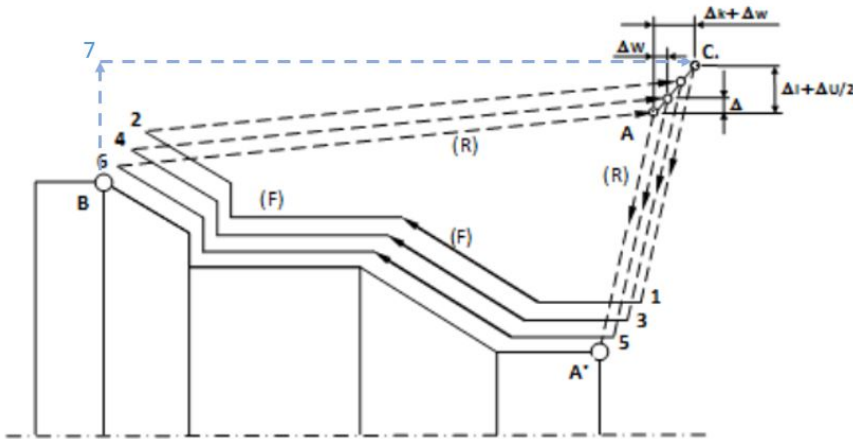
G75 U Δ i W Δ k R d ;
G75 P (ns) Q (nf) U Δ u W Δ w F___ S___ T___ ;
 Δ i: X方向(外徑)之切削量, 可由系統參數Pr4015指定預設值
 Δ k: Z方向(長度)之切削量, 可由系統參數Pr4016指定預設值
d: 切削分割次數, 可由系統參數Pr4017指定預設值
ns: 循環開始序號
nf: 循環結束序號
 Δ u: X軸(外徑)方向的精修預留量
 Δ w: Z軸(長度)方向的精修預留量
F: 進給速率 **T**: 刀具號碼
S: 主軸轉速設定

2.40.2 說明

- G75指令為成形輪廓粗車削循環, 使用於欲車削之工件為已具粗略外形輪廓之鑄造及鍛造成品, 其尺寸只較精加工大些, 若使用G73、G74車削指令, 則將造成執行許多不需要的切削路徑, 結果浪費了時間, 因此可用G75(成形輪廓粗車削循環), 沿著工件既有的外形輪廓, 重覆切削所需的次數, 每次循環移動適當距離、深度, 進行重複之車削。
- 路徑中的最後一個單節(nf)不能作副程式的呼叫, 若所有路徑皆在一個副程式中, 可使用以下寫法(詳見範例2)
Nns M98 Pxxxx; // 加工路徑之副程式
Nnf U0; // 插入一個空單節。
- 支援刀補G41/G42, 但刀補指令需下在G75之前否則刀補指令無效(詳見範例3)
- G75中, 引數U與W分別可以指定X、Z方向的切削量與預留量
 - 第一行ns和nf未被指定, 引數U與W指定切削量。
 - 第二行ns和nf被指定, 引數U與W指定預留量。
 - G75共有兩行, 第二行為循環條件, 必須設定完整; 第一行則可不寫。但若只寫第一行沒有寫第二行, 則無法啟動成形輪廓粗車削循環。

5. 版本10.118.44(含)之前：X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。版本10.118.44(含)之後：X軸與Z軸支援設定為直/半徑軸。

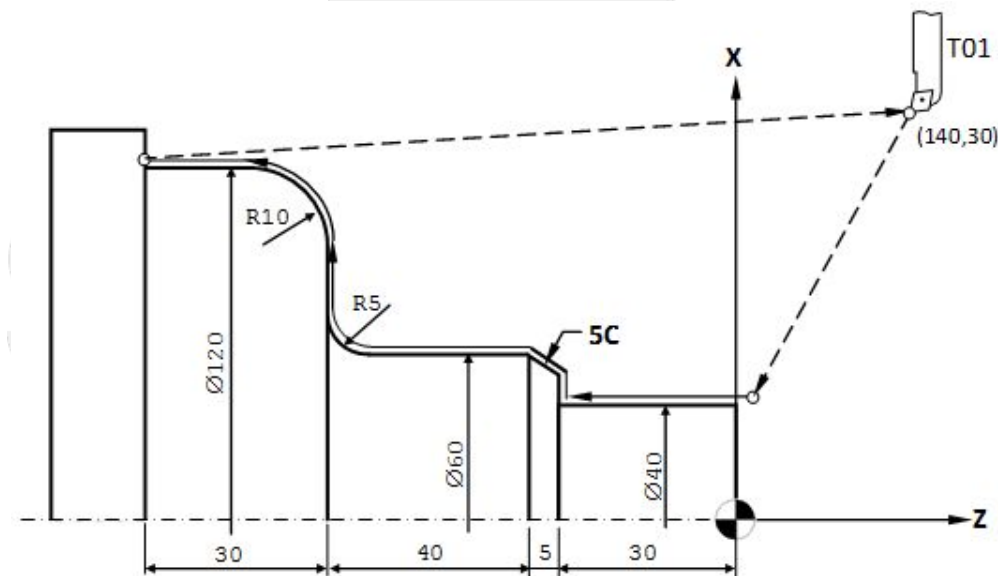
動作說明



1. 循環前應先將刀具定位在A點(起始點)上;
2. 執行G75指令後，刀具會依所設定的精車削預留量(X軸為 $\Delta U/2$ ，Z軸為 ΔW)加上切削量(X軸為 Δi ，Z軸為 Δk)為其偏移量，偏移至C點;
3. 刀具會沿著程式路徑A→A'→B車削，依照進給量及切削次數來完成循環式加工;
4. 最後一次循環結束，刀具會自動回至A點，以便作下一次循環車削。
5. 粗車完成時刀具會先由輪廓終點退回至C點（退刀方式為先退X再退Z），接著從C點退回A點（X和Z方向同時退回）

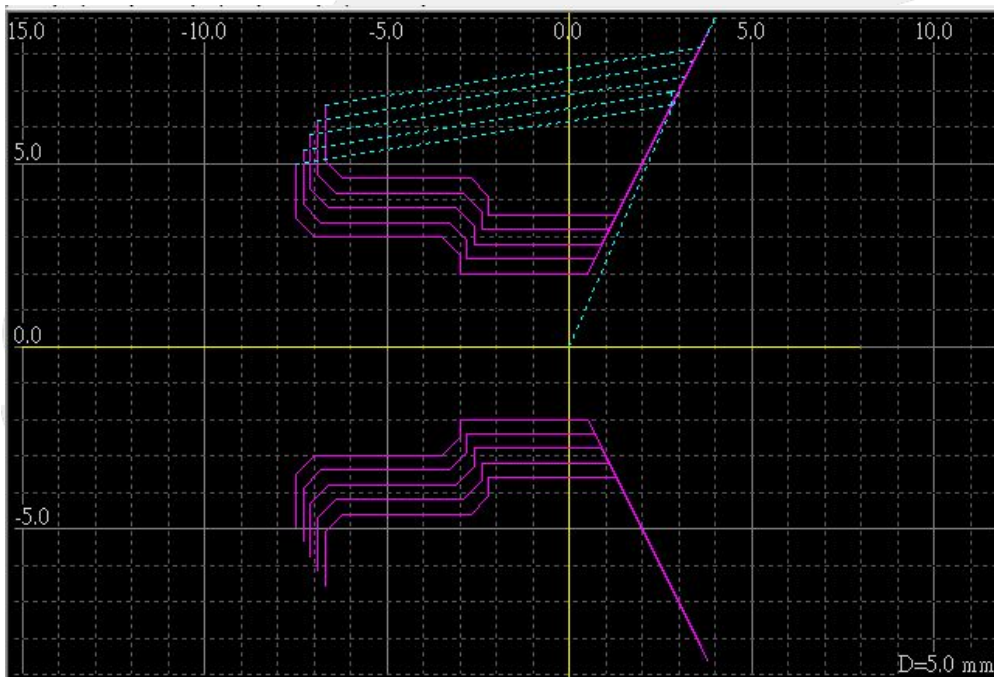
2.40.3 程式範例

範例1



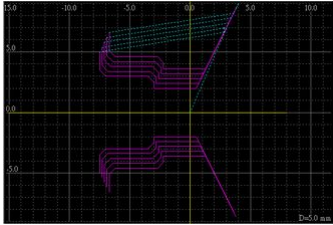
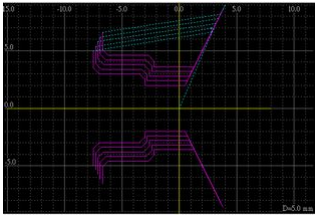
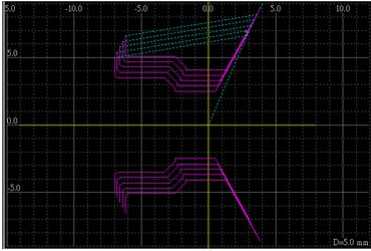

```
T01; //使用1號刀具
G92 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min,
//主軸正轉
G00 X140.0 Z30.0; //快速定位至起始點
M08; //開啟切削劑
G75 U15.0 W3.0 R3.0; //X軸向切削量 15.0 mm， Z軸向切削量
//3.0 mm， 切削 3次
G75 P01 Q02 U0.8 W0.2 F0.3;
//執行成形輪廓粗車削循環，其區塊為序號N01->N02,
//X軸向之精車預留量為0.8 mm， Z軸向之精車預留量為0.2 mm,
//進給率 0.3 mm/rev
N01G00 X40.0 Z5.0; //欲車削之輪廓
G01 Z-30.0;
X50.0;
X60.0 Z-35.0;
Z-70.0;
G02 X70.0 Z-75.0 R5.0;
G01 X100.0;
G03 X120.0 Z-85.0 R10.0;
N02G01 Z-105.0;
M09; //關閉切削劑
G28 X140.0 Z30.0; //刀具快速移動至指定中間點,
//再回歸至機械原點
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

範例2：G75以副程式呼叫切削輪廓



主程式	副程式 O0075
T0202 G99 G97 M3 S60 G50 S1200 G0 X14.0 Z3.0 // Stock Removal G75 U2.0 W1.0 R5 G75 P1 Q2 // Cutting profile N01 M98 P75 N02 U0 M30	// Cutting profile G01 X4.0 Z0.5 ; Z-3.0 ; X5.0 ; X6.0 Z-3.50 ; Z-7.0 ; X7.0 Z-7.50 R0.5 ; X10.0 ; M99 ;

範例3: G75搭配刀補

	未加刀補	G42下在G75輪廓中 (刀補無效)	G42下在G75之前 (刀補有效)
模擬結果			



主程式	<pre>T0202 G99 G97 M3 S60 G50 S1200 G0 X14.0 Z3.0 // Stock Removal G75 U2.0 W1.0 R5 G75 P1 Q2 // Cutting profile N01 G01 X4.0 Z0.5; Z-3.0; X5.0; X6.0 Z-3.50; Z-7.0; X7.0 Z-7.50 R0.5; N02 X10.0; M30</pre>	<pre>T0202 G99 G97 M3 S60 G50 S1200 G0 X14.0 Z3.0 // Stock Removal G75 U2.0 W1.0 R5 G75 P1 Q2 // Cutting profile // 刀補指令下在G73輪廓中 N01 G42 G01 X4.0 Z0.5; Z-3.0; X5.0; X6.0 Z-3.50; Z-7.0; X7.0 Z-7.50 R0.5; N02 X10.0; //關閉刀補 G40 M30</pre>	<pre>T0202 G99 G97 M3 S60 G50 S1200 G0 X14.0 Z3.0 // Stock Removal G42 // 刀補指令下在G73之前, 刀尖半徑0.5, 方向0 G75 U2.0 W1.0 R5 G75 P1 Q2 // Cutting profile N01 G01 X4.0 Z0.5; Z-3.0; X5.0; X6.0 Z-3.50; Z-7.0; X7.0 Z-7.50 R0.5; N02 X10.0; //關閉刀補 G40 M30</pre>
------------	--	---	--

2.41 G76-端面(Z軸)啄式加工循環(C-Type)

2.41.1 指令格式

G76 R e ;
G76 X(U) Z(W) PΔi QΔk R Δd F ;
e: Z軸向切削Δk後的退刀量，也可由Pr4011設定
X: B點 (X軸向終點) 之X軸座標 (直徑值)
Z: C點 (Z軸向終點) 之Z軸座標 (半徑值)
U: A點 (起始點) 至B點之增量值 (直徑值)
W: A點 (起始點) 至C點之增量值 (半徑值)
Δi: X軸向每一回切削之移動距離 (以半徑值表示，正值)
Δk: Z軸向每一回之切削深度 (正值)
Δd: 切削至終點，X軸向之退刀量，若想原路徑退回，則此值為零或不指定
F: 進給速率

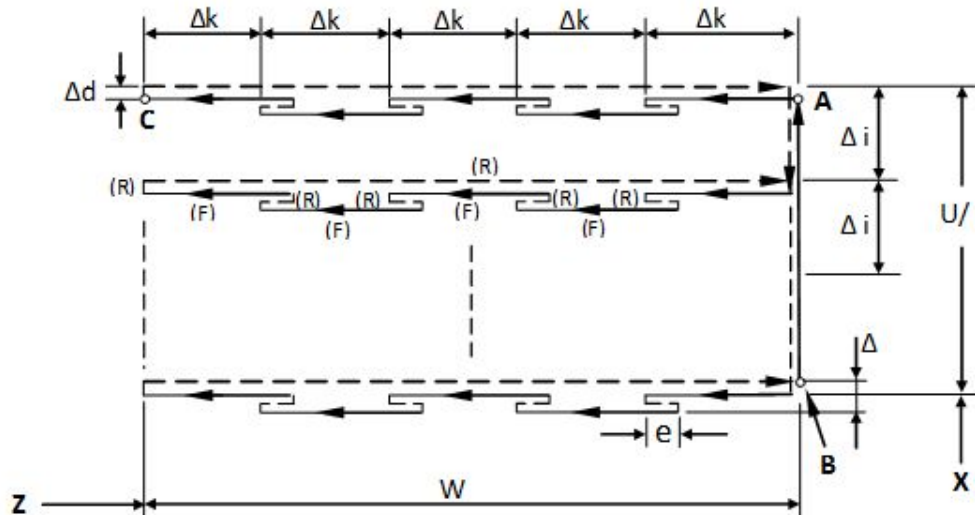
2.41.2 說明

G76指令為端面（Z軸）啄式加工循環，用於工件端面之溝槽切削或Z軸向啄式鉗孔循環。

此指令執行後，Z軸向每切削 Δk 距離，即作 e 量之退刀，因而不僅可作工件端面溝槽及外徑之斷續切削，也可用於工件之深孔鉗削之工作。

X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。

動作說明



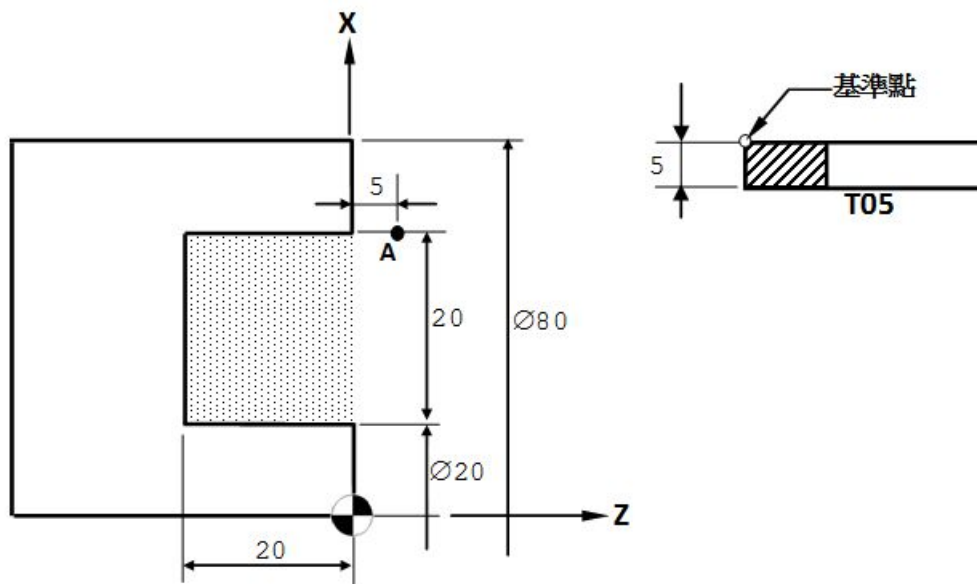
1. 循環前先將刀具快速定位至A點（起始點）
2. 執行G76後，切削刀具將由A點開始以啄式切削，Z軸向每進刀 Δk 距離，即退刀 e 距離，切削至C點後，X軸向先逃離 Δd 距離，然後快速退刀至平行相鄰起始點之位置。
3. 刀具沿X軸向移動 Δi 距離，繼續相同的動作循環，最後回到終點B點，刀具將自動由B點回歸到A點，等待下一次循環切削。

2.41.3 注意事項

1. G76中，退刀量 e 及 Δd 都用引數R指定
 - a. 當G76後方有指定X或Z時，該行的R是X軸向退刀量（即 $R\Delta d$ ）。R通常以正值表示，若起/終點（A點/B點）相同，則R需加上退刀方向的符號。
 - b. 當G76後方只有R引數，該行的R是Z軸向退刀量（即 $R e$ ）。
 - c. G76共有兩行，第二行為啟動條件，必須設定完整；第一行則可不寫，不寫時則依照Pr4011設定Z軸退刀量。若只寫第一行沒有寫第二行，則無法啟動加工，僅做退刀量設定。（范例一）
2. 關於啄鑽動作，若未設定 $Q\Delta k$ ，則啄式動作取消，一次車到Z軸向終點座標。
3. 若起/終點（A/B點）不相同，但 $R\Delta d$ 為負，則會跳警報 MAR-028_啄式車削逃離量方向衝突。
4. 關於X軸不退刀的應用
 - a. 若有設定R引數，則每一次加工循環段落結束時，皆會依照R指定之距離抬刀，包含第一刀也會進行抬刀動作。
 - b. 若第一刀抬刀會有撞刀的危險，希望跳過抬刀并直接退刀，可改成兩段式加工程式來執行，在第一段中不指定R引數。（范例二）

2.41.4 程式范例

范例一:



SYNTEC

G76兩行完整設定	G76只有第一行	G76只有第二行
<p>G50 S1000; //最高轉速限制1000 rpm</p> <p>G96 S100 M03;</p> <p>//周速一定, 表面速度100 m/min, 主軸正轉</p> <p>G00 X60.0 Z5.0; //快速定位至A點</p> <p>G76 R1.0;</p> <p>G76 X20.0 Z-20.0 P5.0 Q8.0 R3.0 F0.1;</p> <p>//執行端面(Z軸)啄式加工循環</p> <p>//Z軸每回進刀8.0 mm後, 退1.0 mm</p> <p>//一循環後X軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置</p> <p>//再往X軸向移動5.0 mm, 進給速率 0.1mm/rev</p> <p>G28 X100.0 Z30.0;</p> <p>M05;</p> <p>M30;</p>	<p>G50 S1000; //最高轉速限制1000 rpm</p> <p>G96 S100 M03;</p> <p>//周速一定, 表面速度100 m/min, 主軸正轉</p> <p>G00 X60.0 Z5.0; //快速定位至A點</p> <p>G76 R1.0;</p> <p>//無法執行端面(Z軸)啄式加工循環</p> <p>G28 X100.0 Z30.0;</p> <p>M05;</p> <p>M30;</p>	<p>G50 S1000; //最高轉速限制1000 rpm</p> <p>G96 S100 M03;</p> <p>//周速一定, 表面速度100 m/min, 主軸正轉</p> <p>G00 X60.0 Z5.0; //快速定位至A點</p> <p>G76 X20.0 Z-20.0 P5.0 Q8.0 R3.0 F0.1;</p> <p>//執行端面(Z軸)啄式加工循環</p> <p>//Z軸每回進刀8.0 mm後, 退刀量依照Pr4011之設定值</p> <p>//一循環後X軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置</p> <p>//再往X軸向移動5.0 mm, 進給速率 0.1mm/rev</p> <p>G28 X100.0 Z30.0;</p> <p>M05;</p> <p>M30;</p>



SYNTEC

范例二：R_退刀

	第一刀可抬刀	第一刀不抬刀
建議程序	<pre>G00 X10.0 Z-5.0; //快速定位至A點 G76 R1.0; G76 X40.0 Z-30.0 P5.0 Q8.0 R3. F0.1; //執行端面(Z軸)啄式加工循環，每回Z軸進刀8.0 mm後 //退刀1.0 mm，一循環後X軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置</pre>	<pre>G00 X10.0 Z-5.0; //快速定位至A點 G76 R1.0; G76 X10.0 Z-30.0 P5.0 Q8.0 F0.1; //執行端面(Z軸)啄式加工循環，每回Z軸進刀8.0 mm後 //退刀1.0 mm，一循環後X軸不抬刀直接退刀至平行相鄰起始點之位置 G00 X20.0 Z-5.0; //快速定位至A1點 G76 R1.0; G76 X40.0 Z-30.0 P5.0 Q8.0 R3. F0.1; //執行端面(Z軸)啄式加工循環，每回Z軸進刀8.0 mm後 //退刀1.0 mm，一循環後X軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置</pre>
圖形		

2.42 G77-橫向(X軸)啄式加工循環(C-Type)

2.42.1 指令格式

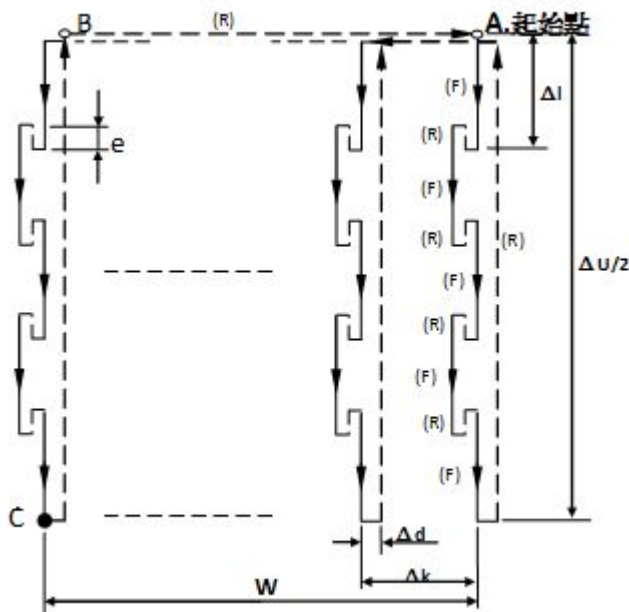
G77 R e ;
G77 X(U)___ Z(W)___ PΔi QΔk RΔd F___ ;
e: 退刀量(X軸向切削Δi後之退刀量)-可由參數Pr4011設定
X: C點之X座標(直徑值)
Z: C點之Z座標
U: B點至C點之增量值(直徑)
W: A點至B點之增量值
Δi: X軸每一回之切削深度(以半徑值表示，正值)

Δk : Z軸每一回切削之移動長度(正值)
 Δd : 切削至終點, Z軸向之退刀量(原路徑退回則此值為零)
 F: 進給率

2.4.2.2 說明

G77指令為橫向(X軸)啄式加工循環, 此指令可用於工件端面X軸截溝及在X軸啄式鉗孔。如在外徑上切削一溝槽, 以方便螺牙退刀及避免終端切削出不完整的螺牙, 此外, 車床也常需要切斷刀作切斷工件之加工, 此時便需要用到G77指令來完成。

動作說明



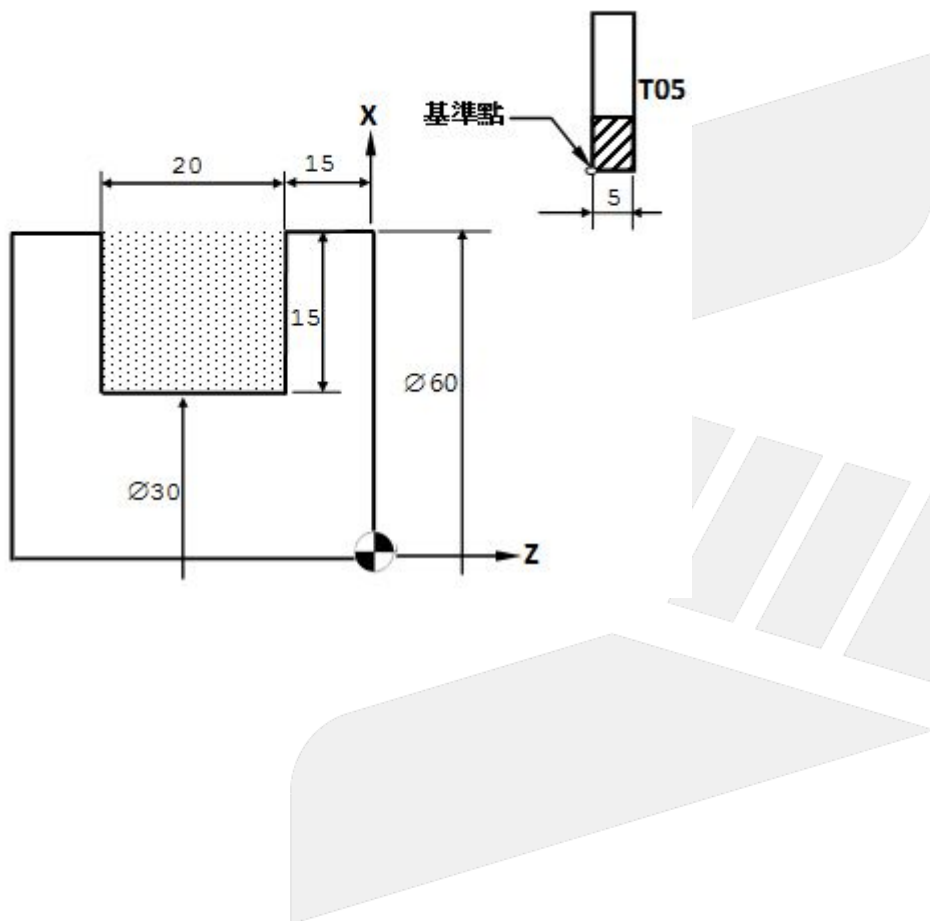
1. 循環前先將刀具快速定位至A點(起始點);
2. 執行G77後, 切削刀具將由A點開始以啄式切削, 每進刀 Δi 距離, 即退刀 e 距離, 切削至X指定座標, (再Z軸向逃離 Δd 距離後), 然後快速退刀至平行相鄰起始點之位置;
3. 接著刀具再Z軸向移動 Δk 距離, 繼續相同的動作循環, 最後到加工終點B點, 刀具將自動由B點回歸到A點, 等待下一次循環切削。

2.4.2.3 注意事項

1. G77中, 退刀量 e 及 Δd 都用引數R指定
 - a. 當G77後方有指定X或Z時, 該行的R是Z軸向退刀量(即 $R\Delta d$)。R通常以正值表示, 若起/終點(A點/B點)相同, 則R需加上退刀方向的符號。
 - b. 當G77後方只有R引數, 該行的R是X軸向退刀量(即 R_e)。
 - c. G77共有兩行, 第二行為啟動條件, 必須設定完整; 第一行則可不寫。若只寫第一行沒有寫第二行, 則無法啟動加工橫向(X軸)啄式加工循環。(范例一)
2. $P\Delta i$ 的值不設定, 啄式動作取消, 一次車到X軸終點座標。
3. 若起終點(A點至B點)不相同, 但 $R\Delta d$ 為負, 則會跳警報 MAR28 啄式車削逃離量方向衝突。
4. 若有下 R_1 , 則每一次加工循環段落結束時皆會依照R指定之距離抬刀, 包含第一刀也會進行抬刀的動作, 若第一刀抬刀會有撞刀的危險, 希望直接退刀可下兩行加工程式, 如下范例二。

2.42.4 程式范例

范例一:



SYNTEC

G75兩行完整設定	G75只有第一行	G75只有第二行
<p>T05;</p> <p>G92 S1000; //最高轉速限制 1000 rpm G96 S100 M03; //周速一定, 表面速度 100 m/min, 主軸正轉</p> <p>M08; G00 X70.0 Z20.0;//快速定位接近工件 X60.0 Z-15.0;//定位至切削起始點</p> <p>G77 R1.0; G77 X30.0 Z-35.0 P8.0 Q4.0 R3.0 F0.15; //執行橫向(X軸)啄式加工循環, X軸每回進刀8.0 mm後, //退刀1.0 mm //一循環後Z軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置 //再往Z軸向移動4.0 mm, 進給速率 0.15 mm/rev</p> <p>M09; G28 X80.0 Z50.0;</p> <p>M05; M30;</p>	<p>T05;</p> <p>G92 S1000; //最高轉速限制 1000 rpm G96 S100 M03; //周速一定, 表面速度 100 m/min, 主軸正轉</p> <p>M08; G00 X70.0 Z20.0;//快速定位接近工件 X60.0 Z-15.0;//定位至切削起始點</p> <p>G77 R1.0; //無法進行橫向(X軸)啄式加工循環</p> <p>M09; G28 X80.0 Z50.0;</p> <p>M05; M30;</p>	<p>T05;</p> <p>G92 S1000; //最高轉速限制 1000 rpm G96 S100 M03; //周速一定, 表面速度 100 m/min, 主軸正轉</p> <p>M08; G00 X70.0 Z20.0;//快速定位接近工件 X60.0 Z-15.0;//定位至切削起始點</p> <p>G77 X30.0 Z-35.0 P8.0 Q4.0 R3.0 F0.15; //執行橫向(X軸)啄式加工循環, X軸每回進刀8.0 mm後, //退刀量由參數Pr4011設定 //一循環後Z軸抬刀3.0mm并退刀至平行相鄰起始點之位置 //再往Z軸向移動4.0 mm, 進給速率 0.15 mm/rev</p> <p>M09; G28 X80.0 Z50.0;</p> <p>M05; M30;</p>

SYNTEC

范例二：R_退刀

	預期第一刀會抬刀	希望第一刀不抬刀
建議程序	<pre>G00 X60.0 Z-15.0; //快速定位至A點 G77 R1.0; G77 X30.0 Z-35.0 P8.0 Q4.0 R2.0 F0.15; //執行橫向(X軸)啄式加工循環，每回進刀8.0 mm後，退刀 //1.0 mm，一循環後Z軸抬刀 3.0 mm并移動4.0 mm，進給率 0.15 mm/rev</pre>	<pre>G00 X60.0 Z-15.0; //快速定位至A點 G77 R1.0; G77 X30.0 Z-15.0 P8.0 Q4.0 F0.15; //執行橫向(X軸)啄式加工循環，每回進刀8.0 mm後，退刀 //1.0 mm，一循環後Z軸回到A點，進給率 0.15 mm/rev G00 X60.0 Z-19.0; //快速定位至A1點 G77 R1.0; G77 X30.0 Z-35.0 P8.0 Q4.0 R2.0 F0.15; //執行橫向(X軸)啄式加工循環，每回進刀8.0 mm後，退刀 //1.0 mm，一循環後Z軸抬刀 3.0 mm并移動4.0 mm，進給率 0.15 mm/rev</pre>
圖形		

2.43 G78-復合型螺紋切削固定循環(C-Type)

2.43.1 指令格式

G78 P m r a Q Δdmin R d ;

G78 X(U)___ Z(W)___ R Δi P Δk Q Δd H___ (F___ or E___) Z1=___ D___ ;

m: 精車次數(1~99)，可由系統參數Pr4044設定。

r: 倒角退刀長度，當螺距以L表示時，設定值可以從0.0L到9.9L，單位為0.1L (兩位數00到99)，可由系統參數Pr4043設定。

a: 刀尖角度，可以選擇80、60、55、30、29、0等角度，也可由系統參數Pr4042設定。

Δdmin: 最小切削深度 $(\Delta d\sqrt{n} - \Delta d\sqrt{n-1}) < \Delta dmin$ ，可由系統參數Pr4045設定。

d: 精車預留量，可由系統參數Pr4041設定。

X(U): X軸終點座標 (牙底)

Z(W): Z軸終點座標 (牙底)

Δi : 螺紋半徑差

Δk : 螺紋高度

Δd : 第一回切削深度

F: 公制螺紋導程 (單位: mm/牙)

E: 英制螺牙導程 (單位: 牙/inch)

H: 多螺牙個數 (Ex: H3 三螺牙切削, 多螺牙F指令指的是相鄰螺距)

Z1: 修牙功能, 設定牙刀伸入牙壁時的Z軸座標 (下有解說)

D: 車牙斷屑開關: 帶入1時: 啟動車牙斷屑功能; 其他: 關閉車牙斷屑功能

2.43.2 說明

使用說明

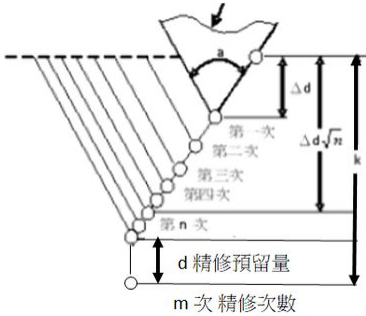
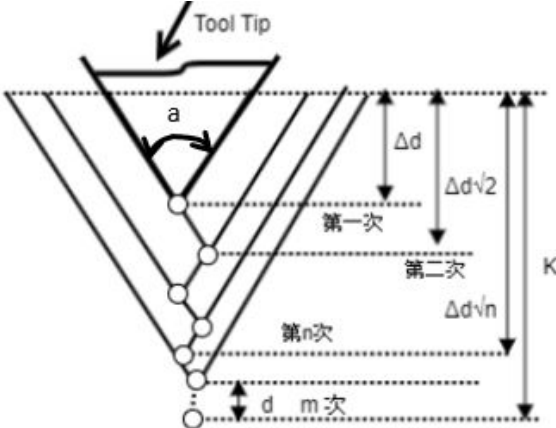
1. G78復合型螺紋切削循環可自動產生多次螺紋切削路徑, 完成螺紋加工。
2. G78共有兩行
 - a. 第二行(X(U)___ Z(W)___ 給定)為循環條件, 必須設定完整;
 - b. 第一行則可不寫(由Pr4042~Pr4045給定條件)。但若只寫第一行沒有寫第二行, 則無法啟動成形輪廓粗車削循環。
3. 我們給定所需之參數, 控制器便會幫我們計算出切削此一螺紋所需次數、每次的切削深度及每次切削起始點。
4. 從10.114.50開始, G78同時提供修牙功能。
5. X軸僅支援設定為直徑軸, Z軸僅支援設定為半徑軸。
6. 控制器**118.28(含)**之後的版本可由參數Pr4052指定使用何種進刀方式進行螺紋切削 (0: 側向進刀; 1: 左右進刀)

各類車牙G碼比較

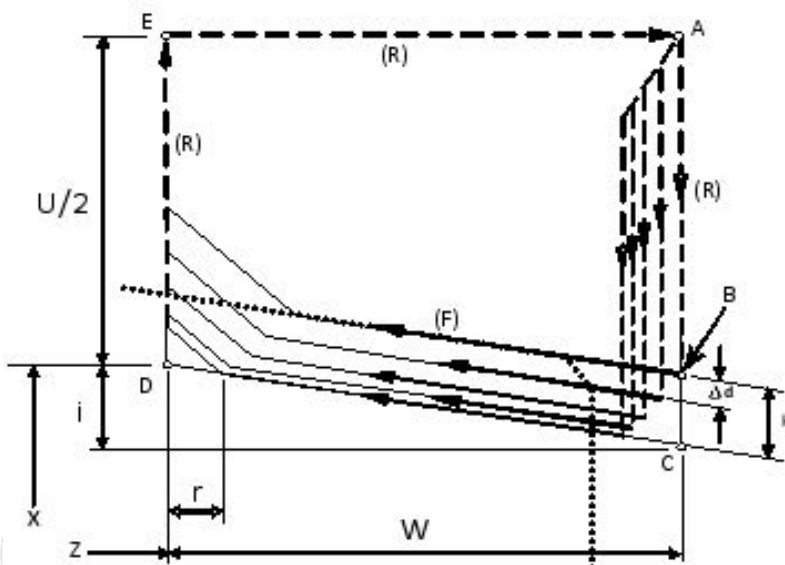
1. G33(螺紋車削): 車削螺紋時, 需要4個單節之指令, 方能完成一次深度之螺紋車削, 因而程式之撰寫耗事費時。
2. G21(螺紋車削循環): 此為螺紋車削之"單一"循環指令, 一個單節指令可完成一次螺紋深之車削, 但任何螺紋均需多次之進刀方能完成, 因此工作程式之撰寫仍太長。
3. G78(復合型螺紋切削循環): 僅需要一個指令, 即可完成螺紋之全部車削, 可使程式大為簡化。

G78動作說明

進刀方式: 可由參數Pr4052指定使用何種進刀方式進行螺紋切削

側向進刀 (Pr4052 = 0)	左右進刀 (Pr4052 = 1)
 <p>螺紋之進刀方式與每一回的切削深度： d為精修預留量，m為精修次數，依設定精修次數做等面積切削</p>	 <p>螺紋之進刀方式與每一回的切削深度： d為精修預留量，m為精修次數，依設定精修次數做等面積切削</p>

切削路徑：

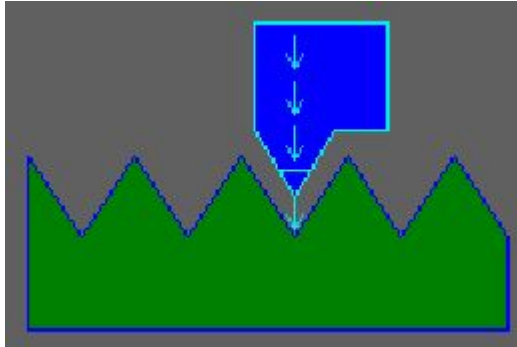


1. 循環前先將刀具快速定位至A點(起始點)
2. 執行G78後，切削刀具將沿著A→B→E→A，依每一回進刀量進給設定，完成粗車削螺紋。
3. 粗車完成後，依所設精車預留量及精車次數之值，依次作等面積切削，完成螺紋之精車。
4. 最後一刀(A→C→D→E→A)結束，刀具停留在A點，等待下一循環的切削。

修牙功能

- 螺紋經長時間使用，可能出現磨耗或變形等狀況，有些可以直接換新，但有些只能用舊品維修繼續使用。但是這些待維修的工件已經從主軸夾頭上取下，如何再次加工？修牙功能就是因應此情況而出現的功能，只要將待修工件重新夾持在主軸上，就可沿著舊的螺紋再次進行車牙。

- 車牙的重點其實就是Z軸與主軸之間的速度搭配，修牙功能就是利用這個速度關連來達成，就算工件已經從車床上卸下，也能做到二次或多次重複加工。
- 要使用修牙功能，請依照下列步驟操作：
 - 將待修工件夾上主軸
 - 執行主軸定位，讓主軸回到索引訊號 (index)上
 - 維持主軸角度不變，操作X及Z軸，讓牙刀伸入任一有效牙內，盡可能讓牙刀貼近牙壁



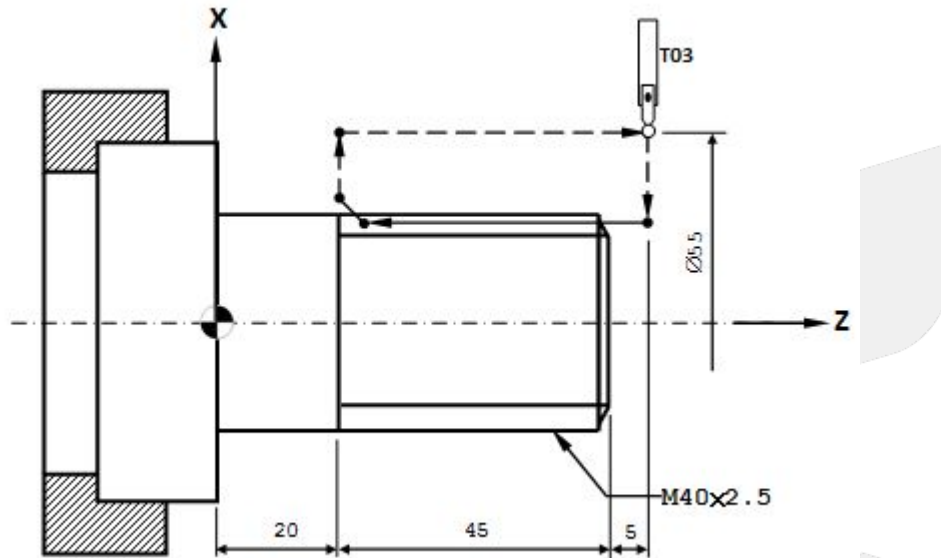
- 記錄當時的Z軸程式座標，並輸入Z1引數
- 將牙刀退出到安全位置
- 執行G78修牙循環

2.43.3 注意事項

1. 10.114.56E/10.116.0E/10.116.5(含)之後，主軸倍率全程鎖定為進入車牙循環時的倍率設定。也就是說，車牙循環中倍率旋扭控制無效，直到離開車牙循環。
2. 承上，10.114.56E/10.116.0E/10.116.5之前，主軸倍率在進刀時鎖定為100%；退刀時則回復成倍率旋扭控制，因此若在主軸倍率不為100%下進行車牙，將出現主軸頻繁加減速之情形。
3. 修刀功能的有效版本：10.114.50。
4. 10.118.12D(含)之後的版本，極速車牙下，退尾的規畫改為會參考PR4018退刀角度，加工品質會優於高速車牙和一般車牙。
5. 車牙斷屑功能
 - a. 控制器10.118.28E開始支援，需搭配新代中空磁環才能夠啟動，透過D引數開啟
 - b. 於精車段不啟動。
 - c. **於以下加工條件，支援車牙斷屑功能：**
 - i. 車牙模式：
 1. 一般車牙模式
 2. 高速車牙模式
 3. 極速車牙模式
 - ii. 加工方向：
 1. 平行螺紋
 2. 錐度螺紋
 - iii. 線程：
 1. 單線螺紋
 - iv. 進刀方向：
 1. 單邊進刀
 - d. **於以下任一加工條件成立時，不支援車牙斷屑功能：**
 - i. 多線螺紋、左右進刀

2.43.4 程式范例1

可比較G21(螺紋車削循環)之范例1，三線螺紋

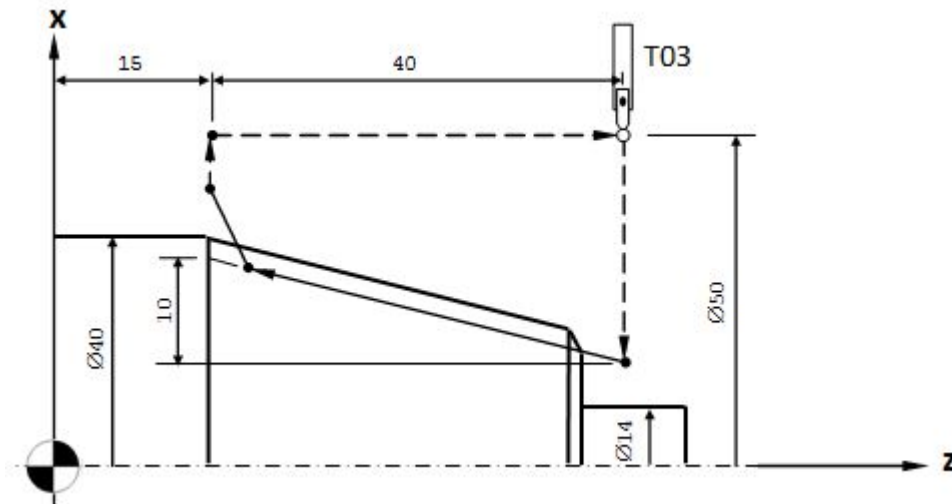


T03; //使用3號刀具
G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
G00 X50.0 Z70.0; //快速定位至循環起始點
M08; //打開切削劑
G78 P011060 Q0.15 R0.02;
//執行复合型螺紋切削固定循環，精車次數1次，
//退刀長度 = 導程，牙角為60°，最小切削深度 0.15 mm，
//精車預留量 0.02 mm
G78 X36.75 Z20.0 R0.0 P1.624 Q1.0 H3 F2.5;
//复合型螺紋切削固定循環之半徑差為 0 mm，螺紋深度1.624
//mm，第一刀進刀量為1.0 mm，螺紋導程2.5 mm，
//車削三線螺紋
G28 X60.0 Z75.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束

SYNTEC

2.43.5 程式范例2

可比較G21(螺紋車削循環)之范例2，單線螺紋，Pitch = 2.5 mm



T03; //使用3號刀具
 G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
 G00 X50.0 Z55.0; //快速定位至循環起始點
 M08; //打開切削劑
 G78 P011060 Q0.15 R0.02;
 //執行复合型螺紋切削固定循環，精車次數1次，
 //退刀長度 = 導程，牙角為60°，最小切削深度 0.15 mm，
 //精車預留量 0.02 mm
 G78 X36.75 Z15.0 R-10.0 P1.624 Q1.0 F2.5;
 //复合型螺紋切削固定循環之半徑差為 10.0 mm，螺紋深度
 //1.624 mm，第一刀進刀量為1.0 mm，螺紋導程2.5 mm，
 //車削單線螺紋
 G28 X60.0 Z70.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
 M09; //關閉切削劑
 M05; //主軸停止
 M30; //程式結束

2.44 G80-G89-鉗孔用固定循環(C-Type)

2.44.1 說明

鉗孔用固定循環以含有G功能的一個單節指令，一般以幾個單節指令的加工動作使程序簡化。
 鉗孔循環一覽表

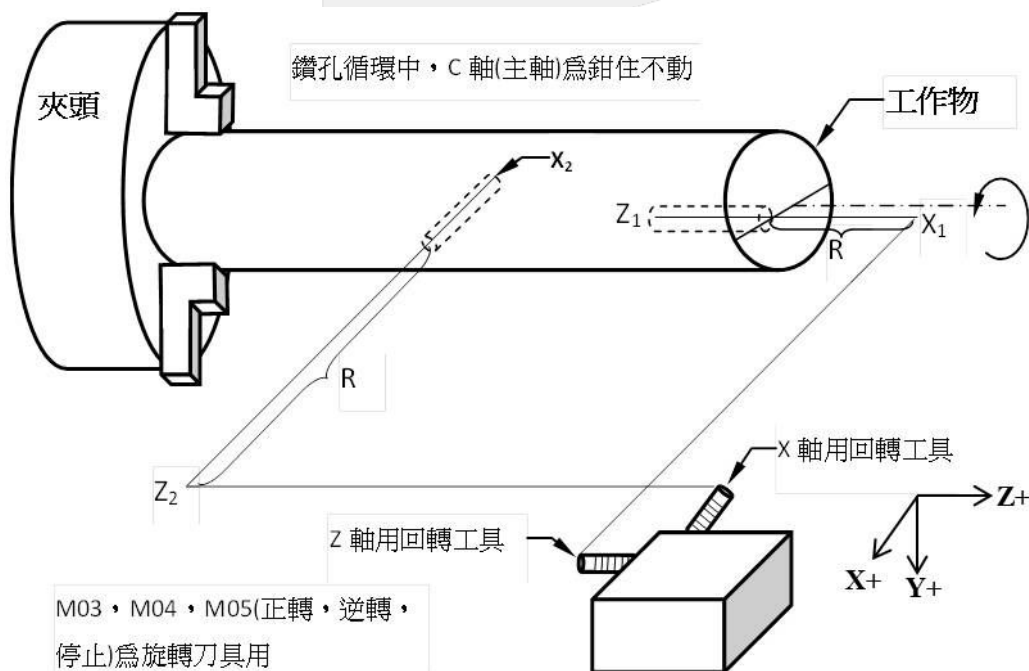
項目	鉗孔方向	孔底位置動作	逃離動作	用途
G80				取消循環
G83	Z	暫停	快速進給	鉗孔循環

G84	Z	鉗頭反轉	切削進給	攻牙循環
G85	Z	暫停	切削進給	搪孔循環
G87	X/Y	暫停	快速進給	鉗孔循環
G88	X/Y	鉗頭反轉	切削進給	攻牙循環
G89	X/Y	暫停	切削進給	搪孔循環

注1: 以M04指令進行鉗頭反轉。

注2: 有無Q引數指令可決定G83/G87動作是連續進給還是間歇進給。

鉗孔循環概略圖



※G83/G87、G84/G88、G85/G89的分別在於鉗孔軸是Z軸還是側面X/Y軸的分別。

一般而言，鉗孔加工循環由如下六個動作的連續構成：

動作1 快速移動至X(Z)、Y軸、C軸定位點

動作2 快速移動至R點

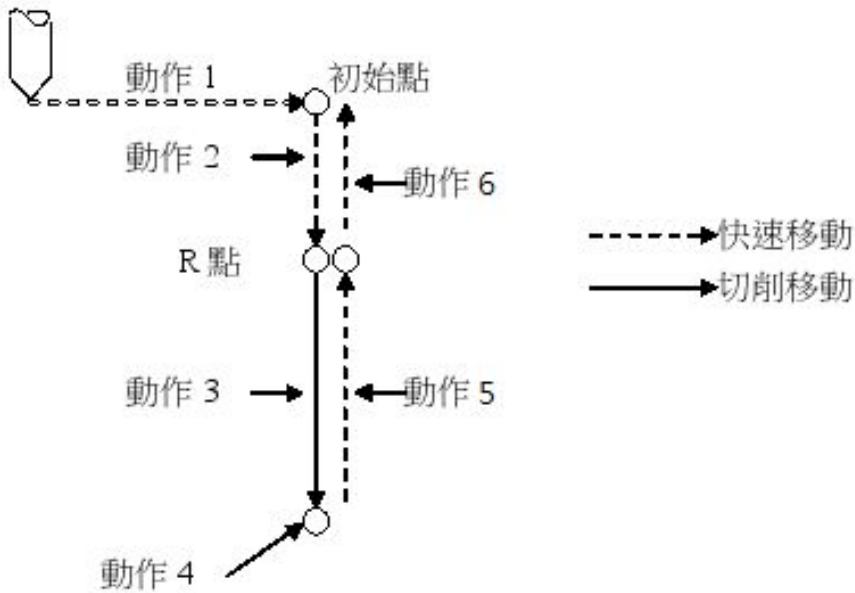
動作3 鉗孔加工

動作4 在孔底位置上的動作

動作5 避開到R點

動作6 快速移動至初點

注：10.114.50(含)提供Pr4019決定是否啟用Y軸定位功能(出廠預設關閉)



※有兩種方式可規定鉗孔循環，分別以其模態的G碼指定。
 關於復歸動作，以G98/G99指定刀具復歸到R點或初點水平。(請參照下圖)
 即使以G99的方式進行鉗孔加工動作，初點也不變。如上次的復歸位置為初點水平，出發位置便是初點水平，如為R點水平，便是R點水平。

G98	G99

2.45 G83G87-正面 側面鉗孔循環(C-Type)

2.45.1 指令格式

G83 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_I_J_D;
 G83.1 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_I_J;

G83.2 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_I_J_;

G83.3 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_I_J_;

or

G87 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_Q_P_F_K_M_I_J_D_;

G87.1 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_Q_P_F_K_M_I_J_;

G87.2 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_Q_P_F_K_M_I_J_;

G87.3 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_Q_P_F_K_M_I_J_;

X(U)/Y(V)_C_or Z(W)_C_: 洞孔位置的座標資料

- 欲使用Y(V)引數, Pr4019需設為1

Z(W)_C_or X(U)/Y(V)_C_: 孔底位置絕對值(從R點到洞底的增量值)

- 欲使用Y(V)引數, Pr4019需設為0

R: 初始點到R點的增量值(正負號無效, 無論鑽孔方向之軸向為直/半徑軸, R引數帶入半徑量即可)

Q: 每次進給深度(正負號無效)

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

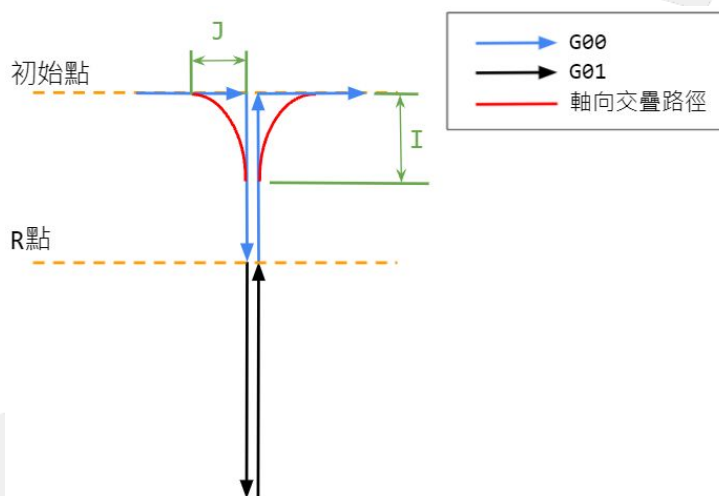
F: 進給速率

K: 重覆次數 (重復移動和鑽孔的動作, G91 增量輸入有效)

M: C軸鉗住(Clamp)的M Code, Clamp Code加1為C軸鬆開(Unclamp Code)

I: 鑽孔軸軸向交疊距離 (本孔位的鑽孔完畢後, 沿鑽孔軸接G00單節的軸向交疊距離), Pr4008(高速鑽孔\攻牙模式)設定為1時有效, 單位IU, 有效版本10.116.54

J: 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(高速鑽孔\攻牙模式)設定為1時有效, 單位IU, 有效版本10.116.54



D: 鑽孔斷屑開關。當D=1時開啟斷屑, 其他則不開啟。

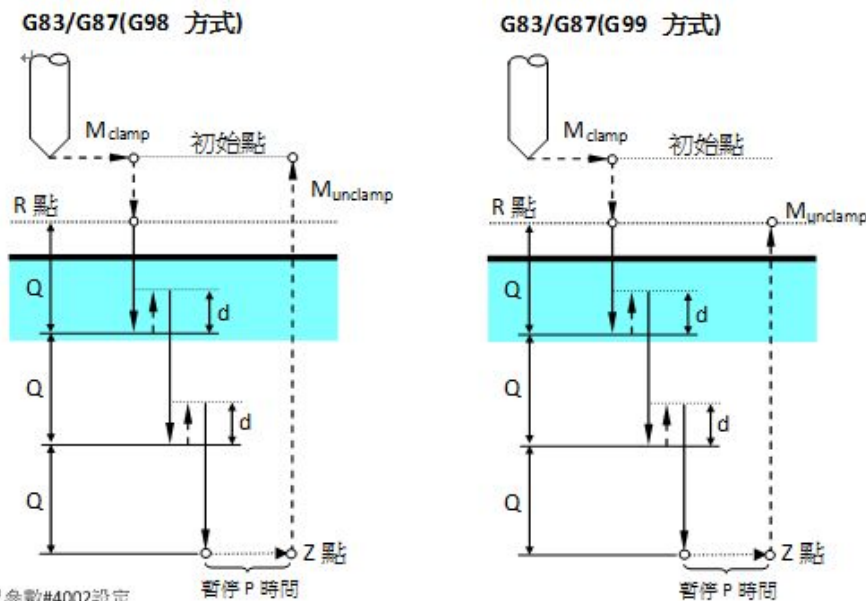
2.45.2 說明

1. G83、G87指令為**正面/側面鑽孔循環**, 用於數值車床之鑽孔的工作, 由旋轉的刀具對已鉗住主軸的工件(固定無法轉動), 做正面/側面的鑽孔工作。G83、G87所對應的啄鑽型態由使用者參數Pr4001所指定。若在同一加工程式中, 有使用不同工法的需求, 可依下列G碼取代使用者參數中所設定的加工方法:
 - G83.1、G87.1 正面/側面高速鑽深孔
 - G83.2、G87.2 正面/側面沉孔啄鑽
 - G83.3、G87.3 正面/側面一般深孔啄鑽

2. 軸向交疊的啟用需將Pr4008設定為1, 否則 I、J 引數無作用。
3. 軸向交疊僅支援G98, 軸向交疊僅會在R點以上有效。
4. 軸向交疊的動作為, 當加工程序遇到連續兩個單節為鑽孔G碼, 或鑽孔G碼與G00相接時, 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。此距離稱作鑽孔軸向交疊距離, 如上圖中的 I、J 所示。
5. 軸向交疊的功能適用於連續鑽孔循環, 無需於加工程序的每一行鑽孔指令帶 I、J 引數, 即可以固定距離進行鑽孔軸向交疊。以底下范例程式5為例, 每段鑽孔指令的鑽孔軸與定位軸的軸向交疊距離分別為2與3, 直到執行完鑽孔循環取消指令G80為止, 才會將軸向交疊距離歸零。
6. 如果Pr4008設定為1下, 但未下 I、J 引數, 則系統預設以引數R當作軸向交疊距離。
7. 若該機型支援快鑽模式, 執行加工時, 當G83、G87沒下P及Q引數, 且鑽孔前G01倍率為100%時, 則以快鑽模式做動。
8. 快鑽模式孔底精度較佳, 在孔底Z軸反向移動時, 機臺運動較平順。
9. 快鑽過程中, 觸發Feedhold、Reset沒有作用, 會在回到起始點或R點的位置才生效。
10. 快鑽過程中, 不可放用手輪模擬或改變G01進給倍率。
11. 鑽孔斷屑僅適用於TYPE 3鑽孔(沒有指定Q), 但若是TYPE 3模式下的快鑽模式(沒下P及Q引數)則同樣不支援。
12. 在TYPE 3模式下, 以是否下D引數作為判斷鑽孔斷屑開啟的依據。若下D=1, 則默認為TYPE 3模式引入鑽孔斷屑(不論Q引數為何)。

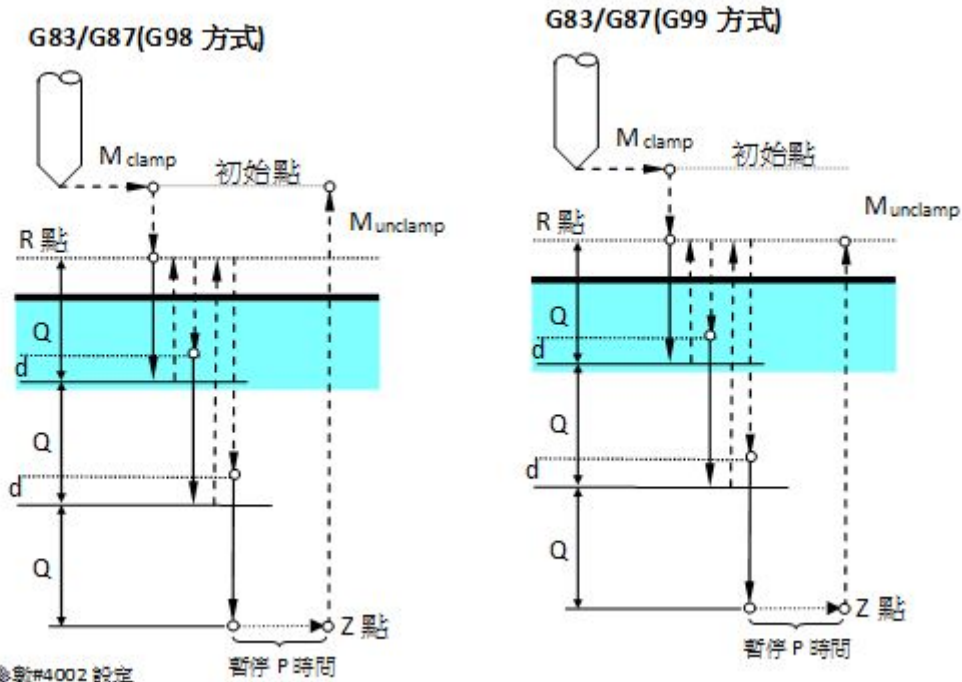
TYPE I

高速鑽深孔(Custom Parameter No.4001= 1 or G83.1、G87.1)



TYPE II

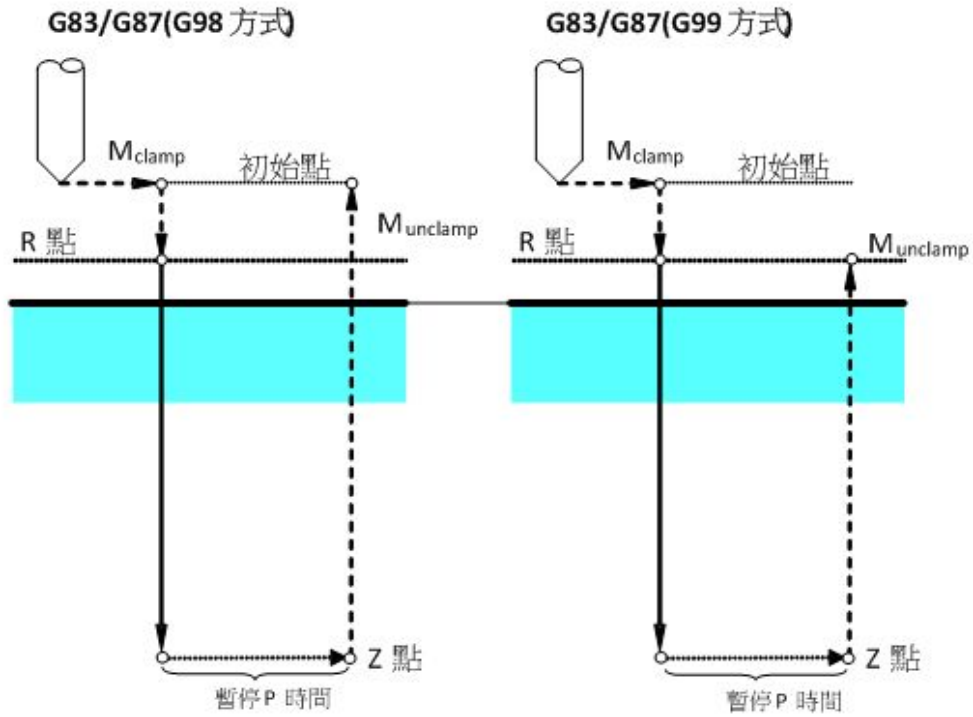
一般深孔啄鑽(Custom Parameter No.4001=0 or G83.3、G87.3)



SYNTEC

TYPE III

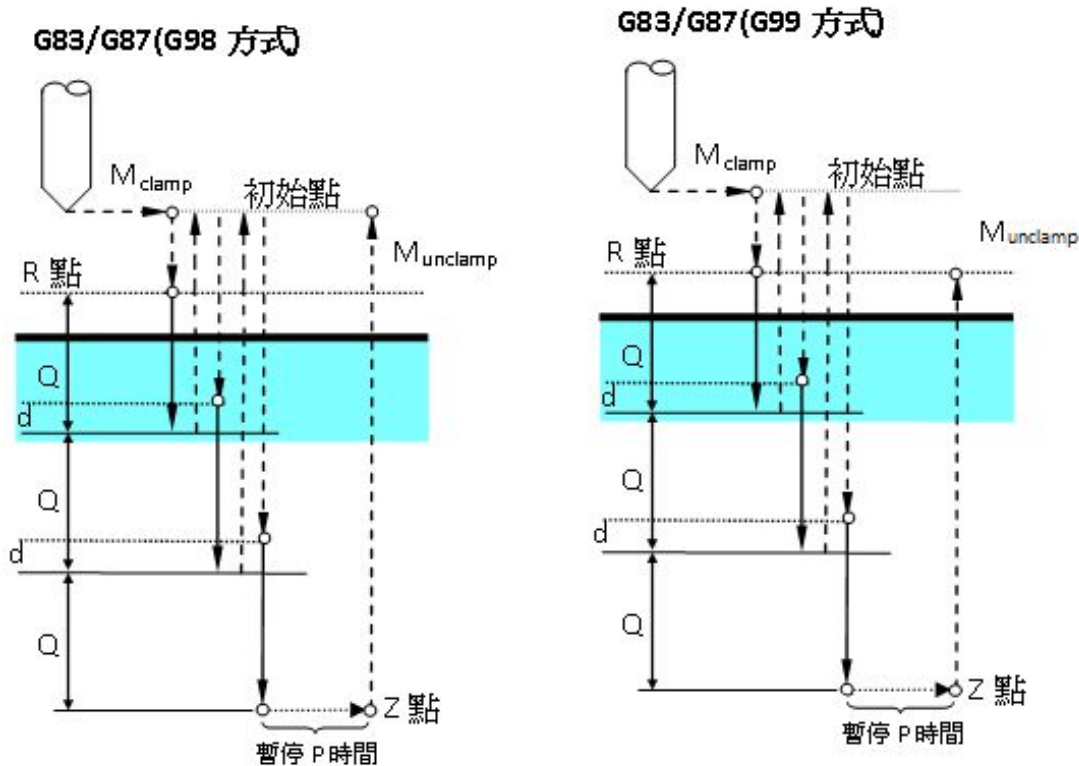
鉗孔沒有指定Q



SYNTEC

Type IV

沉孔啄鑽(Custom Parameter No. 4001=2 or G83.2、G87.2)



2.45.3 注意事項

1. 當R點平面設定低於孔底平面，例如R值大於孔底平面到初始點的距離，系統發出【MAR-011鑽(塘)孔循環進刀平面R低於孔底平面】
2. 如G83、G87指令沒有指定孔底平面（Z/X座標），系統發出【MAR-012鑽(塘)孔循環沒有指定孔底平面】。
3. 使用G83、G87指令，如每次進給距離Q=0，系統發出【MAR-013啄式鑽孔循環沒有指定進刀量Q】
4. 若機臺可利用Y軸當成側面使用，G83、G87指令格式提到的X(U)軸向可對應修改成Y(V)軸向

2.45.4 程式范例

- 范例1:

```

假設M31為C軸Clamp命令，M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G83 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;
// C軸0度鑽第一孔
C90.0 M31; // C軸90度鑽第二孔
C180.0 M31; // C軸180度鑽第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了
    
```

- 范例2:(正面高速鑽深孔)

假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G83.1 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;
// C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; // C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; // C軸180度鉗第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了

- 范例3:(正面沉孔啄鉗)

假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G83.2 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;
// C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; // C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; // C軸180度鉗第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了

- 范例4:(正面一般深孔啄鉗)

假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G83.3 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;
// C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; // C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; // C軸180度鉗第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了

- 范例5:(正面連續鉗孔+Pr4008設定為1)

假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G83 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31 I2. J3;
// C軸0度鉗第一孔, 并且鑽孔軸軸向交疊距離2, 定位軸軸向交疊距離3
C90.0 M31;
// C軸90度鉗第二孔, 繼承 I、J 引數設定值
C180.0 M31;
// C軸180度鉗第三孔, 繼承 I、J 引數設定值
G80; //取消循環, 并清除 I、J 引數設定值
M02; //程式終了

- 范例6:(XY軸定位正面高速鉗深孔+Pr4019設定為1)

假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm
G00 X50.0 Y20.0; //快速定位至起始點
G98 G83.1 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;
// C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; // C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; // C軸180度鉗第三孔


```
G80; //取消循環  
M02; //程式終了
```

- 范例7:(Y軸鉗孔Z軸定位+Pr4019設定為0)

```
假設M31為C軸Clamp命令, M32為C軸Unclamp命令  
M03 S1000; //主軸轉速 1000 rpm  
G00 Z50.0; //快速定位至起始點  
G98 G87.1 Y-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31;  
// C軸0度鉗第一孔  
C90.0 M31; // C軸90度鉗第二孔  
C180.0 M31; // C軸180度鉗第三孔  
G80; //取消循環  
M02; //程式終了
```

2.46 G84G88-端面Z向 側面X向攻牙循環(C-Type)

2.46.1 指令格式

```
G84 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;  
G84.1 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;  
G84.2 X(U)/Y(V)_C(H)_Z(W)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;
```

or

```
G88 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;  
G88.1 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;  
G88.2 Z(W)_C(H)_X(U)/Y(V)_R_P_(F_orE__)K_M_Q_I_J_;
```

X(U)/Y(V)_C_or Z(W)_C_: 洞孔位置的座標資料

- 欲使用Y(V)引數, Pr4019需設為1

Z(W)_C_or X(U)/Y(V)_C_: 孔底位置絕對值(從R點到洞底的增量值)

- 欲使用Y(V)引數, Pr4019需設為0

R: 初始點到R點的增量值(符號無效, 無論攻牙方向之軸向為直/半徑軸, R引數帶入半徑量即可)

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

F: 進給速率(mm/rev), 相當於公制牙的牙距

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

K: 重覆次數

M: C軸鉗住(Clamp)的M Code, Clamp Code加1為C軸鬆開(Unclamp Code)

Q: 啄式攻牙每次進給距離(增量且為正值, 不下Q或下超過R點到孔底深度距離則不使用啄式攻牙)

I: Pr4008(高速鉗孔\攻牙模式)設定為1時有效, 攻牙軸軸向交疊距離(上一孔位的攻牙完畢後, 上拉接G00單節的軸向交疊距離), 單位IU, 有效版本10.116.54

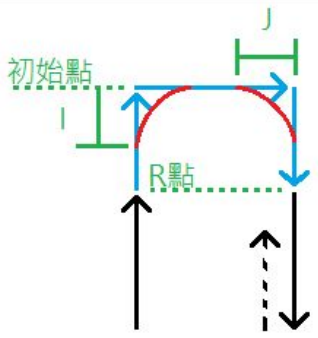
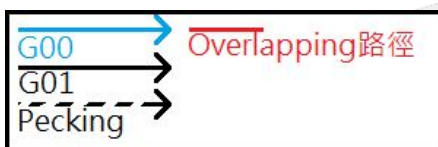
J: Pr4008(高速鉗孔\攻牙模式)設定為1時有效, 定位軸軸向交疊距離(G00橫移接下一孔動作的軸向交疊距離), 單位IU, 有效版本10.116.54

2.46.2 說明

1. G84、G88指令為**端面Z向/側面X向 攻牙循環**, 用於數值車床之攻牙的工作, 由旋轉的刀具對已被鉗住的軸向上的工件(固定無法轉動), 做正面/側面的攻牙工作。G84、G88所對應的啄攻型態由使用者參數

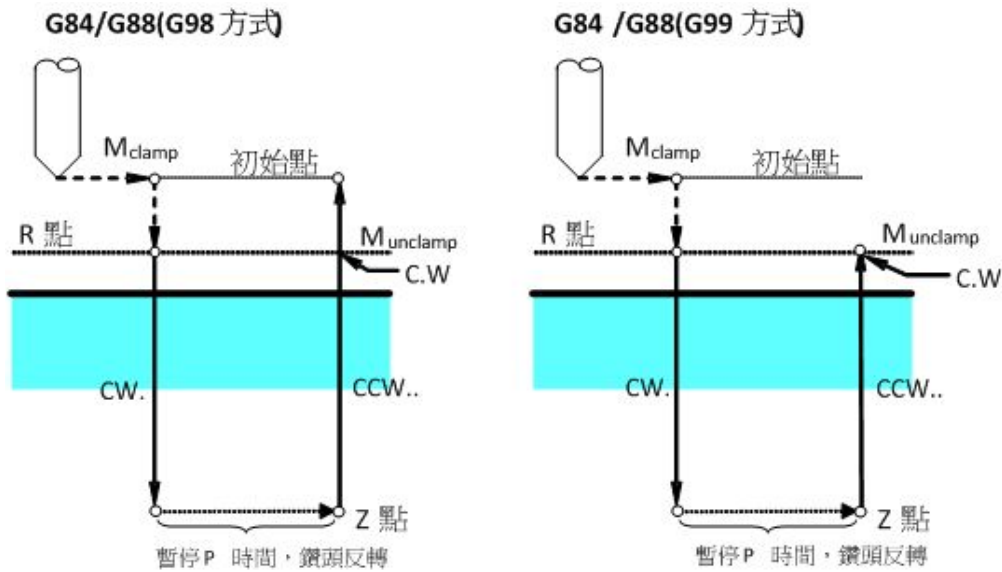
Pr4004所指定。若在同一加工程序中，有使用不同工法的需求，可依下列G碼取代使用者參數中所設定的加工方法：

- G84.1、G88.1 正面/側面高速啄攻
 - G84.2、G88.2 正面/側面一般啄攻
2. 軸向交疊的啟用需將Pr4008設定為1，否則 I、J 引數無作用
 3. 軸向交疊僅支援G98，即軸向交疊僅會在R點以上有效
 4. 軸向交疊的動作為，當加工程序遇到連續兩個單節為攻牙G碼接G00或G00接攻牙G碼，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。
此距離稱作攻牙軸向交疊距離，如圖中的 I、J 所示。
 5. 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攻牙軸向交疊。以底下范例程序5為例，
每段攻牙指令的攻牙軸與定位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。
 6. 如果Pr4008設定為1下，但未下 I、J 引數，則系統預設以引數R當作軸向交疊距離
 7. 攻牙前主軸定位功能，可以透過Pr.4007開啟，開啟後每一次攻牙前，都會進行主軸定位，可以實現同一孔反覆進行攻牙，都不會有亂牙的情況。有效版本始於10.116.14，並且僅提供於總線主軸。此外主軸定位角度，可由主軸原點偏移量(PR1771~PR1780)決定。
 8. 攻牙退刀的速度可以提高(主軸轉速、Z軸同時增速)，最高達攻牙進刀轉速的三倍，透過Pr.4006設定轉速，預設與進刀轉速相同。
 9. 該機型支援快攻模式，執行加工時，G84、G88無下Q引數(或Q引數大於等於R點到Z點的距離)及P引數，且該主軸為總線主軸或是非總線主軸但Pr1791~設為3時，則以快攻模式做動。



TYPE I
無Q引數

SYNTEC

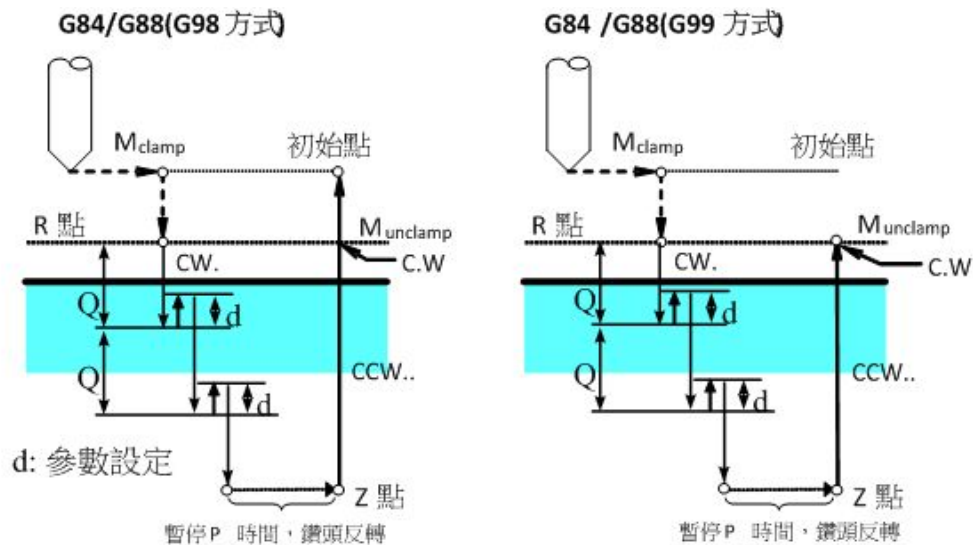


1. 攻牙軸到達攻牙位置，C軸夾緊
2. Z軸以G00動作前進到進刀點R點(R只能輸入增量值)
3. 執行主軸定位(若PR4007=0，此動作可忽略)
4. 開始攻牙，牙距為指定之F值
5. 直到Z軸到達G84內Z深度(Z絕對/W增量)
6. 主軸停止
7. 暫停P秒(有小數點，單位:1秒，沒有小數點，單位:0.001秒)
8. 主軸自動反轉(CNC內部下達M04)
9. 以攻牙進刀速率退回進刀點R點(G99)
10. C軸鬆開
11. 在R點暫停數秒(暫停時間由參數4003設定,預設0秒)
12. 主軸自動正轉(M03)
13. 快速回到初始點(G98)或停在R點(G99)

TYPEII

高速啄攻(Parameter No.4004 = 1 or G84.1/G88.1)

SYNTEC

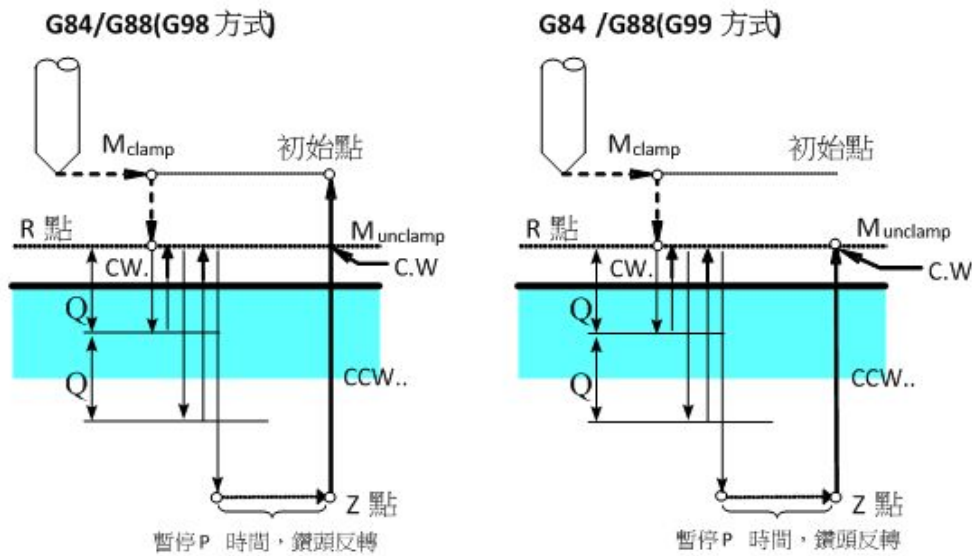


1. 刀具先以G00移動到所指定之(X, C)點
2. C軸夾緊
3. 攻牙軸以G00下降至所設定之R點
4. 執行主軸定位(若PR4007=0, 此動作可忽略)
5. 以G01攻牙下降至相對於目前所攻深度一個切削量Q的深度
6. 主軸停止後再反轉, 以G01上升一個退刀量 d的深度(參數4005設定)
7. 主軸停止後再正轉, 再以G01下降到相對於目前所攻深度一個切削量Q的深度
8. 主軸停止後再反轉, 以G01上升一個退刀量 d的深度(參數4005設定)
9. 重復上述的攻牙動作直到到達孔底Z點
10. 在孔底暫停P秒再反轉
11. 以G01向上升到程序R點(G99)
12. C軸松開
13. 在R點暫停數秒再正轉(暫停時間由參數4003設定, 預設0秒)
14. 以G00上升到初始點(G98)或停在R點(G99)

TYPEIII

一般啄攻(Parameter No.4004 = 0 or G84.2/G88.2)

SYNTEC



1. 刀具先以G00移動到所指定之(X, C)點
2. C軸夾緊
3. 攻牙軸以G00下降至所設定之R點
4. 執行主軸定位(若PR4007=0, 此動作可忽略)
5. 以G01攻牙下降至相對於目前所攻深度一個切削量Q的深度
6. 主軸停止後再反轉, 以G01上升到工件表面 R點
7. 主軸停止後再正轉, 再以G01下降到相對於目前所攻深度一個切削量Q的深度
8. 主軸停止後再反轉, 以G01上升到工件表面 R點
9. 重復上述的攻牙動作直到到達孔底Z點
10. 在孔底暫停P秒再反轉
11. 以G01向上升到程序R點(G99)
12. C軸松開
13. 在R點暫停數秒再正轉(暫停時間由參數4003設定, 預設0秒)
14. 以G00上升到初始點(G98)或停在R點(G99)

2.46.3 注意事項

1. 根據主軸型態, CNC會使用不同的模式進行攻牙。不同的攻牙模式, 對於攻牙前, 主軸的初始狀態要求不同。

攻牙模式	主軸型態	攻牙前主軸是否需要運轉
追隨攻牙	Pr.1791=1	需要。以第一主軸為例, 需先啟動C64或C65狀態

攻牙模式	主軸型態	攻牙前主軸是否需要運轉	
同動攻牙		不需要，主軸可以自零速啟動攻牙動作，不需要先正轉或反轉	
			主軸型態
	泛用脈沖主軸		Pr.1791=3
	新代總線主軸		Pr.1791=4 或 Pr.1791=2
	安川總線主軸		Pr.1791=3
	其他總線主軸	需視情況設置，一般情況推薦1791=3	
變頻攻牙	Pr.1791=0	需要。PLC需配合啟動變頻器正轉或反轉的O點。	

- G84、G88結束時，主軸回復進入攻牙前的狀態，例如攻牙前，主軸正轉，攻牙後主軸會自動回復正轉。
- G84、G88必須使用G80取消，或是程序遇到G00、G01、G02、G03與其它循環G碼，此模式亦會自動取消，否則會持續存在(會繼承狀態的G碼)。此時如果有使用M引數做主軸clamp/unclamp控制，下達C軸指令就會伴隨unclamp、C軸移動、clamp與攻牙的復合動作；而下達X、Y軸指令則會伴隨X或Y軸移動(根據Pr.4019Y軸定位控制的設定)與攻牙動作。
- 反手牙可以由G84、G88完成。透過在G84、G88後面加入M4，即可進行反手牙加工。注意，此M4引數將不會進入PLC中處理(PLC不會收到M4信號)，而是G84、G88的引數，因此不論主軸反轉的M碼為何，都是使用M4作為反手牙。
EX: 正主軸使用M4做反轉，副主軸使用M104做反轉，但不論正負主軸，均使用G84Z_F_M4作為反手牙。
- 進行G84、G88攻牙前，需要指定好加工主軸(R791)，若R791=2，表示要用第二主軸進行加工，若沒有特別指定，預設為第一主軸。
- 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。
- 當R點平面設定低於孔底平面，例如R值大於孔底平面到初始點的距離，系統發出【MAR-011鉗(塘)孔循環進刀平面R低於孔底平面】。
- 如G84/G88指令沒有指定孔底平面(Z/X座標)，系統發出【MAR-012鉗(塘)孔循環沒有指定孔底平面】。
- 若機臺可利用Y軸當成側面使用，G84、G88指令格式提到的X(U)軸向可對應修改成Y(V)軸向使用。
- 使用動力刀攻牙前，請先將系統的主要主軸切換為動力刀，切換主要主軸的M碼請看機械廠提供之手冊或與機械廠確認。
- 切換加工主軸前(R791~)，若當前主軸處於攻牙狀態，須先以G80取消，以避免後續出現非預期的加工動作。

2.46.4 程序范例

- 范例1:(一般攻牙)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G84 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 F0.5 M31; //C軸0度攻第一孔
C90.0 M31; //C軸90度攻第二孔
C180.0 M31; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

- 范例2:(正面高速啄攻)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G84.1 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31; //C軸0度攻第一孔
C90.0 M31; //C軸90度攻第二孔
C180.0 M31; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

- 范例3:(正面一般啄攻)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G84.2 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31; //C軸0度攻第一孔
C90.0 M31; //C軸90度攻第二孔
C180.0 M31; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

- 范例4:(一般反手攻牙)

M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G84 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 F0.5 M4; //C軸0度攻第一孔
// 不管第幾主軸，反手攻牙一律寫M4
C90.0; //C軸90度攻第二孔
C180.0; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

- 范例5:(一般攻牙+Pr4008設定為1)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0; //快速定位至起始點
G98 G84 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 F0.5 M31 I2. J3;
//C軸0度攻第一孔，並且攻牙軸軸向交疊距離2，定位軸軸向交疊距離3
C90.0 M31;
//C軸90度攻第二孔，繼承 I、J 引數設定值
C180.0 M31;
//C軸180度攻第三孔，繼承 I、J 引數設定值
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止，並清除 I、J 引數設定值
M02; //程序終了

- 范例6:(XY軸定位Z軸正面高速啄攻+Pr4019設定為1)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 X50.0 Y20.0; //快速定位至起始點
G98 G84.1 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31; //C軸0度攻第一孔
C90.0 M31; //C軸90度攻第二孔
C180.0 M31; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

- 范例7:(Y軸高速啄攻Z軸定位+Pr4019設定為0)

假設M31為C軸Clamp命令； M32為C軸Unclamp命令
M03 S500; //啟動主軸正轉 500rpm
G00 Z50.0; //快速定位至起始點
G98 G88.1 Y-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 Q500 F0.5 M31; //C軸0度攻第一孔
C90.0 M31; //C軸90度攻第二孔
C180.0 M31; //C軸180度攻第三孔
G80 M05; //取消攻牙模式，主軸停止
M02; //程序終了

2.47 G85G89-正面 側面搪孔循環(C-Type)

2.47.1 指令格式

G85 X(U)/Y(V)___ C(H)___ Z(W)___ R___ P___ F___ K___ M___;

or

G89 Z(W)___ C(H)___ X(U)/Y(V)___ R___ P___ F___ K___ M___;

X(U)/Y(V)___ C___ or Z(W)___ C___: 洞孔位置的座標資料

- 欲使用Y(V)引述，Pr4019需設為1

Z(W)___ C___ or X(U)/Y(V)___ C___: 孔底位置絕對值(從R點到洞底的增量值)

- 欲使用Y(V)引述，Pr4019需設為0

R: 初始點到R點的增量值(符號無效，無論搪孔方向之軸向為直/半徑軸，R引數帶入半徑量即可)

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

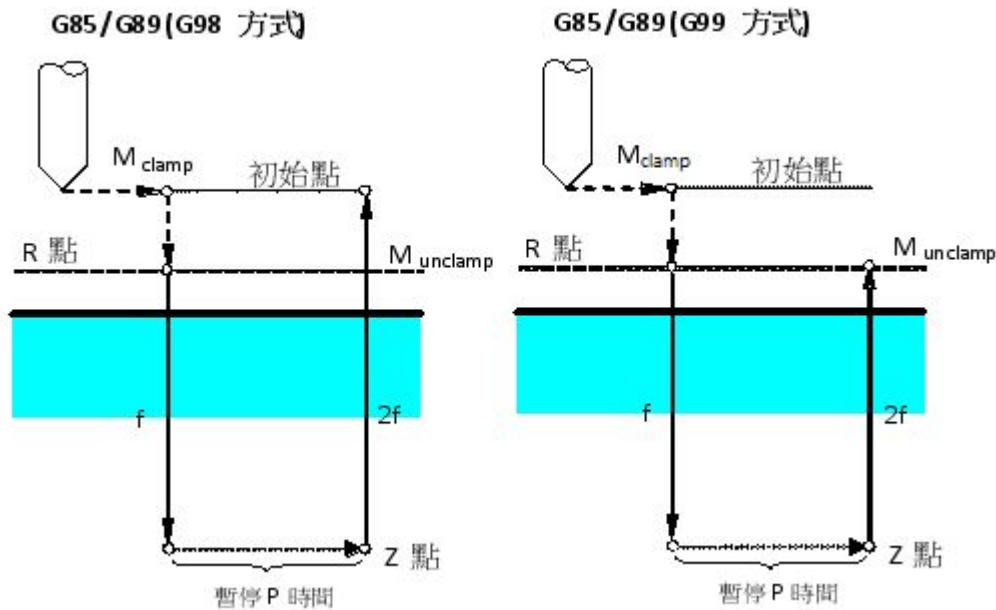
F: 進給速率

K: 重覆次數

M: C軸鉗住(Clamp)的M Code， Clamp Code加1為C軸鬆開(Unclamp Code)

2.47.2 說明

G85/G89指令為**正面/側面搪孔循環**，用於數值車床之搪孔的工作，由旋轉的刀具對已鉗住主軸的工件(固定無法轉動)，做正面/側面的搪孔工作。



2.47.3 注意事項

1. 當R點平面設定低於孔底平面，例如R值大於孔底平面到初始點的距離，系統發出【MAR-011鉗(塘)孔循環進刀平面R低於孔底平面】
2. 如G85/G89指令沒有指定孔底平面 (Z/X座標)，系統發出【MAR-012鉗(塘)孔循環沒有指定孔底平面】。
3. 若機臺可利用Y軸當成側面使用，G85/G89指令格式提到的X(U)軸向可對應修改成Y(V)軸向使用

2.47.4 程式范例

- 范例1:正面塘孔循環

```

假設M31為C軸Clamp命令;M32為C軸Unclamp命令
S1000 M03; //主軸正轉，轉速 1000 rpm
G00 X50.0 Y20.0; //快速定位至起始點
G98 G85 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P100 F0.5 M31;
//C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; //C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; //C軸180度鉗第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了
    
```

- 范例2:側面塘孔循環

```

假設M31為C軸Clamp命令;M32為C軸Unclamp命令
S1000 M03; //主軸正轉，轉速 1000 rpm
G00 Z50.0; //快速定位至起始點
G98 G89 X-40.0 C0.0 R-5.0 P100 F0.5 M31;
//C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; //C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; //C軸180度鉗第三孔
    
```

```
G80; //取消循環
M02; //程式終了
```

- 范例3:側面Y軸搪孔循環

```
假設M31為C軸Clamp命令;M32為C軸Unclamp命令
S1000 M03; //主軸正轉, 轉速 1000 rpm
G00 Z50.0; //快速定位至起始點
G98 G89 Y-40.0 C0.0 R-5.0 P100 F0.5 M31;
//C軸0度鉗第一孔
C90.0 M31; //C軸90度鉗第二孔
C180.0 M31; //C軸180度鉗第三孔
G80; //取消循環
M02; //程式終了
```

2.48 G92.1-絕對零點座標系統預設(C-type)

2.48.1 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

2.48.2 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。		

2.48.3 注意事項

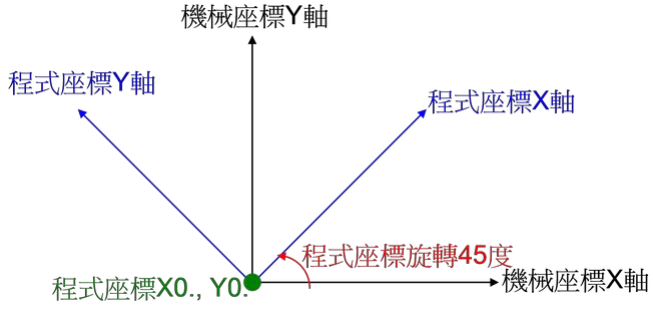
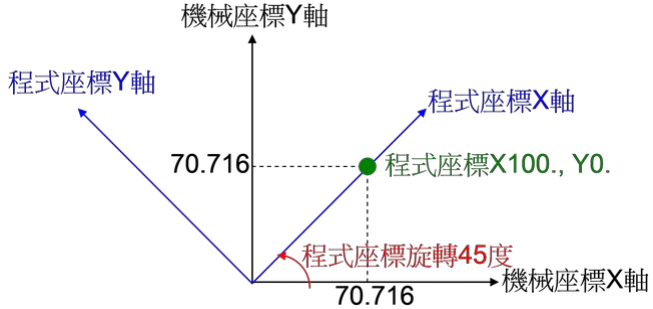
1. 控制器機械座標會依照以下公式計算，機械座標=工件座標(G54~)+程序座標+G92.1偏置量+外偏+手輪偏置+刀長補償。
2. G92.1偏置量=G92.1 指令的引數X_、Y_、Z_。
3. G92.1座標系旋轉中心的軸向=G92.1 指令的引數I_、J_、K_。
4. G92.1座標系旋轉角度=G92.1指令的旋轉角度R_。
5. 各軸向的G92.1座標系偏移量MACRO變數為#1901~#1918。
6. G92.1座標系的旋轉角度MACRO變數為#1930。
7. G92.1座標系旋轉中心的軸向MACRO變數為#1931~#1933。
8. 請不要同時使用G92與G92.1。

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.	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.	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 X40. Y10. //程序座標 X50. Y20. //#1901 #1902座標 X-10. Y-10.	N3 X50. //機械座標 X70. Y10. //程序座標 X50. Y-10. //#1901 #1902座標 X20. Y20.
N4 M30	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°	
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.	

程序內容	示意圖
<p>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°</p>	
<p>N3 G01 X100. 機械座標 X80.711 Y80.711 程序座標 X100. Y0. #1901 #1902座標 X10. Y10.</p>	
<p>N4 M30</p>	

2.49 G92-座標系設定 主軸最高轉速限制(C-Type)

2.49.1 指令格式

G92 X__ Z__;
or
G92 S__;
X、Z：設定基本座標系統(G92)在程式座標系統的位置;
S：主軸轉速;

2.49.2 說明

G92指令有兩種功能：1. 座標系設定 或 2. 主軸最高轉速限制。

可將任一適當位置定義為工作座標系統零點，就是將刀具的現況某一點位置，跟機械零點的相對距離，用G92作另一新設定子座標系統的零點。

經設定之後，刀具系從此點開始加工，絕對值指令即參考此座標系統來計算。

此指令也可用於座標系之偏移，若舊座標為(X,Z)，新座標就為(X + ΔU,Z + ΔW)。

當使用G96(周速一定機能)指令時，為了避免主軸因工件之有效直徑過小，而使其轉速過高，發生危險，也利用此指令來限制主軸最高轉速。

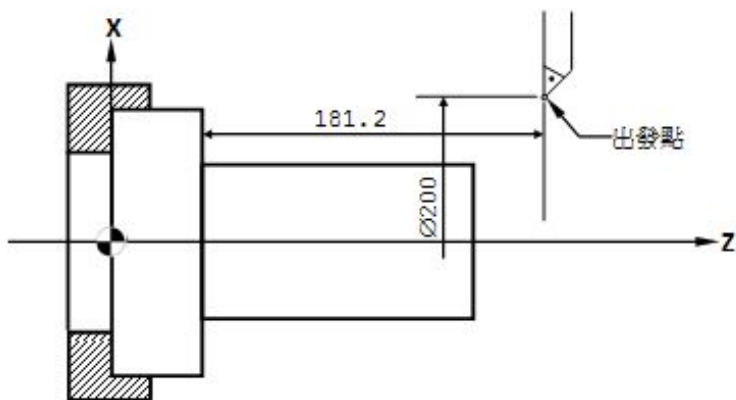
2.49.3 注意事項

- 此G碼的兩種功能差異甚大，在撰寫時需特別留意，避免座標系統被誤動作偏移，導致意料外之動作。
- 此G碼用作座標系設定時，可由Pr413決定其保留模式，詳情請參考參數說明。
- 當開機後，若沒有下過主軸最高轉速限制G92 S_，就不會限制轉速。
- 主軸最高轉速限制G92 S_，除了系統重置(Reset)以外，不會被其他指令取消。
 - a. 10.118.28D, 10.118.31及之前版本：G97取消G96狀態下，會一併取消G92 S_主軸最高轉速限制。

- b. 10.118.28E, 10.118.32 ~ 10.118.30K, 10.118.32K, 10.118.40O, 10.118.41O, 10.118.48 版本: G97不會取消G92 S_主軸最高轉速限制。
 - c. 10.118.30L, 10.118.32L, 10.118.40P, 10.118.41P, 10.118.48A 及之後版本: G97取消G96狀態下, 會一併取消G92 S_主軸最高轉速限制。
- 可以使用G92 S0, 將主軸停止轉動。

2.49.4 程式范例

座標系設定



指定方式: G92 X200.0 Z181.2;
//刀具執行程式由指定之出發點開始

2.50 G94G95-進給量單位設定(C-Type)

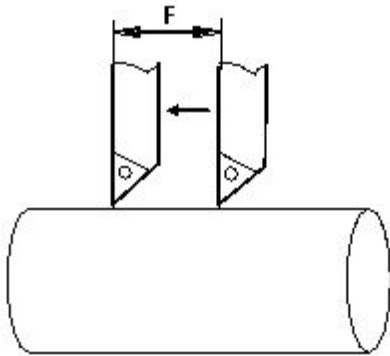
2.50.1 指令格式

G94 F__;
G95 F__;

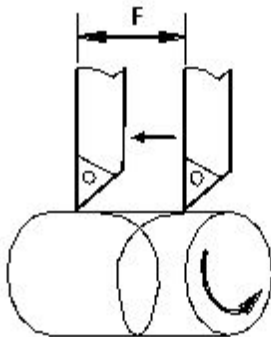
2.50.2 說明

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)。

2.50.3 圖例



G94. 每分鐘進給 (mm/min 或 inch/min)



G95. 每迴轉進給 (mm/rev 或 inch/rev)

2.51 G96/G97-啟用/取消 等表面線速度控制(C-Type)

2.51.1 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

2.51.2 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。若車削一工件，因其有效直徑大小變化，又要求表面速度一定，可使用G96 S來控制表面速度。若加工時不論工件直徑多大，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：

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

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: 工件有效直徑，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。

2.51.3 注意事項

1. 10.118.28D, 10.118.31及之前版本: G97取消G96狀態下, 會一併取消G92 S_主軸最高轉速限制。
2. 10.118.28E, 10.118.32及之後版本: G97不會取消G92 S_主軸最高轉速限制。
3. 在下G96指令後, 後續G01、G02/G03等單節在加工過程中皆可維持表面速度; 而G00/G53則會直接依據單節終點位置設定主軸轉速, 並不會在移動過程一直維持相同的表面速度

2.51.4 程式范例

- 採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, 上例若車削10mm之工件(公制單位), 則

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

經G92限制主軸只能轉2000rpm, 而防止了主軸因轉數過高, 離心力過大, 使工件夾持力過低, 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

- 採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

2.52 G114.1/G113-啟用/取消 主軸同期功能(C-Type)

2.52.1 指令格式

1. 啟動主軸同期功能
G114.1 [R_][K_]
 - R 相位差 (當不指定R時, 則指同步速度, 通常用於圓棒材接料)
 - K 同期組號數1~3, 多組同期組合, 可同時使用, 最多3組。當不指定K時, 預設使用第一組同期組合。多組同期功能有效版本始於10.116.24M, 10.116.32(含)。
2. 關閉主軸同期功能
G113 [K_]

2.52.2 說明

機臺上若有兩個以上的主軸, 可以用兩個主軸合作完成一些特殊的應用, 例如兩個主軸做接料的動作, 此時就需要兩個主軸的回轉速率相同, 角度相位也相同或是維持一固定角度, 且兩個主軸要維持同步才能正確的接料, 這就是主軸同期功能。

詳細內容可參考主軸同期(G114.1)

2.52.3 注意事項

1. 主軸狀態說明:
 - a. 當同步完成訊號On時, 按下Reset會等到兩主軸停止後才會解除G114.1同步狀態(同步完成訊號Off)。
 - b. 當同步完成訊號On時, 下G113解除同期狀態, 系統會直接解除同期狀態(同步完成訊號Off)。

- c. 基礎主軸禁止在位置控制模式(C63)下使用同期功能，同期主軸不建議在位置控制模式下使用同期功能。

2. 多組同期規則：

- a. 同期開放指令(G114.1)可重復下(但K值不可重復)。
- b. 一個基礎主軸可同時擁有多個同期軸。
- c. 同期軸不可再當其他主軸的基礎軸。(COR102)
- d. 診斷變數45/46顯示的值，為最後下達的同期指令的基礎軸與同期軸的角度關係，該組同期解除後顯示為倒數第二組同期組合的角度關係，以此類推。

2.52.4 程式范例

以第一主軸為基礎主軸，第二主軸為同期主軸做范例；M103、M104為主軸正轉，M105、M205為主軸停止，M81為等待同步完成，以上M-Code動作須寫入PLC。

雙程式范例

\$1		\$2	
1	S1 = 150	1	S2 = 100
2	M103// spindle 1 CW on.	2	M203// spindle 2 CW on.
3	G04 X0.4// wait spindle speed goal.	3	G04.1 P1// wait sync. \$1
4	G114.1 R0.// enable spindle synchronization.	4	M99// end.
5	M81// wait spindle synchronization.		
6	S1 = 200// change speed.		
7	G04 X0.4		
8	M105// stop spindle		
9	G113// diable spindle synchronization.		
10	G04.1 P1// wait sync. \$2		
11	M30// end.		

單程式范例

1	G114.1 R0.// enable spindle synchronization.
2	S1 = 150
3	M103// spindle 1 CW on.
4	S2 = 100
5	M203// spindle 2 CW on.
6	M81// wait spindle synchronization.
7	M105// stop spindle 1.
8	G113// diable spindle synchronization.
9	G04 X1.

```
10 M205 // stop spindle2
11 M30// end.
```

單程式范例 (靜止啟動)

```
1 M103 S1 = 0// spindle 1 CW on.
2 M203 S2 = 0// spindle 2 CW on.
3 G114.1 R0 // enable spindle synchronization.
4 M81// wait spindle syncrhonization.
5 S1 = 150// change spindle target speed.
6 G04 X3.
7 M105 // stop spindle 1.
8 M205 // stop spindle2
9 G113// diable spindle synchronization.
10 M30// end.
```

注：10.116.1之後版本，核心會自動等待不必再下M碼(M81)

單程式范例 (多組同期同時使用)

使用情境：

Pr4021 = 1 (K1: 第一主軸)
Pr4022 = 2 (K1: 第二主軸) // 第一、二主軸在其他加工區域做同期
Pr4023 = 3 (K2: 第三主軸)
Pr4024 = 4 (K2: 第四主軸) // 第三、四主軸夾持工件同時旋轉
Pr4025 = 3 (K3: 第三主軸)
Pr4026 = 5 (K3: 第五主軸) // 第五主軸聽從第三主軸進行多角料切削

```
1 M03 S1000 // spindle 1 CW on
2 M203 S2=1500 // spindle 2 CW on
3 M303 S3=2000 // spindle 3 CW on
4 M403 S4=300 // spindle 4 CW on
5 M503 S5=100 // spindle 5 CW on
6 G04 X3. // wait
7
8 G114.1 K1 // enable 1st spindle synchronization
9 G04 X3. // wait
10 G114.1 R90 K2 // enable 2nd spindle synchronization
11 G04 X3. // wait
12 G51.2 P1 Q2 R60 K3 // enable 3rd spindle synchronization
13 G04 X3. // wait
14 S1500 // change spindle target speed
15 G04 X3. // wait
16 S500 // change spindle target speed
17 G04 X3. // wait
18
19 G113 K2 // diable 2nd spindle synchronization
20 G50.2 K3 // diable 3rd spindle synchronization
21 G113 K1 // diable 1st spindle synchronization
```

```

22 G04 X3. // wait
23
24 M05 // stop spindle 1
25 M205 // stop spindle 2
26 M305 // stop spindle 3
27 M405 // stop spindle 4
28 M505 // stop spindle 5
29 M30 // end

```

2.53 G114.3/G113-啟用/取消 主軸乘載功能(C-Type)

2.53.1 前言

機臺上若有兩個以上的主軸，同期主軸的速度欲疊加在基礎主軸上時，可以使用主軸乘載功能。欲使用兩主軸乘載功能時，例如此兩個主軸要做攻牙的動作，主軸1因為有需求不打算停下來，主軸2欲乘載在主軸1上進行攻牙，此時主軸2的轉速=主軸2的命令轉速+主軸2的乘載轉速，其中主軸2的乘載轉速即為主軸1的命令轉速，這就是主軸乘載功能。我們將主軸1稱為基礎主軸、主軸2稱為同期主軸。

2.53.2 使用方式

程式語法

1. 啟動主軸乘載功能
G114.3
2. 關閉主軸乘載功能
G113

乘載完成訊號

1. 乘載完成訊號On時，表示同期主軸完全乘載於基礎主軸，此時同期主軸實際轉速為同期主軸之乘載轉速+同期主軸之命令轉速。(同期主軸之乘載轉速=基礎主軸之轉速)

	使用參數	乘載完成訊號
K = 1 or 不輸入	基礎軸號: Pr4021 同期軸號: Pr4022	S60

2.53.3 使用注意事項

1. 硬體設定:
 - a. 由於硬體限制，在讀取編碼器反饋訊號時，相鄰兩個Port間會有8us的時間差，隔越多Port時間差越大。此現象在主軸功能使用上不影響，但乘載攻牙會有同步性的考量，因此這時間差會造成相位讀取誤差。當使用乘載攻牙功能時，必須將兩主軸接在鄰近的硬體Port上，例如同一張軸卡的P1及P2。以減少因時間差所造成相位讀取誤差而造成接料失敗。
2. 參數設定:
 - a. 乘載功能的同期主軸需為**位置控制伺服馬達**，承載功能所使用的同期主軸型態只支援Type1和Type3型態(參數1791~1796)。建議使用Type3同動攻牙。
 - 主軸型態設定錯誤會跳出COR-93【主軸同步，主軸型態錯誤】。

- b. 使用追隨攻牙(主軸型態Type1)時，需注意同期主軸之分辨率必須為基礎主軸的整數倍，若編碼器安裝位置為馬達側需經過齒比換算，亦即分辨率*(主軸側齒數/馬達側齒數)。
 - c. 乘載功能啟動時，同期主軸會以參數1861~1866決定同期主軸之乘載命令方向。
 - d. 如果主軸乘載訊號On時，基礎及同期主軸(參數4021~4026)不存在，會跳警報(Cor091, Cor092)。
 - e. 若進入主軸承載模式下進行攻牙動作，建議將兩顆主軸的Kp(該軸之參數18x~)以及加減速參數設定一致或較接近，可以達到較小的攻牙追隨誤差。
3. 流程動作：
- a. 當急停按下時，會停止主軸旋轉及主軸乘載功能；鬆開急停後，基礎主軸與同期主軸只會恢復原本下的S code轉速，而不會恢復承載功能。
 - b. 當乘載完成訊號On時，按下Reset會解除G114.3乘載狀態。
 - c. 當乘載完成訊號On時，下G113解除乘載狀態，會等待到達目標速度後，才真正解除乘載狀態。
 - d. 主軸乘載功能不支援相位同步，只支援速度上的乘載。
 - e. 在同步完成後，不能對基礎主軸下主軸定位指令，否則會有不可預期的錯誤產生。
4. 警報列表：
- a. COR091【主軸同步，基礎主軸號碼錯誤】
發生原因：Pr4021~Pr4026設定錯誤或設定的主軸不存在
 - b. COR092【主軸同步，同期主軸號碼錯誤】
發生原因：Pr4021~Pr4026設定錯誤或設定的主軸不存在
 - c. COR093【主軸同步，主軸型態錯誤】
發生原因：Pr1791~Pr1796設定錯誤
 - d. COR094【主軸承載期間剛攻指令主軸轉速超過】
發生原因：刀具軸的速度超過主軸轉速的最大值。

2.53.4 范例

以第一主軸為基礎主軸，第二主軸為同期主軸做范例；M103、M104為主軸正轉，M105、M205為主軸停止，M82為等待同步完成訊號，以上M-Code動作須寫入PLC。
若使用追隨攻牙，需注意參數必須符合注意事項2：

- 參數設定范例一：

參數號碼	基礎主軸	同期主軸
1651~1660 (主軸馬達編碼器一轉的Pulse數)	1024	2048
1661~1670 (主軸反饋倍頻)	4	4
1681~1700 (主軸第一檔螺桿側齒數/馬達側齒數)	3(螺桿側齒數) 4(馬達側齒數)	6(螺桿側齒數) 8(馬達側齒數)
1811~1820 (主軸編碼器安裝位置)	1	1

同期主軸分辨率= 2048*4*(6/8) = 6144
 基礎主軸分辨率= 1024*4*(3/4) = 3072
 (編碼器裝在馬達側需過齒比)

• 參數設定范例二:

參數號碼	基礎主軸	同期主軸
1651~1660 (主軸馬達編碼器一轉的Pulse數)	1024	2048
1661~1670 (主軸反饋倍頻)	4	4
1811~1820 (主軸編碼器安裝位置)	0	0

同期主軸分辨率= 2048*4 = 8192
基礎主軸分辨率= 1024*4 = 2048
(編碼器裝在主軸側不需過齒比)

雙程式范例

\$1		\$2	
1	G10 L1000 P791 R1// set active spindle.	1	G10 L1000 P792 R2
2	M103 S1 = 2000// spindle 1 CW on.	2	// set active spindle.
3	G04 X0.4 // wait spindle speed goal.	3	G04.1 P1 // wait sync.
4	G114.3// enable spindle superimposition.	4	\$1
5	M82 // wait spindle superimposition.	5	G84 Z-20. R0 F1.// do tapping.
6	G04.1 P1 // wait sync. \$2	6	G80// end tapping.
7	G04.1 P2 // wait sync. \$2	7	G04.1 P2 // wait sync.
8	M105 // stop spindle	8	\$1
9	G113 // disable spindle superimposition.	9	G04.1 P3 // wait sync.
10	G04.1 P3 // wait sync. \$2	10	\$1
11	M30	11	M99

單程式范例 (乘載攻牙)

1	G10 L1000 P791 R2// set active spindle.
2	M103 S1=2000// spindle 1 CW on.
3	G04 X0.4 // wait spindle speed goal.

```

4 G114.3// enable spindle superimposition.
5 M82 // wait spindle superimposition.
6 G84 Z-20. R0 F1.// do tapping.
7 G80// end tapping.
8 G113 // disable spindle superimposition.
9 M30

```

單程式范例 (靜止啟動)

```

1 G10 L1000 P791 R2// set active spindle.
2 M103 S1 = 0 // spindle 1 CW on.
3 M203 S2 = 0 // spindle 2 CW on.
4 G114.3 // enable spindle superimposition.
5 M82 // wait spindle superimposition.
6 S1 = 2000 // change spindle target speed.
7 G04 X1.
8 G84 Z-20. R0 F1. S1000 // do tapping.
9 G80// end tapping.
10 M105 // stop spindle 1.
11 M205 // stop spindle2
12 G113 // disable spindle superimposition.
13 M30 // end.

```

2.53.5 參考資料

Device Type	Device	說明
R	R761~R776	顯示對應主軸機械位置，單位0.001度。 (現有的)
S (乘載完成訊號)		S60
Parameter 參數	181~196	軸向伺服系統的回路增益(Kp)(1/sec)
	1731~1736	主軸最低轉速
	1791~1796	主軸型態
	1831~1836	主軸加速到1000 RPM的加減速時間(ms)

	1851~1856	主軸加速到1000 RPM/Sec的加加速度的加減速時間(ms)
	1861~1866	旋轉方向, 0: 正轉, 1: 反轉
	4021~4026	基礎/同期主軸號碼(1~6)
Alarm 警報	Cor091	主軸同步, 基礎主軸號碼錯誤
	Cor092	主軸同步, 同期主軸號碼錯誤
	Cor093	主軸同步, 主軸型態錯誤
	Cor094	主軸承載期間剛攻指令主軸轉速超過
	Cor102	主軸同步, 重復的同期或承載指令
	Cor142	主軸同步, K引數輸入錯誤

2.54 主軸轉速機能: S碼指令(C-Type)

2.54.1 指令格式

S_

2.54.2 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。

2.54.3 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。

2.54.4 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

2.55 刀具補正機能：T碼指令(C-Type)

2.55.1 指令格式

T*_*;(兩碼格式)

T*_*_*_*;(四碼格式)

2.55.2 說明

刀具機能也可稱為T機能，主要為選擇刀具，如此便可依刀具編號來自動做刀具交換。

兩碼格式時，該兩碼同時選擇刀具號碼、刀長補正、與磨耗補正。

四碼格式時，前兩碼為刀具號碼，後兩碼為刀長補正、與磨耗補正號碼。

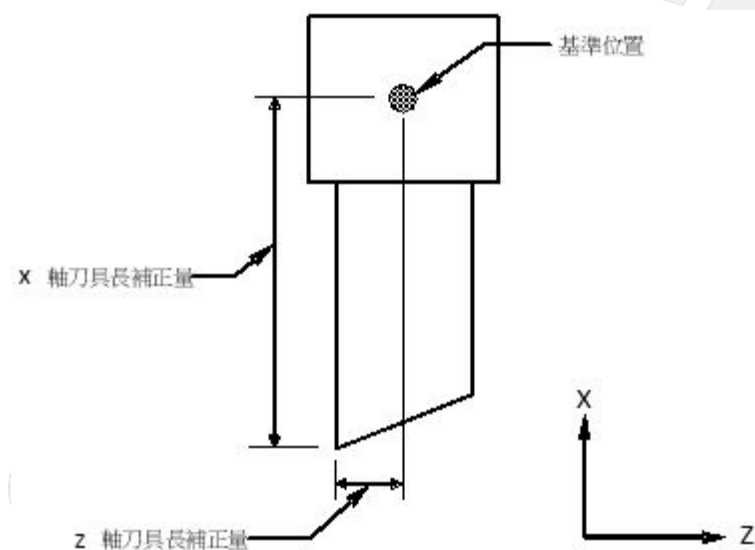
刀具補正動作的執行是在執行T__指令時只選定補正量但不執行補正動作，而當有移動指令單節時補正動作才被執行。

2.55.3 刀長補正的方法：

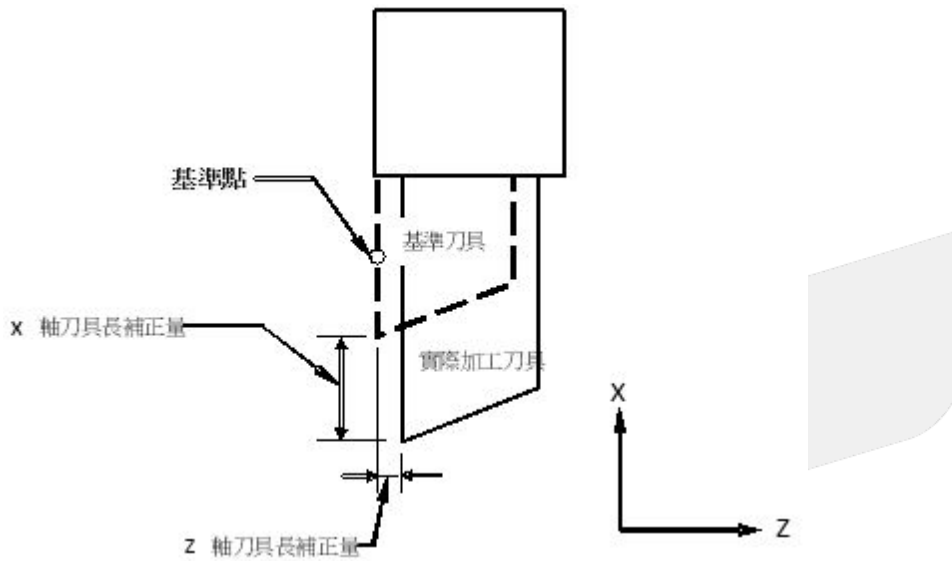
對於程式的基準位置作刀具長補正。

程式的基準位置，一般為**刀具臺的中心位置**及**基準刀具的刀尖位置**兩種：

刀具臺的中心位置的情況



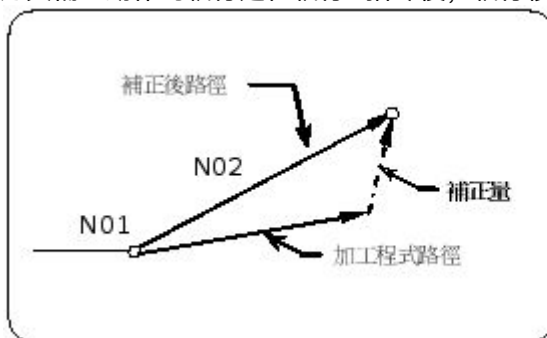
基準刀具刀尖位置的情況



2.55.4 刀長補正的原理

刀具補正開始

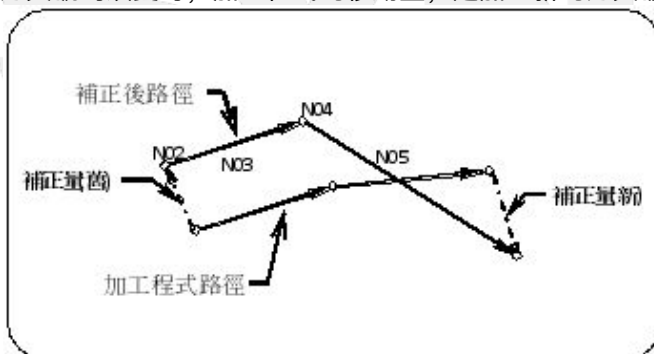
刀具補正動作的執行是在執行T指令後，執行移動指令時開始補正。



```
N01 T0101 ;
N02 X10.0 Z10.0 ;
```

刀具長補正號碼的改變

刀具號碼改變時，加工程式的移動量，是加上新的刀具號碼所對應的刀具補正值。

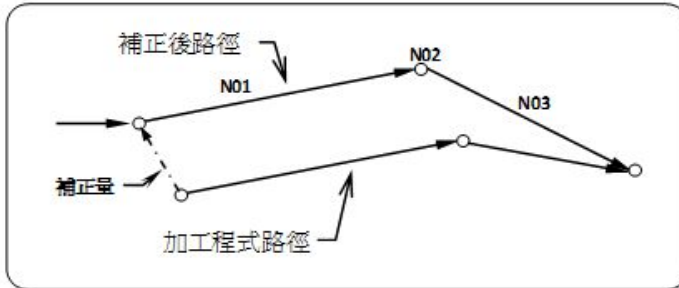


```
N01 T0100 ;
N02 G01 X10.0 Z10.0 F0.2 ;
N03 G01 X13.0 Z15.0 F0.3 ;
N04 T0200 ;
N05 G01 X13.0 Z20.0 F0.205 ;
```

刀具長補正的取消

補正號碼的指令為零時：

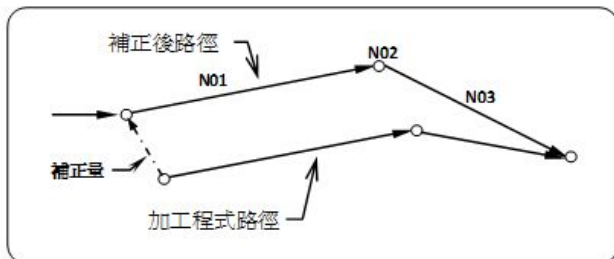
T指令的刀具長補正號碼為"0"時，補正取消。



```
N01 X10.0 Z10.0 F0.1 ;  
N02 T0000 ;  
N03 G01 X10.0 Z20.0 ;
```

指令的補正量為零：

在T指令執行後，刀具長補正號碼對應的補正量為"0"時，補正取消。



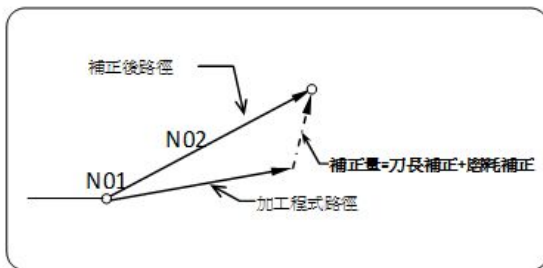
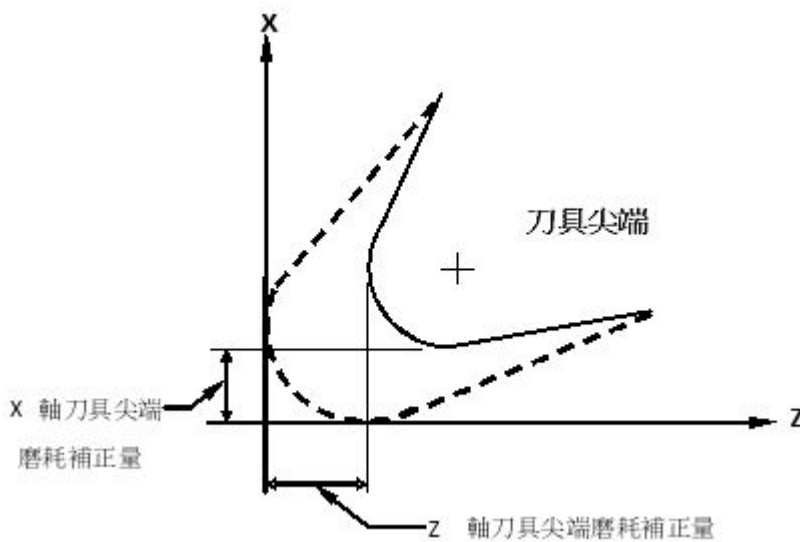
```
N01 G01 X10.0 Z10.0 F0.1 ;  
N02 T0100 ;  
N03 G01 X10.0 Z20.0 ;
```

2.55.5 刀具尖端磨耗補正

刀具尖端磨耗補正量的設定

當刀具尖端出現磨耗時，可以進行補正，其補正量會加入幾何補正，**幾何補正 = 刀具長補正 + 磨耗補正**，當指定補正號碼時，幾何補正便執行。

SYNTEC



```
N01 T0102 ;  
//啟動 01 號刀具補正·補正號碼為 02  
N02 X10.0 Z10.0 ;
```

2.56 小數點輸入(C-Type)

2.56.1 說明

當參數以小數點形式輸入時，將視為一般通用的度量單位，mm、inch、sec等。
若是以整數形式輸入，則視為以系統內定之最小單位量為計算單位，如um、ms等。

2.56.2 注意事項

以整數型式輸入時，可由Pr3241修改其單位，詳情請參考參數說明。

2.56.3 程式范例

小數點形式：

10.00 表示10mm

整數形式：

1000 表示1000um

2.57 轉角倒角，轉角圓角，直線角度 (C、R、A) (C-Type)

2.57.1 前言

在機械制圖所使用的直線夾角、倒角值、圓角值以及其它尺寸，可以利用下列介紹之功能將圖面值直接輸入，並且在直線有足夠角隅空間時，插入倒角值和圓角值。

2.57.2 基本功能-倒角C/圓角R/直線角度A

在直線或圓弧的連續單節中，某單節最後附加上",C_"或",R_"，該單節將自動執行倒角C及導圓角R的切削。或是已知條件只有下一單節路徑與水平軸的夾角，及某一軸向(X/Z兩軸之一)的終點座標，此時可使用直線角度功能",A_"來求得完整路徑。

倒角C/導圓角R的進給速率可由E_指定，如未特別指定E_，則與下一單節的進給速率相同。

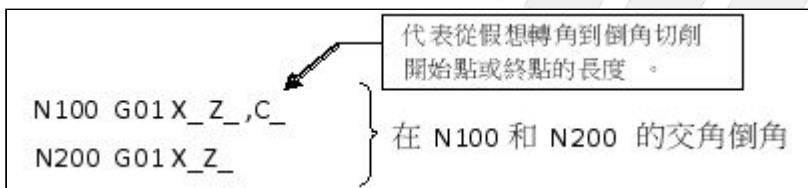
對比倒角C/導圓角R，直線角度A的進給速率，同G01僅能由F_指定。

倒角C/導圓角R/直線角度A可適用於絕對值或增量值指令。

2.57.3 基本功能-指令格式

倒角C

連續二個單節(不含圓弧)，在第一個單節，以",C_"指令可以執行轉角倒角。



倒圓角R

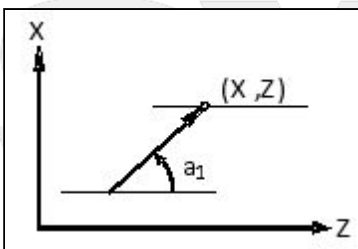
對應連續二個單節(含圓弧)，在第一個單節，以",R_"指令，可以代表執行轉角R的功能。

,R;

R: 代表轉角，圓弧半徑。

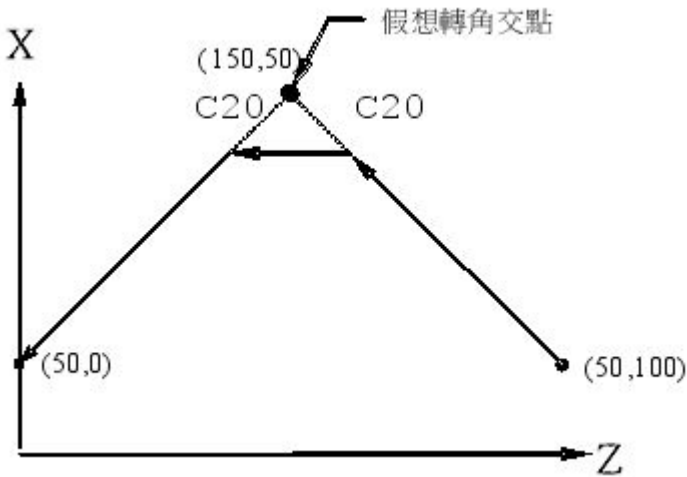
直線角度,A_

G01 Z_(X_),A_;//指定角度和X軸或Z軸的座標。



2.57.4 基本功能-范例

直線與直線間的倒角



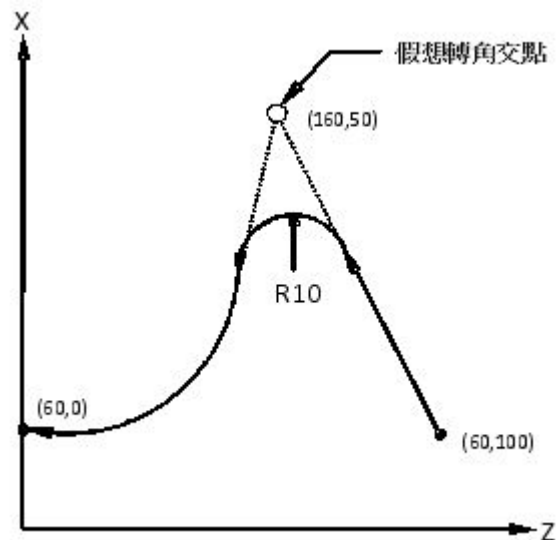
1. 絕對值指令:

```
G28 X0.0 Z0.0; //在這兩單節之移動路徑  
G00 X50.0 Z100.0; //轉角切削C20.0 之倒角  
G01 X150.0 Z50.0 F0.1 ,C20.0;  
G01 X50.0 Z0;
```

2. 增量值指令:

```
G28 X0.0 Z0.0; //在這兩單節之移動路徑  
G00 U50.0 W100.0; //轉角切削C20.0 之倒角  
G01 U100.0 W-50.0 F0.1 ,C20.0;  
G01 U-100.0 W-50.0;
```

直線與圓弧間的轉角



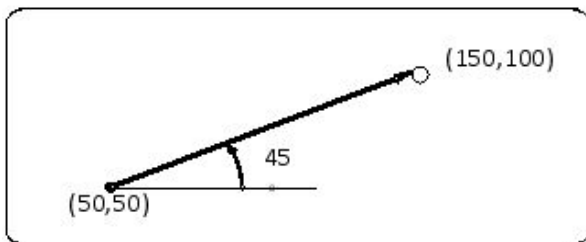
1. 絕對值指令

G28 X0.0 Z0.0;//在這兩單節之移動路徑
 G00 X60.0 Z100.0;//轉角切削R10.0 之圓弧角
 G01 X160.0 Z50.0 F0.1 ,R10.0;
 G02 X60.0 Z0.0 I0.0 K-50.0;

2. 增量值指令

G28 X0.0 Z0.0;//在這兩單節之移動路徑
 G00 U60.0 Z100.0;//轉角切削R10.0 之圓弧角
 G01 U100.0 W-50.0 F0.1 ,R10.0;
 G02 U-100.0 W-50.0 I0.0 K-50.0;

直線角度



程式說明：

N01 G00 X50.0 Z50.0 ;
 // 快速定位至指定點
 N02 G01 Z100.0,A45.0 ;
 // 刀具路徑與水平軸相差 45 °
 終點絕對座標 Z 軸為 100
 *執行程式後 →X 軸座標為 150

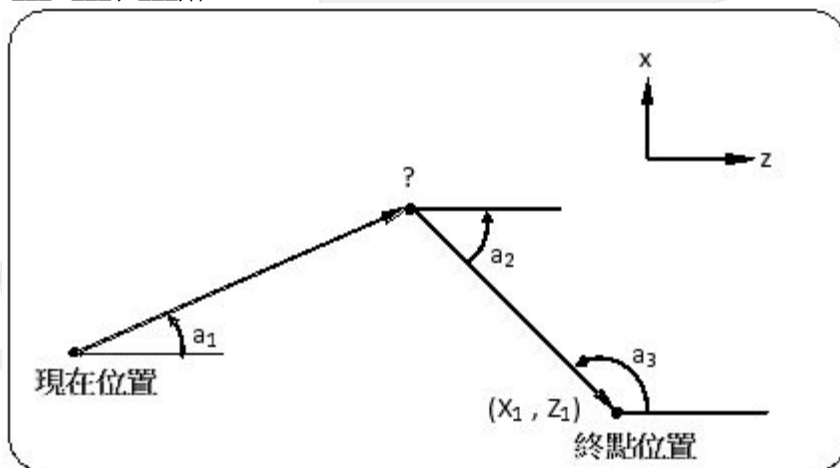
2.57.5 進階功能-幾何機能指令

在連續直線插補指令，若兩條直線的交點難以求得，以第一條直線之傾斜角度，和第二直線的終點絕對座標值和傾斜角度為指令，則NC控制器內部自動計算第一條直線的終點，便可控制刀具做連續直線的轉角功能。

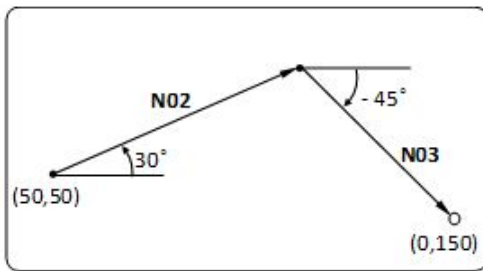
2.57.6 進階功能-指令格式

語法1

G01 ,A__ F__; //指定角度
 X__ Z__,A__; //指定下一個單節終點絕對座標值和角度



語法1范例



程式說明：

N01 G00 X50.0 Z50.0;

// 快速定位至指定點

N02 G01 ,A30.0 F0.3;

// 第一條路徑與水平軸相差30°

N03 X0.0 Z150.0,A45.0;

// 第二條路徑與水平軸相差45°

其終點為(0,150)

*執行程式後→路徑交點為(104.904 ,97.548)

語法1注意事項

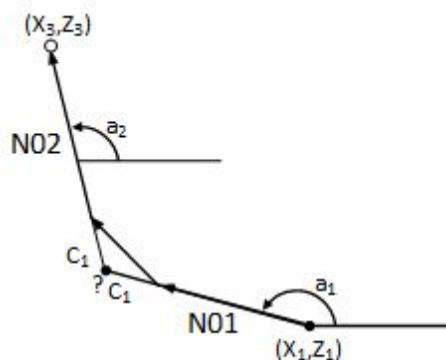
1. 本功能僅在G01指令才有效，對於其他的插補及位置定位均無效。
2. 角度為選擇平面的橫軸從+方向的角度，反時針方向(CCW)為正，順時針方向(CW)為負。
3. 直線的傾斜角可指定在始點側或終點側起始點或終點時的角度。指定傾斜角度為始點側或終點側，則由NC內部自動判別。
4. 使用第二種指定法必須指定第二單節的終點為絕對座標。

語法2

在第一單節角度指令時，可繼續在指定轉角倒角C或轉角R的指令

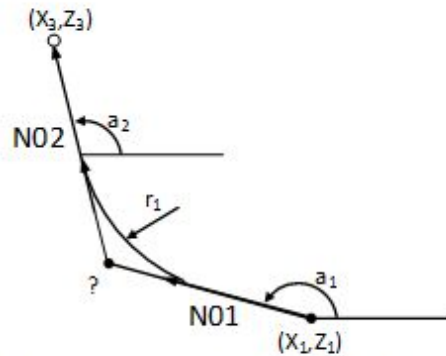
N01 ,Aa₁ ,Cc₁ ;

N02 Xx₃ Zz₃ , Aa₂ ;



說明：依指令之設定到達指定位置(X₃,Z₃)，和其兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度「a₁」、「a₂」，再加上兩條路徑相接轉角為一倒角「C₁」，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩條移動路徑之未知交點“?”座標位置，刀具便沿此兩條路徑切削到達指定位置(X₃,Z₃)。

N01 ,Aa₁ ,Rr₁ ;
 N02 Xx₃ Zz₃ Aa₂ ;

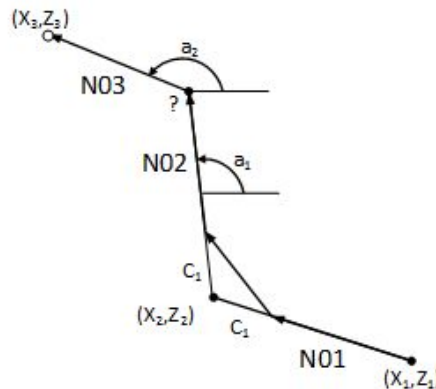


說明：依指令之設定到達指定位置(X₃,Z₃)，和其兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度「a₁」、「a₂」，再加上兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角「r₁」，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩條動路徑之未知交點“?”座標位置，刀具便沿此兩條路徑切削到達指定位置(X₃,Z₃)。

語法3

轉角倒角、轉角R指令後，可繼續作直線角度指令

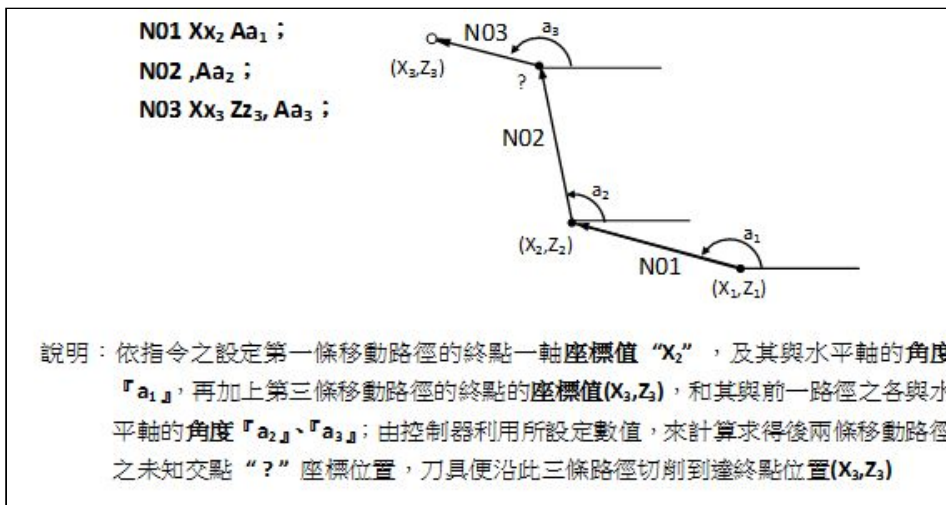
N01 Xx₂ Zz₂, Cc₁ ;
 N02 ,Aa₁ ;
 N03 Xx₃ Zz₃, Aa₂ ;



說明：依指令之設定到達指定位置(X₂,Z₂)→(X₃,Z₃)，和前兩條路徑相接轉角為一倒角「C₁」，再加上其後兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度「a₁」、「a₂」，由控制器利用所設定數值，來計算求得後兩條移動路徑之未知交點“?”座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置(X₃,Z₃)

語法4

直線角度指令後，可繼續作直線角度指令

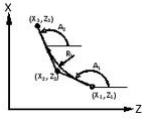
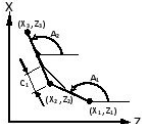
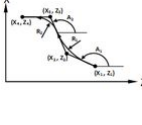


語法2~4注意事項

1. 螺紋區段不能插入圓角值。
2. 下一區段根據繪圖尺寸的直接輸入連續指令，則前一區段的終點就已經被決定，單一區段停止不能執行，但在前一區段的加工暫停可以執行。
3. 角度計算的容許範圍為正負1度。
 - (0).X₋, A₋; (當角度為0度 ±1, 180度 ±1, 會發生警報)
 - (1).Z₋, A₋; (當角度為90度 ±1, 270度 ±1, 會發生警報)
4. 若兩條線的角度在正負1度內，當計算交點會發生警報。
5. 若兩條線的角度在正負1度內，倒角與圓角可以忽略不管。

2.57.7 進階功能-幾何機能一覽表

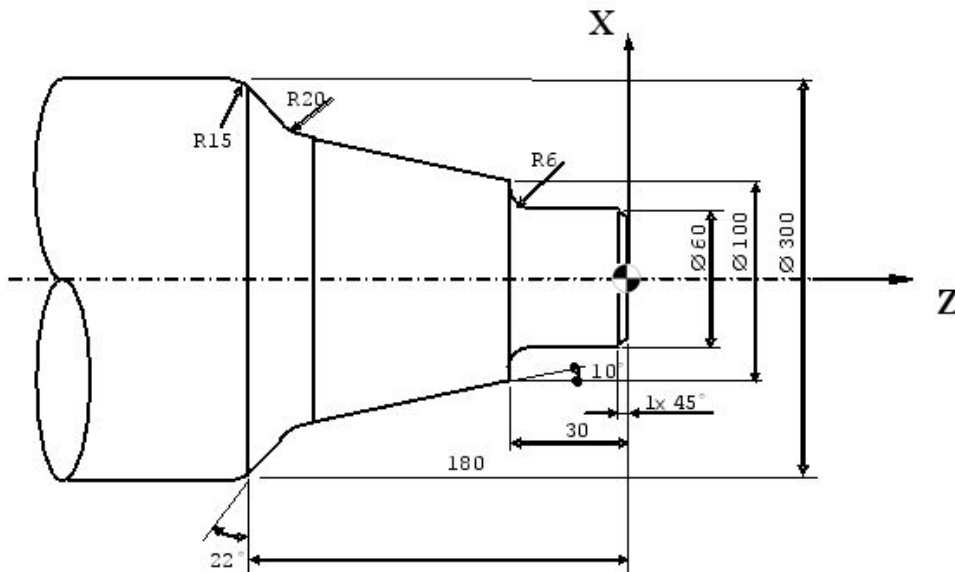
指令	刀具移動	說明
1 · X ₂₋ (Z ₂₋) ₋ , A ₋ ;		依指令之設定X ₂ (或Z ₂)任一座標值和其移動路徑與水平軸向相差所設定之角度『A』，由控制器來計算另一未知之Z ₂ (或X ₂)，就可使刀具沿此路徑切削到達指定位置(X ₂ ,Z ₂)
2 · ,A ₁₋ ; X ₃₋ Z ₃₋ , A ₂₋ ;		依指令之設定到達指定位置(x ₃ ,z ₃)，和其兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『A ₁ 』、『A ₂ 』，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑之未知交點 (x ₂ , z ₂)座標位置，刀具便沿此兩條路徑切削到達指定位置(x ₃ ,z ₃)

	指令	刀具移動	說明
3	$X_2_Z_2, R_1$; ; $X_3_Z_3$; Or $,A_1, R_1$; $X_3_Z_3$; A_2 ;		依指令之設定到達指定位置 (X_3, Z_3) ，和其兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』，再加上兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角『 R_1 』，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑之未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此兩條路徑切削到達指定位置 (X_3, Z_3)
4	$X_2_Z_2, C_1$; ; $X_3_Z_3$; Or $,A_1, C_1$; $X_3_Z_3$; A_2 ;		依指令之設定到達指定位置 (X_3, Z_3) ，和其兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』，再加上兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_1 』，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑之未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此兩條路徑切削到達指定位置 (X_3, Z_3)
5	$X_2_Z_2, R_1$; ; $X_3_Z_3$; R_2 ; $X_4_Z_4$; Or $,A_1, R_1$; $X_3_Z_3, A_2$; $,R_2$; $X_4_Z_4$;		依指令之設定到達指定位置 $(X_2, Z_2) \rightarrow (X_3, Z_3) \rightarrow (X_4, Z_4)$ ，和前兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角『 R_1 』，後兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角『 R_2 』，(或不指令定 (X_2, Z_2) 另加上其前兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』)，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑與水平軸之角度『 A_1 』、『 A_2 』，或是未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (X_4, Z_4)



	指令	刀具移動	說明
6	X_2-Z_2, C_1- ; X_3-Z_3- C_2- ; X_4-Z_4- ; Or $,A_1-, C_1-$; X_3-Z_3- A_2-, C_2- ; X_4-Z_4-		依指令之設定到達指定位置 $(X_2, Z_2) \rightarrow (X_3, Z_3) \rightarrow (X_4, Z_4)$ ，和前兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_1 』，後兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_2 』，(或不指令定 (X_2, Z_2) 另加上其前兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』)，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑與水平軸之角度『 A_1 』、『 A_2 』，或是未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (X_4, Z_4)
7	X_2-Z_2, R_1- ; X_3-Z_3- C_2- ; X_4-Z_4- ; Or $,A_1-, R_1-$; X_3-Z_3- A_2-, C_2- ; X_4-Z_4-		依指令之設定到達指定位置 $(X_2, Z_2) \rightarrow (X_3, Z_3) \rightarrow (X_4, Z_4)$ ，和前兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角『 R_1 』，後兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_2 』，(或不指令定 (X_2, Z_2) 另加上其前兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』)，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑與水平軸之角度『 A_1 』、『 A_2 』，或是未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (X_4, Z_4)
8	X_2-Z_2, C_1- ; X_3-Z_3- R_2- ; X_4-Z_4- ; Or $,A_1-, C_1-$; X_3-Z_3- A_2-, R_2- ; X_4-Z_4-		依指令之設定到達指定位置 $(X_2, Z_2) \rightarrow (X_3, Z_3) \rightarrow (X_4, Z_4)$ ，和前兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_1 』，後兩條路徑相接轉角為一圓弧轉角『 R_2 』，(或不指令定 (X_2, Z_2) 另加上其前兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 A_1 』、『 A_2 』)，由控制器利用所設定數值，來計算求得兩次移動路徑與水平軸之角度『 A_1 』、『 A_2 』，或是未知交點 (X_2, Z_2) 座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (X_4, Z_4)

2.57.8 綜合范例



(公制輸入直徑規格)

G01 X60.0 A90.0, C1.0 F0.08; //直線插補, 其直線與水平軸相差"+90度", 在接續下一單節自動倒C1.0倒角, 進給率 0.08mm/rev

Z-30.0, A180.0, R6.0; //直線插補, 其直線與水平軸相差"+180度", 在接續下一單節自動車削R6.0之圓角

X100.0, A90.0; //直線插補, 車削到指定點, 其直線與水平軸相差 "+90度"

,A170.0, R20.0; //直線插補, 其直線與水平軸相差"+170度", 接續下一單節自動車削R20.0之圓角, 其切削終點由下一單節指定

X300.0 Z-180.0, A112.0, R15.0; //直線插補, 其直線與水平軸相差"+112度", 接續下一單節自動車削R15.0之圓角

Z-230.0, A180.0; //直線插補, 其直線與水平軸相差"+180度", 車削到指定位置

2.58 進給機能: F碼指令(C-Type)

2.58.1 指令格式

F__

2.58.2 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之刀具進給率可直接指定F300;若採用G95模式, 則F0.5表示0.5mm/rev。

2.58.3 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

2.59 G78.2-复合型螺紋切削中段進刀固定循環(C-Type)

2.59.1 指令格式

G78.2 P m r a Q Δadmin R d l ___ K ___;

G78.2 X(U) ___ Z(W) ___ R Δi P Δk Q Δd H ___ (F ___ or E ___) D ___;

m: 精車次數(1~99)，可由系統參數Pr4044設定。

r: 倒角退刀長度，當螺距以L表示時，設定值可以從0.0L到9.9L，單位為0.1L(兩位數00到99)，可由系統參數Pr4043設定。

a: 刀尖角度，可以選擇80、60、55、30、29、0等角度，也可由系統參數Pr4042設定。

Δadmin: 最小切削深度 $(\Delta d \sqrt{n} - \Delta d \sqrt{n-1}) < \Delta d_{min}$ ，可由系統參數Pr4045設定。

d: 精車預留量，可由系統參數Pr4041設定。

l: 斜向進刀高度，可由系統參數Pr4047設定

K: 斜向進刀長度，可由系統參數Pr4046設定

X(U): X軸終點座標(牙底)

Z(W): Z軸終點座標(牙底)

Δi: 螺紋半徑差

Δk: 螺紋高度

Δd: 第一回切削深度

F: 公制螺紋導程(單位:mm/牙)

E: 英制螺牙導程(單位:牙/inch)

H: 多螺牙個數(Ex: H3 三螺牙切削，多螺牙F指令指的是相鄰螺距)

D: 車牙斷屑開關: 當 D 引數帶入1時: 啟動車牙斷屑功能; 其他: 關閉車牙斷屑功能

2.59.2 說明

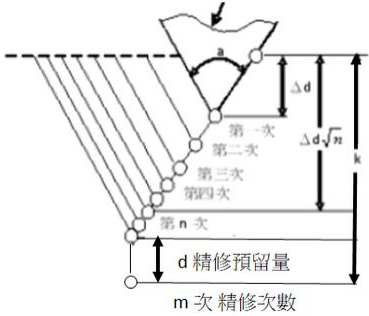
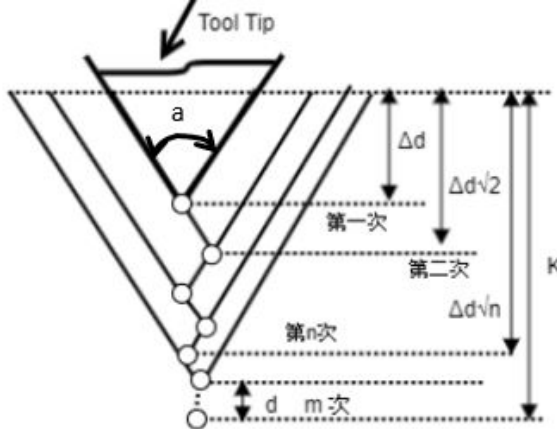
使用說明

1. G78.2复合型螺紋切削循環可自動產生多次螺紋切削路徑，完成螺紋加工。
2. 我們給定所需之參數，控制器便會幫我們計算出切削此一螺紋所需次數、每次的切削深度及每次切削起始點。
3. G78.2共有兩行
 - a. 第二行(X(U) ___ Z(W) ___ 給定)為循環條件，必須設定完整;
 - b. 第一行則可不寫(由Pr4041~Pr4047給定條件)。但若只寫第一行沒有寫第二行，則無法啟動成形輪廓粗車削循環。
4. G78.2不同於G78處，在於提供螺紋車削的進刀參數設定; 當車削的牙段在棒材中，無法從棒材外加速時，可用G78.2避免第一牙牙壁的破壞。
5. G78.2提供平行螺紋與斜面螺紋車削循環。G78.2不支援修牙功能。

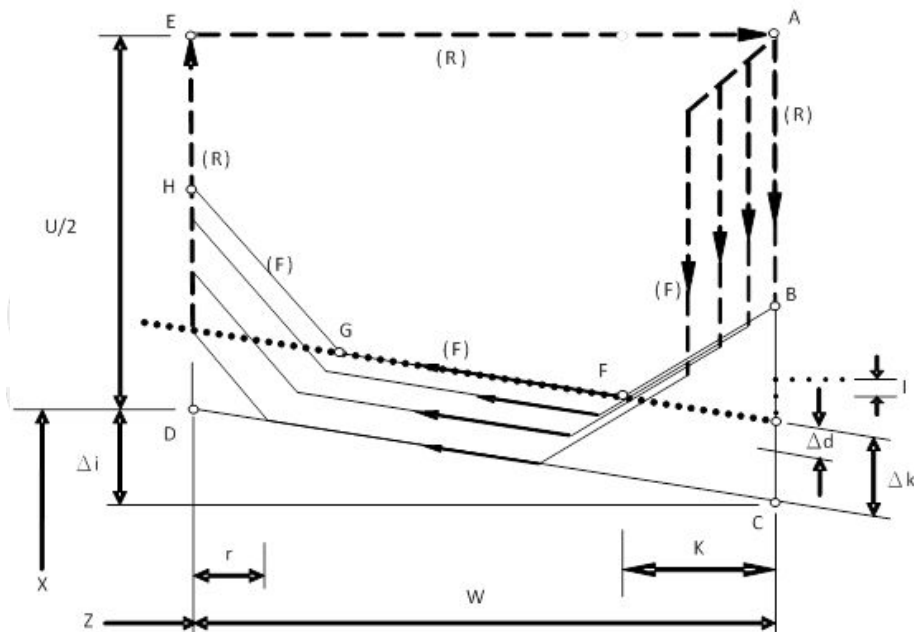
- X軸僅支援設定為直徑軸，Z軸僅支援設定為半徑軸。
- 控制器**118.28(含)**之後的版本可由參數Pr4052指定使用何種進刀方式進行螺紋切削 (0: 側向進刀; 1: 左右進刀)

G78.2動作說明

進刀方式: 可由參數Pr4052指定使用何種進刀方式進行螺紋切削

側向進刀 (Pr4052 = 0)	左右進刀 (Pr4052 = 1)
 <p>螺紋之進刀方式與每一回的切削深度: d為精修預留量，m為精修次數，依設定精修次數做等面積切削</p>	 <p>螺紋之進刀方式與每一回的切削深度: d為精修預留量，m為精修次數，依設定精修次數做等面積切削</p>

切削路徑:

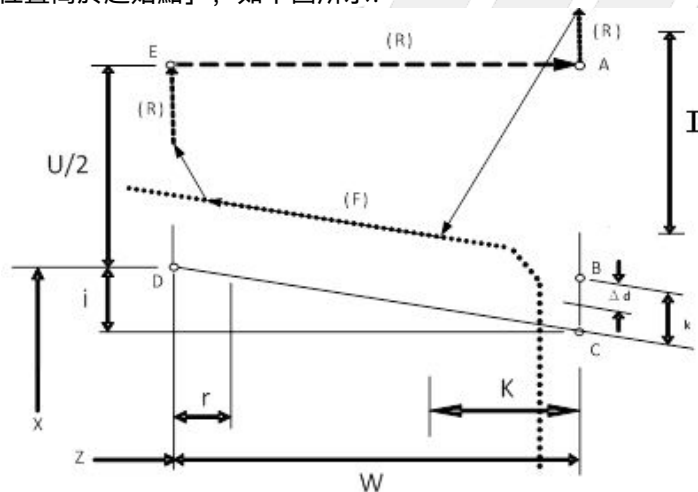


- 循環前先將刀具快速定位至A點(起始點)

2. 起始點A快速進給率到斜向進刀高度B點，斜向進刀到工件切削面F點，進行車削循環。
3. 執行G78.2後，切削刀具將沿著A→B→F→G→H→E→A，依每一回進刀量進給設定，完成粗車削螺紋。
4. 粗車完成後，依所設精車預留量及精車次數之值，依次作等面積切削，完成螺紋之精車。
5. 最後一刀結束，刀具停留在A點，等待下一循環的切削。

2.59.3 注意事項

1. 10.114.56E/10.116.0E/10.116.5(含)之後，主軸倍率全程鎖定為進入車牙循環時的倍率設定。也就是說，車牙循環中倍率旋扭控制無效，直到離開車牙循環。
2. 承上，10.114.56E/10.116.0E/10.116.5之前，主軸倍率在進刀時鎖定為100%；退刀時則回復成倍率旋扭控制，因此若在主軸倍率不為100%下進行車牙，將出現主軸頻繁加減速之情形。
3. 使用G78.2指令，請正確設定斜向進刀高度I和斜向進刀長度K，如果指令沒有給定，則參考參數4046與4047；當參數4046與參數4047任一者為0時，將觸發MACRO警報19「螺紋進刀沒有指定長度或高度」。
4. 如使用兩個G78.2指令連續切兩段牙，除了設定斜向進刀高度I和斜向進刀長度K外，第二段牙的加工程序要滿足以下條件：
 - a. Z軸進刀點座標需要等於pitch的正整數倍
 - b. 第一次退尾無效牙與第二次進刀無效牙兩者距離需為pitch的正整數倍（參考范例2）。
5. 如果進刀長度加上退刀長度超過Z軸總移動量，將觸發MARCO警報20「螺紋進刀/退刀倒角長度超過Z軸總移動量」。
6. 如果X軸方向的進刀位置高於起始點，為避免刀具和工件干涉，將觸發MARCO警報21「螺紋X軸方向進刀位置高於起始點」，如下圖所示：

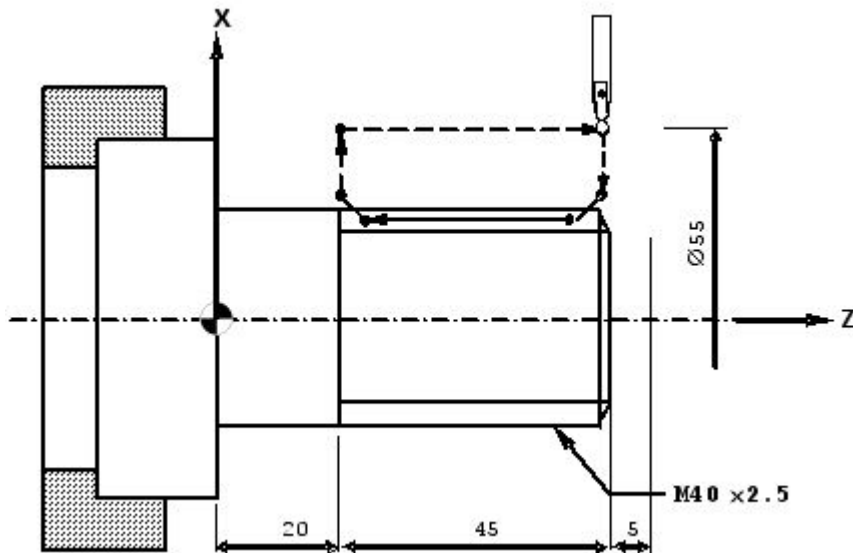


7. 10.118.12D(含)之後的版本，極速車牙下，退尾的規畫改為會參考PR4018退刀角度，加工品質會優於高速車牙和一般車牙。
8. 車牙斷屑功能
 - a. 控制器10.118.28E開始支援，需搭配新代中空磁環才能夠啟動，透過D引數開放
 - b. 於精車段不啟動。
 - c. 於以下加工條件，支援車牙斷屑功能：
 - i. 車牙模式：
 1. 一般車牙模式
 2. 高速車牙模式
 3. 極速車牙模式
 - ii. 加工方向：
 1. 平行螺紋
 2. 錐度螺紋
 - iii. 線程：
 1. 單線螺紋
 - iv. 進刀方向：

1. 單邊進刀
- d. 於以下任一加工條件成立時，不支援車牙斷屑功能：
 - i. 多線螺紋、左右進刀

2.59.4 程式范例1

可比較G21(螺紋車削循環)之范例1，三線螺紋

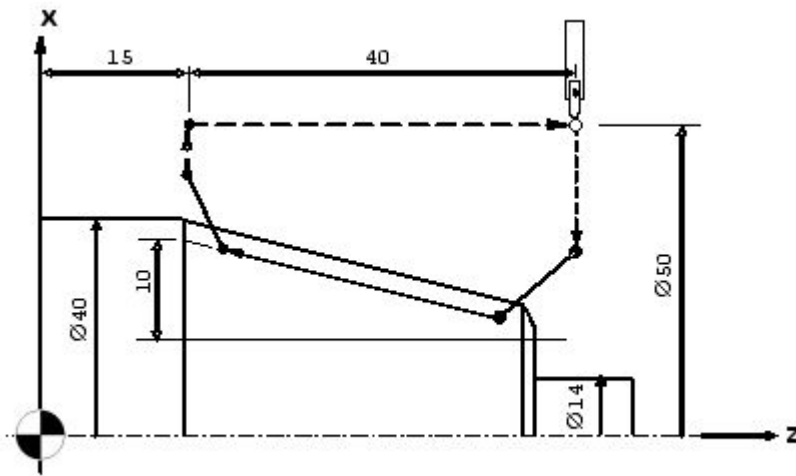


```
T03; //使用3號刀具
G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
G00 X50.0 Z70.0; //快速定位至循環起始點
M08; //打開切削劑
G78.2 P011060 Q0.15 R0.02 I2.0 K1.0;
//執行复合型螺紋切削固定循環，精車次數 1 次，退刀長度 = 導程，進刀高度 2 mm，進刀長度 1 mm，牙角為
60 度，最小切削深度 0.15 mm，精車預留量 0.02 mm
G78.2 X36.75 Z20.0 R0.0 P1.624 Q1.0 H3 F2.5;
//复合型螺紋切削固定循環，半徑差為 0 mm，螺紋深度 1.624 mm，第一刀進刀量為 1.0 mm，螺紋導程 2.5
mm，車削三線螺紋
G28 X60.0 Z75.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

SYNTEC

2.59.5 程式范例2

可比較G21(螺紋車削循環)之范例2，單線螺紋，Pitch = 2.5 mm



```
T03; //使用3號刀具
G97 S600 M03; //轉數一定，正轉 600 rpm
G00 X50.0 Z55.0; //快速定位至循環起始點
M08; //打開切削劑
G78.2 P011060 Q0.15 R0.02 I2.0 K1.0;
//執行复合型螺紋切削固定循環，精車次數 1 次，退刀長度 = 導程，進刀高度 2 mm，進刀長度 1 mm，牙角為
60 度，最小切削深度 0.15 mm，精車預留量 0.02 mm
G78.2 X36.75 Z15.0 R-10.0 P1.624 Q1.0 F2.5;
//复合型螺紋切削中段進刀固定循環，半徑差為 10.0 mm，螺紋深度 1.624 mm，第一刀進刀量為 1.0 mm，螺紋
導程 2.5 mm，車削單線螺紋
G28 X60.0 Z70.0; //快速至指定之中間點然後回歸至機械原點
M09; //關閉切削劑
M05; //主軸停止
M30; //程式結束
```

2.59.6 程式范例3

車20mm長度的圓棒材，使用兩個G78.2連續切兩段牙（牙距2mm，角度60）。第一段從Z2到Z-12。第二段從Z-6到Z-20。

```
1. 加工程序:
T0404 //使用4號刀具
M03 S1500 //主軸正轉 1500 rpm
M98 H11 //呼叫副程式，從 N11 開始
M98 H12 //呼叫副程式，從 N12 開始
M30
```

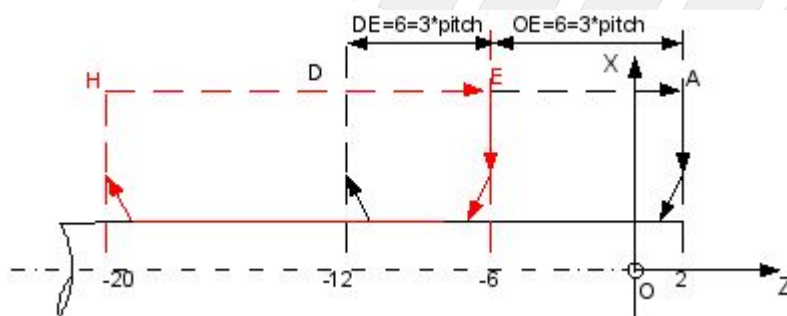
```
N11
G0X50. Y0. //快速移動至循環起始點
Z2. //第一段進刀點 Z2
G78.2 P010560 Q0.1 R0.02;
//執行复合型螺紋切削中段進刀固定循環，精車次數 1 次，退刀長度 = 0.5 導程，進刀高度 1.732 mm，
```

進刀長度 = 0.5 導程，牙角為 60 度，最小切削深度 0.1 mm，精車預留量 0.02 mm
G78.2 X14.85 Z-12. P0.6 Q0.2 F2.0; //第一段螺紋車削循環，退刀點 Z-12.0
//复合型螺紋切削中段進刀固定循環，螺紋深度 1.624 mm，第一刀進刀量為 0.2 mm，螺紋導程 2.0 mm，車削單線螺紋
M99

N12
G0X50. Y0. //快速移動至循環起始點
Z-6. //第二段進刀點 Z-6.0
G78.2 P010560 Q0.1 R0.02;
//執行复合型螺紋切削中段進刀固定循環，精車次數 1 次，退刀長度 = 0.5 導程，進刀高度 1.732 mm，
進刀長度 = 0.5 導程，牙角為 60 度，最小切削深度 0.1 mm，精車預留量 0.02 mm
G78.2 X14.85 Z-20. P0.6 Q0.2 F2.0; //第二段螺紋車削循環，退刀點 Z-20.0
//复合型螺紋切削中段進刀固定循環，螺紋深度 1.624 mm，第一刀進刀量為 0.2 mm，螺紋導程 2.0 mm，車削單線螺紋
M99

2. 參數設定

Pr4018= 60 //車牙刀角度
Pr4046= 1000 //0.5pitch= 1mm (單位: LIU)
Pr4043= 5 //0.5pitch (單位: 0.1牙距)
Pr4047=1732 //Pr4046*tan60 (單位: LIU)



2.60 G90/G91: 絕對/增量指令(C-Type)

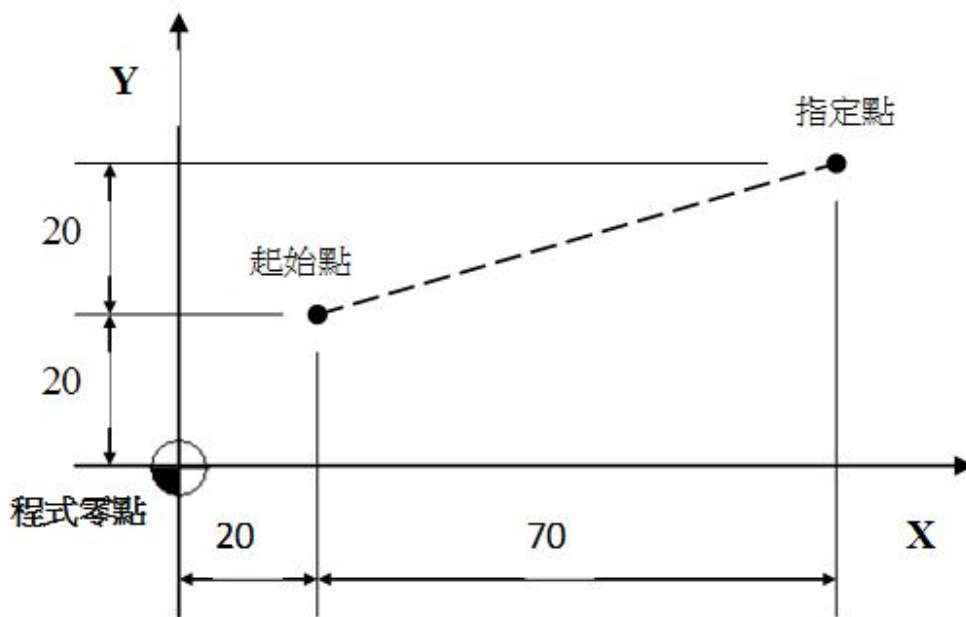
指令格式

G90;
G91;

2.60.1 說明

G90: 絕對座標設定。
G91: 增量座標設定。

2.60.2 程式范例



1. 方式一 (絕對值) : G90 G00 Z90.0 X40.0;
//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 Z70.0 X20.0;
//以指定點和起始點之差值, 做直線切削至指定點

2.61 G98/G99: 鉗孔復歸位置(初始點/R點)(C-Type)

指令格式

G98;
G99;

2.61.1 說明

G98: 鉗孔復歸初始點。

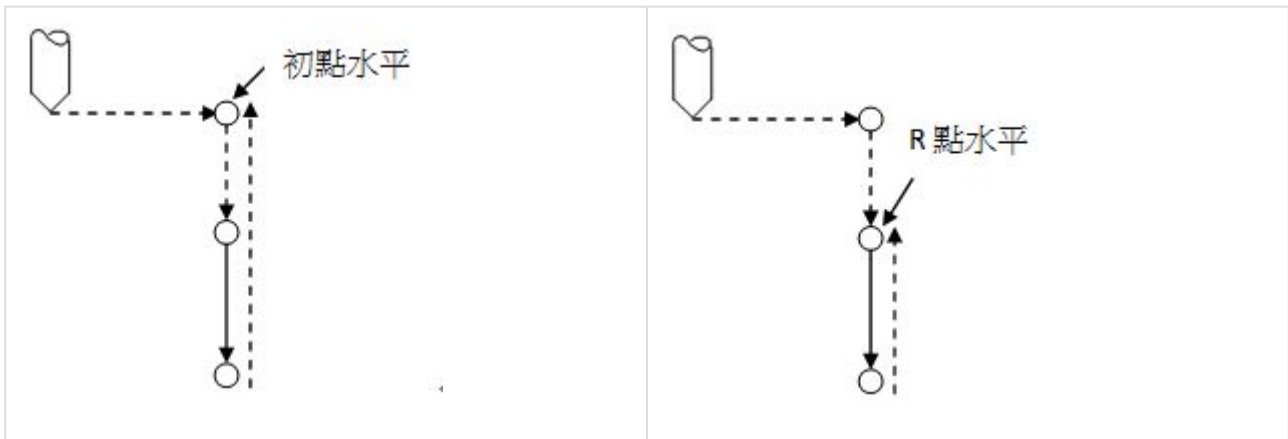
G99: 鉗孔復歸R點。

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的方式進行鉗孔加工動作, 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



2.62 G02/G03-螺旋插補(C-type)

2.62.1 指令格式

1.

$$G17 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} X_ Y_ \left\{ \begin{array}{l} R_ \\ I_ J_ \end{array} \right\} Z_ F_ ;$$

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

2.

$$G18 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} X_ Z_ \left\{ \begin{array}{l} R_ \\ I_ K_ \end{array} \right\} Y_ F_ ;$$

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

3.

$$G19 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} Y_ Z_ \left\{ \begin{array}{l} R_ \\ J_ K_ \end{array} \right\} X_ F_ ;$$

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

2.62.2 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。

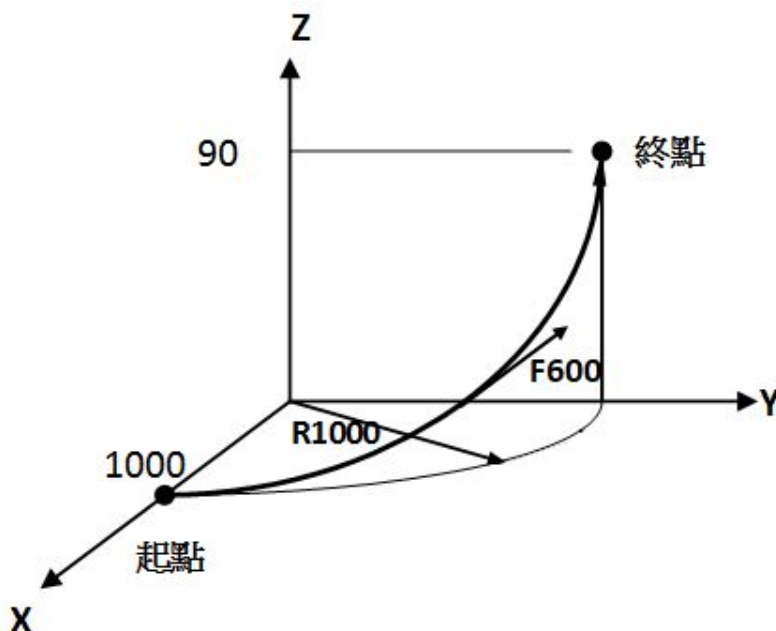
G18模式：Z-X平面為圓弧插補平面，Y軸直線插補軸。

G19模式：Y-Z平面為圓弧插補平面，X軸直線插補軸。

2.62.3 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作警報範圍的調整。

2.62.4 程式范例



程式說明：

```
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
```

2.63 G31.10/G31.11：多軸多訊號跳越機能(C-type)

2.63.1 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

2.63.2 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。

2.63.3 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於接近，可能導致偶發G31.11單節先走完，PLC才掃描到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引數不可小於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)

2.63.4 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

開放的軸向有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的值为 $2^3+2^4=24$ 。

功能	G31.10 & G31.11					
開放的軸向(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

開放的軸向有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的值为 $2^3+2^4+2^5=56$ 。

功能	G31.10 & G31.11					
開放的軸向(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的值为 $2^3+2^4+2^5=56$ 。

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

2.64 G52.1/G52.2-軸移除/軸借用功能(C-Type)

2.64.1 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。

J₁: 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。

K₁: 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)。

2.64.2 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。

2.64.3 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。

2.64.4 程式範例

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
<pre>// 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;</pre>	<pre>// 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;</pre>

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;
```



SYNTEC

3 M碼指令說明(C-type)

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	程序暫停
M01	選擇性程序暫停
M02	程序結束，回復到起點
M03	主軸起動(順時鐘)
M04	主軸起動(逆時鐘)
M05	主軸停止
M06	刀具交換
M08	切削液開啟
M09	切削液關閉
M10	夾頭鎖固
M11	夾頭松開
M19	主軸定位，使主軸停止固定於一設定位置上
M30	程序結束，回復到起點
M96	中斷型副程序呼叫功能 啟動
M97	中斷型副程序呼叫功能 關閉
M98	呼叫副程序
M99	副程序返回主程序

M198

呼叫外部副程序功能

3.1 M00- 程序暫停(M00)(C-type)

當CNC執行M00指令時，加工程序會暫停執行；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。

3.2 選擇性程序暫停(M01)(C-type)

M01功能與M00類似；但是M01是由"選擇停止"來控制；當開關放在ON時，M01有效，會使程式暫停；若開關放在OFF時，則M01無效。

3.3 程序結束(M02)(C-type)

在主程序的結尾若有M02指令。當CNC執行到此指令時，機器會停止所有的動作，若要重新執行程序時，必須先按下"RESET"鍵，再按"程序啟動"才能夠有效。

3.4 主軸順時鐘方向旋轉(M03)(C-type)

M03指令可使主軸作順時鐘方向旋轉，與S機能一起使用，讓主軸依設定轉速作順時鐘方向旋轉。

3.5 主軸逆時鐘方向旋轉(M04)(C-type)

M04指令可使主軸作逆時鐘方向旋轉。

3.6 主軸停止(M05)(C-type)

M05指令系使主軸停止，一般主軸在旋轉時想要變換其高、低速檔時，或想要變換正、反轉時，要使用M05讓主軸先停止旋轉，再變換其它動作

3.7 刀具交換(M06)(C-type)

M06指令可執行刀具交換指令，此指令不包括刀具選擇，必須配合T機能一齊使用。

3.8 切削液 啟動 關閉(M08)(M09)(C-type)

M08指令可使切削液啟動，M09指令可使切削液關閉。

3.9 主軸定位停止(M19)(C-type)

此指令使主軸在一設定的轉角位置上定位。

3.10 程序結束(M30)(C-type)

M30指令表示程序到此結束，程序執行至M30指令時所有的動作均停止執行，並將記憶回復到程序最前面開始位置。

3.11 中斷型副程序呼叫功能(M96/M97)(C-type)

3.11.1 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	<p>a. 中斷訊號為R49, 則下引數I1 Q4900</p> <p>b. 中斷訊號為R51.1, 則下引數I1 Q5101</p> <p>c. 中斷訊號為R50.11, 則下引數I1 Q5011</p> <p>d. 中斷訊號為A350, 則下引數I3 Q350</p>

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

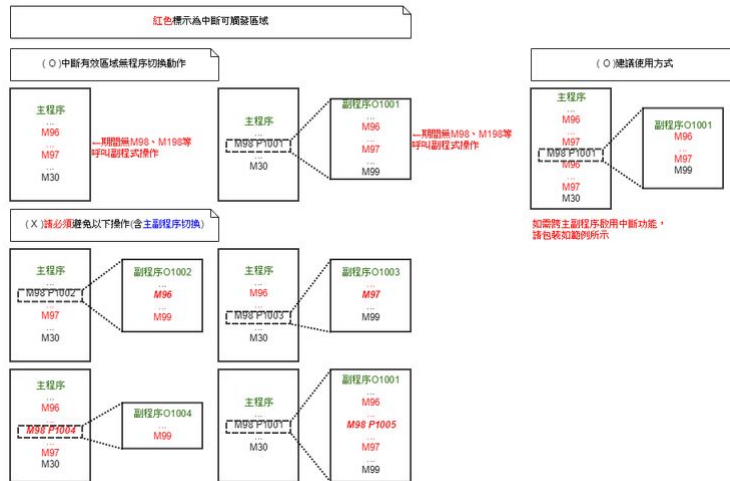
• 觸發訊號

- 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。

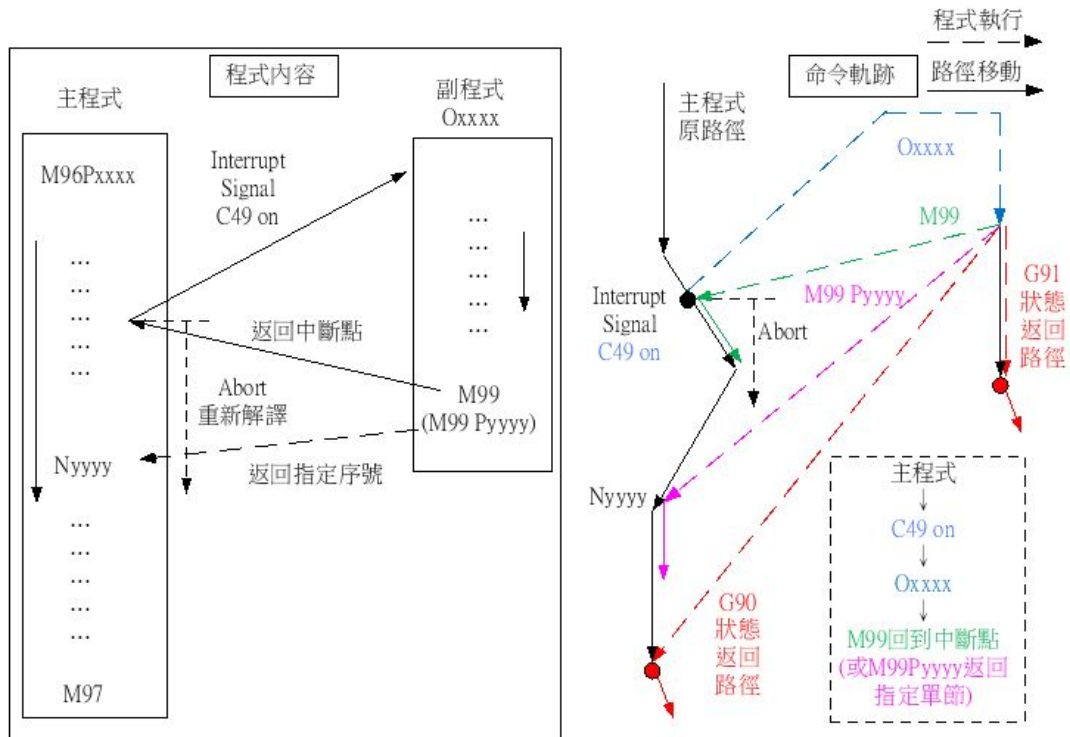
• 說明

- 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[_][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。

3.12 副程序控制(M98)(M99)(C-type)

1. M98: 副程序呼叫，需搭配M99使用
指令格式為M98 P_ H_ L_
P: 欲呼叫的副程序號碼(當P省略時，是指定程序本身，並且只能於記憶運轉或MDI運轉模式時)
H: 欲呼叫的副程序序號(N) (省略時，從前面開始)
L: 為副程序重覆執行的次數
 - 說明
 - i. 副程序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，可以用主程序呼叫。副程序的呼出由M98執行，結束則是以M99執行。
 - ii. 副程序中若執行M02、M30指令視同副程序結束，回歸主程序繼續往下執行。
 - iii. 無法被登錄為Pr3804工件計數的M碼。
2. M99: 返回主程序
指令格式為M99 P_
P: 表示副程序結束後返回主程序時的執行單節序號(N)，P引數不存在則表示返回主程序時，從M98或M198的下一行繼續加工。

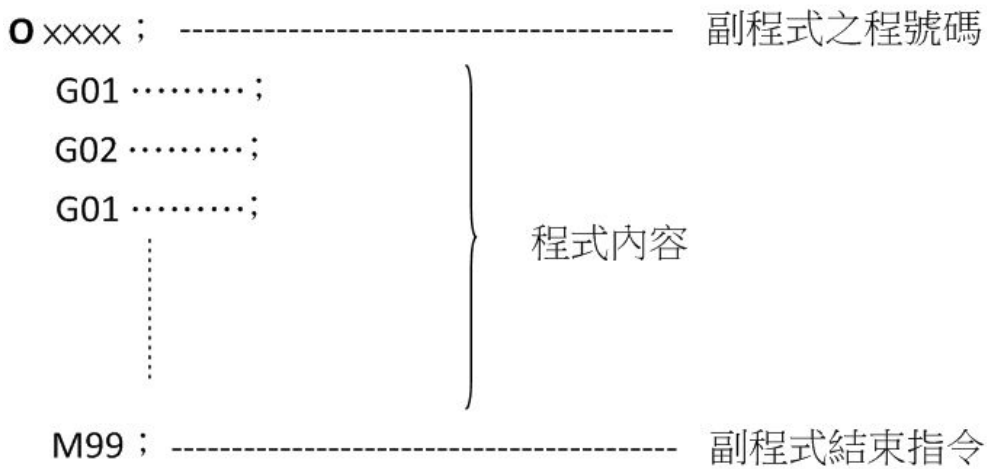
3.13 呼叫外部副程序功能(M198)(C-type)

1. M198: 呼叫外部副程式功能，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
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. 解譯到此指令後，將強迫重新讀取檔案一次，可保證執行的副程式檔案是解譯執行M198時的最新狀態。
 - ii. 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M198執行，結束則是以M99執行。
 - iii. 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。
 - 注意事項

- i. M198被(參數3601~3610)登錄為M碼呼叫宏程序功能時，開檔功能無效
 - ii. M198只能呼叫檔案型式的副程式，沒下P引數時發出警報COR-52
 - iii. 由於M198重新開檔是預解作業，若需要控制預解可以配合使用WAIT()
2. M99: 返回主程式
指令格式為M99 P_
- P: 表示副程式結束後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。

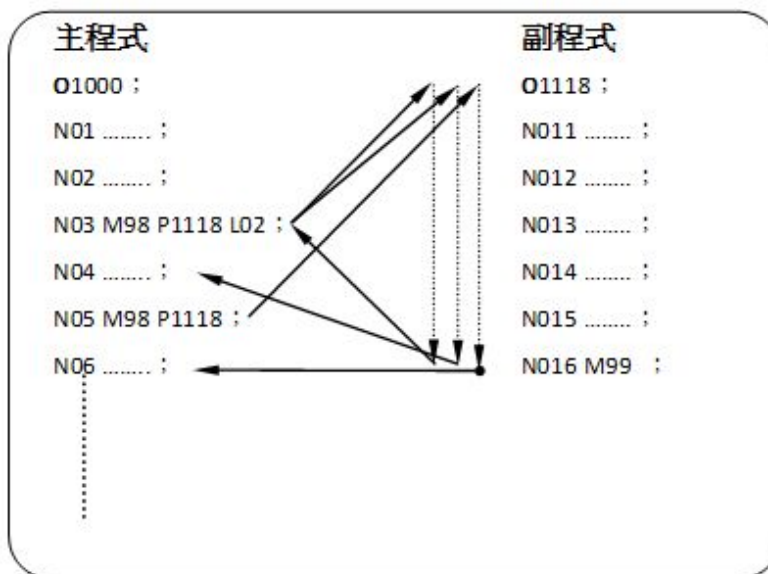
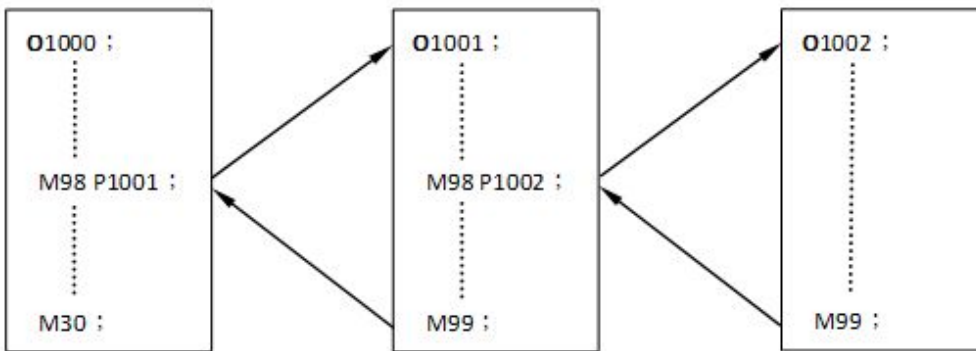
3.14 副程序之制作與執行(C-type)

3.14.1 一般副程序之程序格式如下(C-type)



SYNTEC

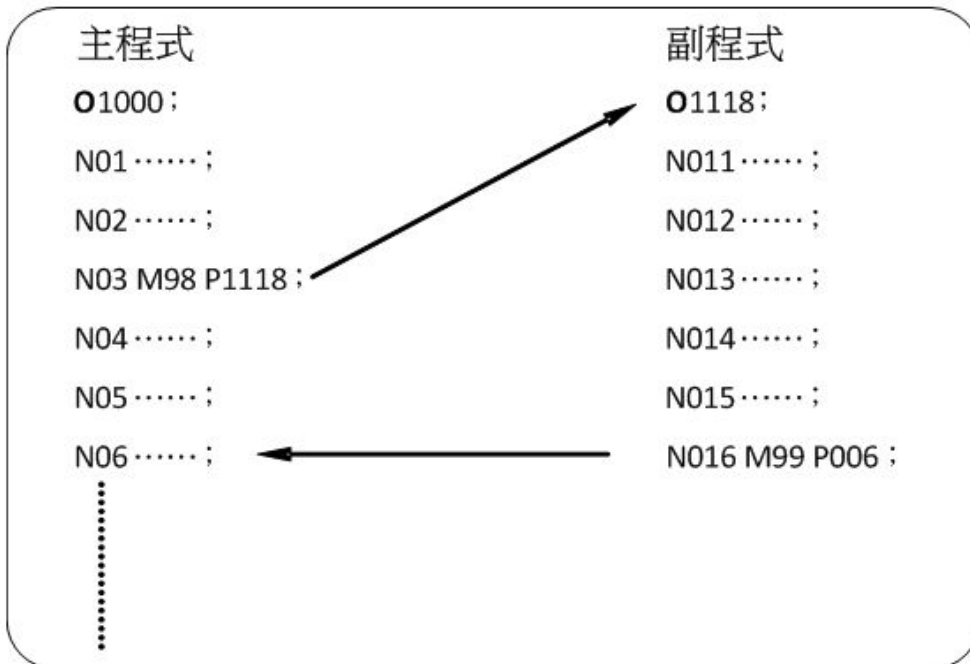
3.14.2 主程序配合副程序呼叫指令，執行順序(C-type)



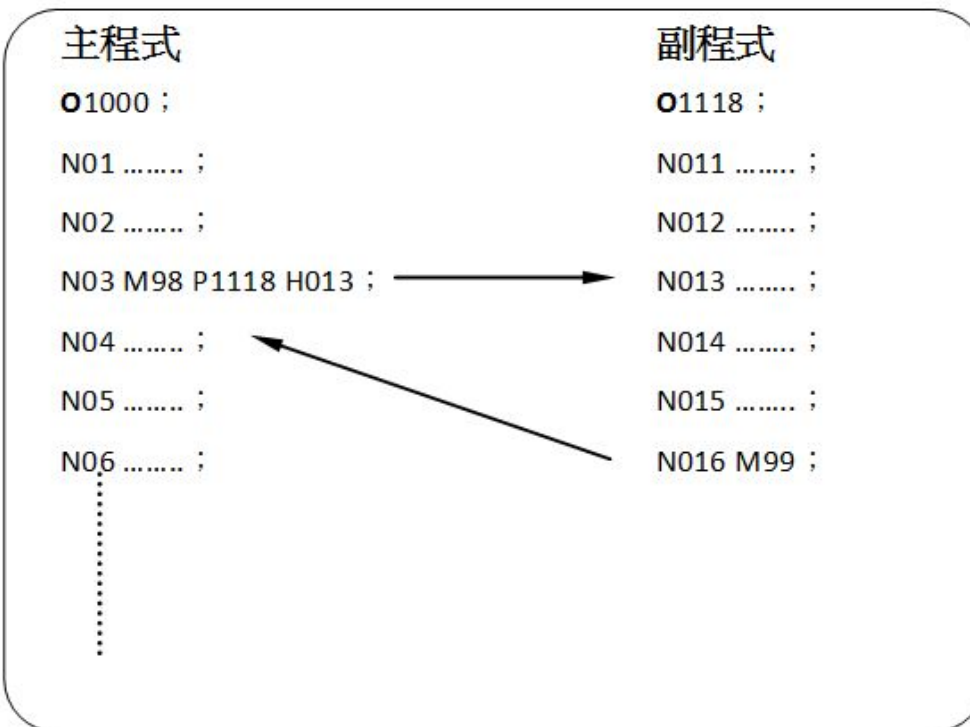
3.15 副程序之特殊用法(C-type)

(1) 副程式除了上述之執行方法，尚可於最後結束單節指令M99之後，附加P_指令，則此程式執行完畢後，將回到主程式，執行P_指令之順序號碼所在之單節

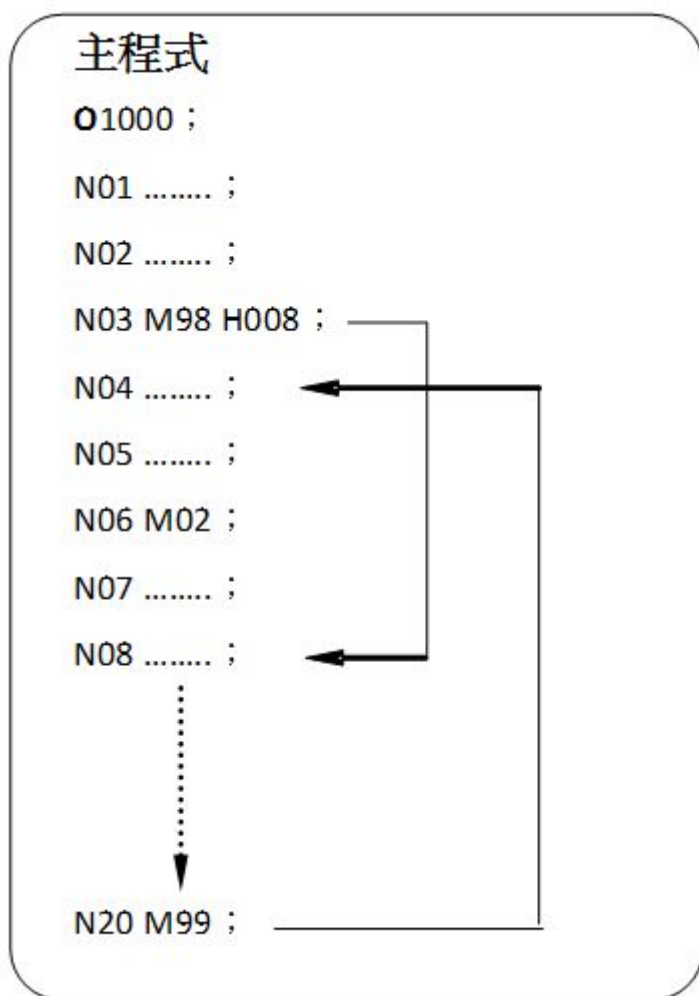
SYNTEC



(2) 副程式更可在M98之內，下過P_指令，再下H_指令，來執行P指定的副程式內，由H_指定的順序號碼開始執行，這樣寫一副程式便可做多種用途，節省多開副程式之檔案，免除占用記憶體空間



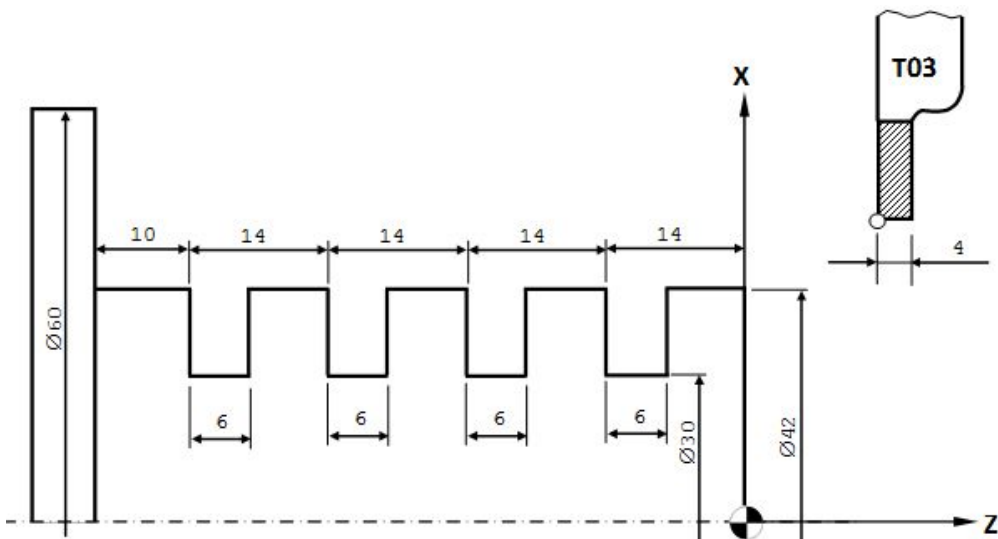
(3) 副程式在M98之內，若沒有下P_指令，而只有下H_指令，呼叫結果，便是執行主程式H_指令所指定的單節號數開始執行，執行後到M99自動返回M98之下一單節繼續執行程式



3.15.1 范例(C-type)

切槽加工，利用“副程式呼叫”執行重覆加工

SYNTEC



(1). 寫法一： M98單節內有下P指令

* 主程式.

T03; //使用三號刀具

G97 S710 M03; //主軸轉速一定，正轉 710 rpm

M08; //開啟切削劑

G00 X45.0 Z-12.0; //快速定位至第一溝槽之上方

M98 P1234 H102 L4; //呼叫序號“O1234”之副程式，從其序號

//N102之單節開始執行，執行4次

G28 X80.0 Z80.0; //快速移動至指定中間點，再回歸至機械原點

M09; //關閉切削劑

M05; //主軸停止

M30;

* 副程式.

O1234

G00 X45.0 Z-12.0;

G01 X30.0 F200; 從此單節開始

//直線切削至槽底，進給率 200 μ m/rev

G00 X45.0; //快速退刀至起始位置

W-2.0; //快速向Z軸負方向移動2mm

G01 X30.0; //再直線切削至槽底

G00 X45.0; //快速退刀至起始位置

W-12.0; //快速向Z軸負方向移動12mm，等待下一槽的

//切削

M99; //返回主程式

(2). 寫法二: M98單節內沒有下P 指令

* 主程式.

T03; //使用三號刀具

G97 S710 M03; //主軸轉速一定, 正轉 710 rpm

M08; //開啟切削劑

G00 X45.0 Z-12.0; //快速定位至第一溝槽之上方

M98 H0010 L4; //從其主程式序號N0010之單節開始執行,

//執行4次

G28 X80.0 Z80.0; //快速移動至指定中間點, 再回歸至機械原點

M09; //關閉切削劑

M05; //主軸停止

M02; //程式結束

G01 X30.0 F200; 執行M98後從此單節開始

//直線切削至槽底, 進給率 200 μ m/rev

G00 X45.0; //快速退刀至起始位置

W-2.0; //快速向Z軸負方向移動2mm

G01 X30.0; //再直線切削至槽底

G00 X45.0; //快速退刀至起始位置

W-12.0; //快速向Z軸負方向移動12mm, 等待下一槽的

//切削

M99; //返回M98之下一單節N006

切槽加工, 利用“副程式呼叫”執行重覆加工

(1). 寫法一: M98單節內有下P指令

* 主程式.

T03; //使用三號刀具

G97 S710 M03; //主軸轉速一定, 正轉 710 rpm

M08; //開啟切削劑

G00 X45.0 Z-12.0; //快速定位至第一溝槽之上方

M98 P1234 H102 L4; //呼叫序號“O1234”之副程式, 從其序號

//N102之單節開始執行, 執行4次

G28 X80.0 Z80.0; //快速移動至指定中間點, 再回歸至機械原點

M09; //關閉切削劑

```
M05;          //主軸停止
M30;

* 副程式.
O1234
G00 X45.0 Z-12.0;
G01 X30.0 F200; β從此單節開始
                //直線切削至槽底，進給率 200μm/rev
G00 X45.0;      //快速退刀至起始位置
W-2.0;         //快速向Z軸負方向移動2mm
G01 X30.0;      //再直線切削至槽底
G00 X45.0;      //快速退刀至起始位置
W-12.0;        //快速向Z軸負方向移動12mm，等待下一槽的
                //切削
M99;           //返回主程式
```

(2). 寫法二：M98單節內沒有下P_指令

* 主程式.

```
T03;          //使用三號刀具
G97 S710 M03; //主軸轉速一定，正轉 710 rpm
M08;          //開啟切削劑
G00 X45.0 Z-12.0; //快速定位至第一溝槽之上方
M98 H0010 L4;  //從其主程式序號N0010之單節開始執行，
                //執行4次
G28 X80.0 Z80.0; //快速移動至指定中間點，再回歸至機械原點
M09;          //關閉切削劑
M05;          //主軸停止
M02;          //程式結束
G01 X30.0 F200; β執行M98後從此單節開始
                //直線切削至槽底，進給率 200μm/rev
G00 X45.0;      //快速退刀至起始位置
W-2.0;         //快速向Z軸負方向移動2mm
G01 X30.0;      //再直線切削至槽底
G00 X45.0;      //快速退刀至起始位置
```

```
W-12.0; //快速向Z軸負方向移動12mm，等待下一槽的  
//切削  
M99; //返回M98之下一單節N006
```



SYNTEC

4 附錄(C-type)

- 車床專用參數說明(C-type)
- 車床雙程式使用說明(C-type)
 - 與雙程式相關指令說明(C-type)
 - 與雙程式相關相關M_code(C-type)
 - 程式編輯注意事項(C-type)
 - 程式編輯(C-type)
 - 加工程式范例(C-type)
- 車床圖形輔助G碼說明(C-type)
 - 輔助G碼列表(C-type)
 - G73.1 橫向(外徑)粗車削循環 指令格式(C-type)
 - G74.1 徑向(端面)粗車削循環 指令格式(C-type)
 - G75.1 成形輪廓粗車削循環 指令格式(C-type)
 - G76.1 端面(Z軸)啄式加工循環 指令格式(C-type)
 - G77.1 橫向(X軸)啄式加工循環 指令格式(C-type)
 - G78.1 復合型螺紋切削固定循環 指令格式(C-type)

4.1 車床專用參數說明(C-type)

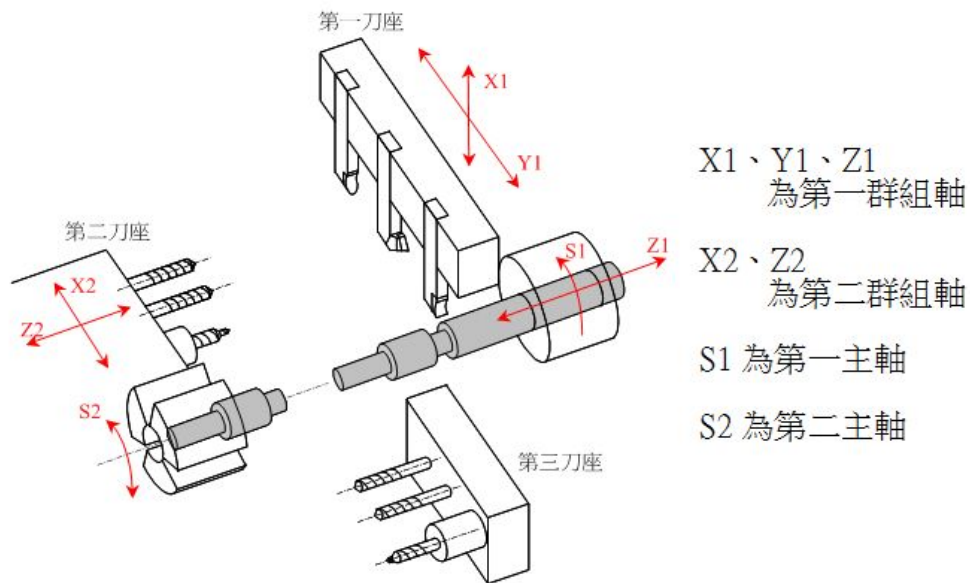
編號	說明	輸入範圍	單位	使用詳細說明
4001	啄鉗型態	[0,1]		0:高速;1:一般
4002	鉗孔循環退刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4003	設定攻牙R點暫停時間	[0,999999999]	ms	
4004	設定啄攻型態	[0,1]	-	
4005	設定啄攻退刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4006	設定攻牙循環退刀速度百分比	[100,300]	%	
4007	串列主軸攻牙前定位功能	[0,1]	-	
4008	高速鑽孔/攻牙模式	[0,1]	-	

編號	說明	輸入範圍	單位	使用詳細說明
4011	啄式車削退刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4012	車循環退刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4013	粗車循環每次進刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4014	設定粗車循環模式	[0,1]	-	
4015	成型粗車循環X方向進刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制模式影響。
4016	成型粗車循環Z方向進刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4017	成型車粗循環重覆次數	[1,999]	次	
4018	螺紋上升角度G21	[0,89]	度	
4019	鉗孔、攻牙、搪孔循環的Y軸是否為定位指令(0:否; 1:是)	[0,1]	-	
4020	G12.1X軸編程(0: 半徑軸,1: 直徑軸)	[0,1]	-	
4021	*主軸同期功能, 基礎主軸號碼	[0,6]	-	
4022	*主軸同期功能, 同期主軸號碼	[0,6]	-	
4023	*第二組主軸同期功能, 基礎主軸號碼	[0,6]	-	

編號	說明	輸入範圍	單位	使用詳細說明
4024	*第二組主軸同期功能，同期主軸號碼	[0,6]	-	
4025	*第三組主軸同期功能，基礎主軸號碼	[0,6]	-	
4026	*第三組主軸同期功能，同期主軸號碼	[0,6]	-	
4041	螺紋車削精修預留量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4042	螺紋車削螺牙角度	[0,29,30,55,60,80]	度	
4043	螺紋車削倒角量	[0,99]	0.1牙距	
4044	螺紋車削精修次數	[0,99]	次	
4045	螺紋車削最小進刀量	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
4051	復式切削循環,單方向遞增(減)誤差容許範圍(um)	[0,999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。

4.2 車床雙程式使用說明(C-type)

為節省加工時間，新代車床控制器可同時驅動兩組加工程式執行工件加工功能，此兩組程式可分別驅動兩組刀塔同時進行直線及圓弧補間軌跡控制，因此於程式執行時可同一時間對工件進行外徑及內徑車削加工，做到高效率的車削。



4.2.1 與雙程式相關指令說明(C-type)

\$1 → 此指令以後的程式內容為第一群組程式。

\$2 → 此指令以後的程式內容為第二群組程式。

第二群組程式必須以M99結尾。

G04.1 P_ → 同步指令，第一群組中的G04.1 P1與第二群組中的G04.1 P1會互相等待，直到同步後再繼續往下一單節執行。

同理；第一群組中的G04.1 P2與第二群組中的G04.1 P2會互相等待，直到同步後再繼續往下一單節執行。

4.2.2 與雙程式相關相關M_code(C-type)

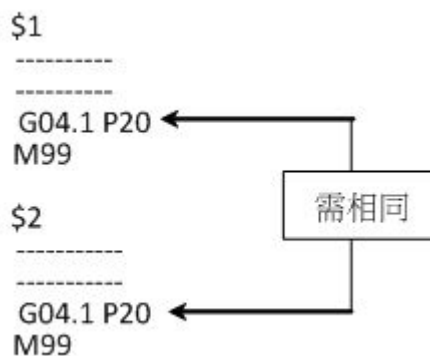
M碼	動作說明
M03	第一主軸正轉
M04	第一主軸反轉
M05	第一主軸停止
M63	第二主軸正轉
M64	第二主軸反轉

M碼	動作說明
M65	第二主軸停止
M70	指定第一主軸為第一群組主軸
M71	指定第二主軸為第一群組主軸

4.2.3 程式編輯注意事項(C-type)

1. 第一群組程式需以\$1開頭，第二群組程式需以\$2開頭，
2. 第一與第二群組程式中之G04.1 P_ 數量需相同，且P後面之數字須依照順序由小而大依序使用。
3. 程式結束之M30或M02請放在第一群組程式中，第二群組程式最後單節請一律編入M99。
4. 需自動重複加工數個工件時，請於第一群組程式最末端編入M99，但需注意為了讓第一與第二群組程式能同步反覆加工，必須於第一與第二群組之M99前編入相同之G04.1 P_ 碼。

例

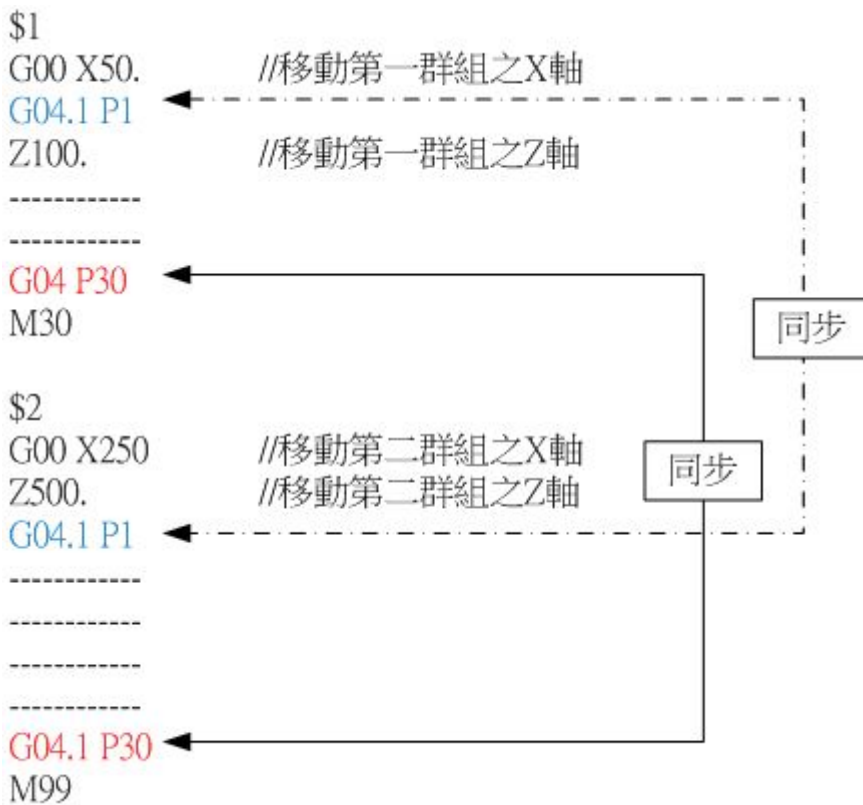


5. 設定為第二群組之軸向，僅能在第二群組程式中發G_code運動指令。設定為第一群組之軸向，如在第二群組程式中發G_code運動指令，該軸向不會運轉。
6. 第一與第二群組程式皆支援M_code、S_code及T_code指令動作。因此所有M_code、S_code及T_code可同時於第一與第二群組程式中正常執行。

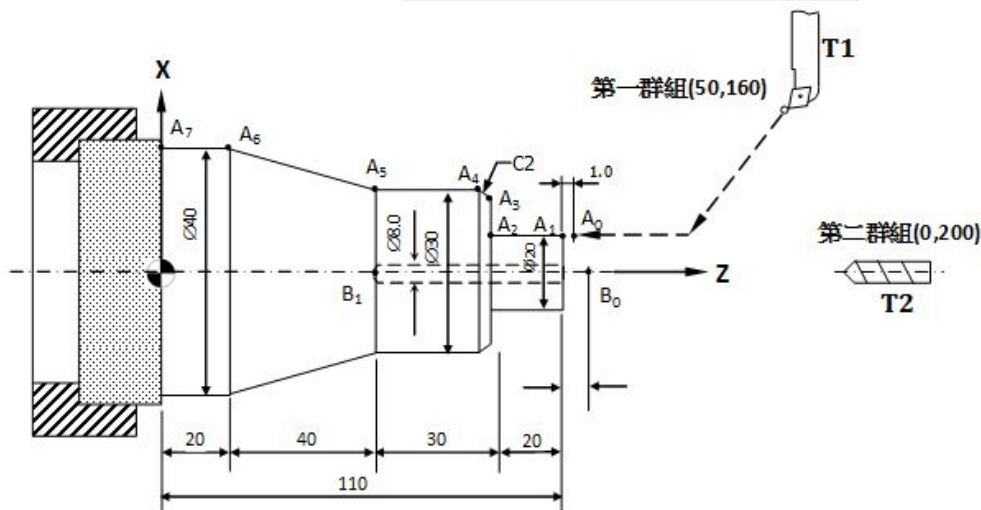
4.2.4 程式編輯(C-type)

開啟新檔并依照如下范例編寫加工程式

SYNTEC



4.2.5 加工程式范例(C-type)



\$1 //第一群組程式
 G92 X50.0 Z160.0 S10000; //程式原點設定，最高轉速10000 rpm
 T01; //使用1號刀具
 G96 S130 M03; //設周速一定，表面速度 130m/min,
 //主軸正轉
 M08; //打開切削劑
 G04.1 P1;

```
G00 X20.0 Z111.0; //快速定位至A0
G01 Z90.0 F0.6; //直線切削 A0→A2
X26.0; //A2→A3
X30.0 Z88.0; //A3→A4
Z60.0; //A4→A5
G04.1 P2;
X40.0 Z20.0; //A5→A6
Z0.0; //A6→A7
G00 X50.0; //快速退刀
Z160.0; //回到原點
G04.1 P3;
M05 M09; //主軸停止, 關掉切削劑
G04.1 P4;
M30; //程式結束

$2 //第二群組程式
G04.1 P1;
T02; //使用2號刀具
G04.1 P2;
G00 X0 Z120.; //快速定位至B0
G01 Z60. F0.5; //鑽頭進刀鑽孔B0→B1
G00 Z120.; //鑽頭退刀B1→B0
G04.1 P3;
G00 Z200.; //鑽頭退刀
G04.1 P4;
M99;
```

4.3 車床圖形輔助G碼說明(C-type)

車床圖形輔助G碼是使用程式編輯功能中的插入循環所產生的特殊G碼，例如手動撰寫G73時需下兩行指令，而插入循環自動產生的G碼僅能使用一行指令，因此合并兩行G73成為特殊G碼為G73.1。以下針對這類型特殊G碼介紹指令說明。(特殊G碼的對話式輸入僅在DOS人機中提供。)

4.3.1 輔助G碼列表(C-type)

- G73.1 橫向(外徑)粗車削循環
- G74.1 徑向(端面)粗車削循環
- G75.1 成形輪廓粗車削循環
- G76.1 端面(Z軸)啄式加工循環
- G77.1 橫向(X軸)啄式加工循環
- G78.1 复合型螺紋切削固定循環

4.3.2 G73.1 橫向(外徑)粗車削循環 指令格式(C-type)

```
G73.1 DΔd Xe P(ns) Q(nf) UΔu WΔw F___ S___ T___;
```

Δd: X軸方向每次切削深度, 可由系統參數#4013指定預設值

e: 退刀量, 可由系統參數#4012指定預設值

ns: 循環開始序號

nf: 循環結束序號

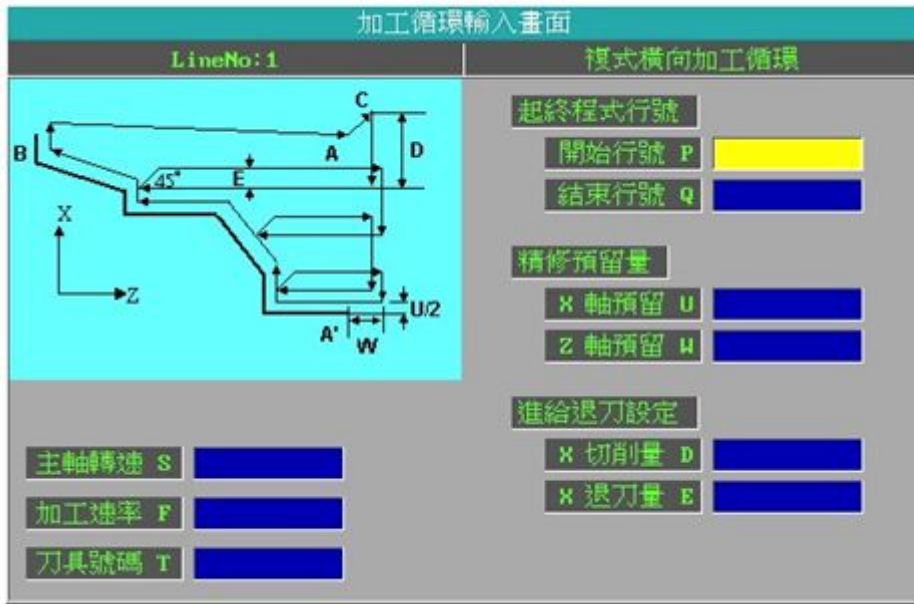
Δu : X軸(外徑)方向的精修預留量

Δw : Z軸(長度)方向的精修預留量

F: 進給速率

T: 刀具號碼

S: 主軸轉速設定



4.3.3 G74.1 徑向(端面)粗車削循環 指令格式(C-type)

G74.1 D_d E_e P_(ns) Q_(nf) U Δu W Δw F___ S___ T___;

d: Z軸方向每次切削深度, 可由系統參數#4013指定預設值

e: 退刀量, 可由系統參數#4012指定預設值

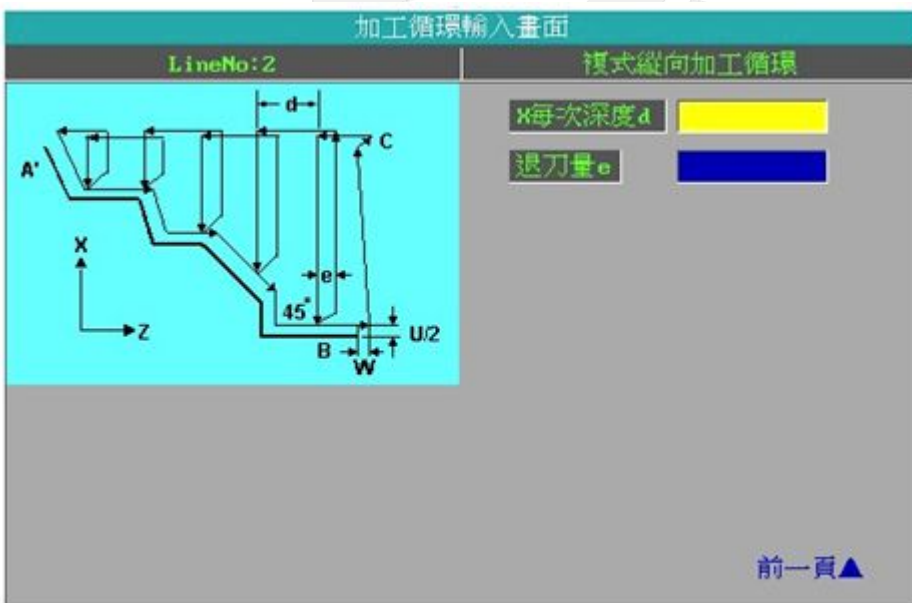
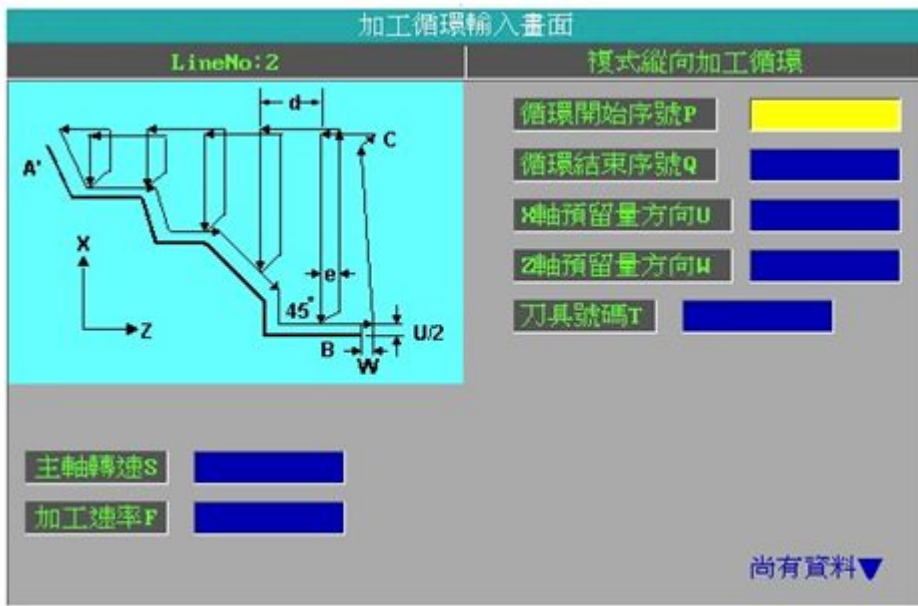
ns: 循環開始序號 **nf**: 循環結束序號

Δu : X軸(外徑)方向的精修預留量 **Δw** : Z軸(長度)方向的精修預留量

F: 進給速率 **T**: 刀具號碼

S: 主軸轉速設定

SYNTEC



4.3.4 G75.1成形輪廓粗車削循環 指令格式(C-type)

G75.1 X Δ i Z Δ k Dd_ P(ns) Q(nf) U Δ u W Δ w F___ S___ T___;

Δ i: X方向(外徑)之切削量, 可由系統參數#4015指定預設值

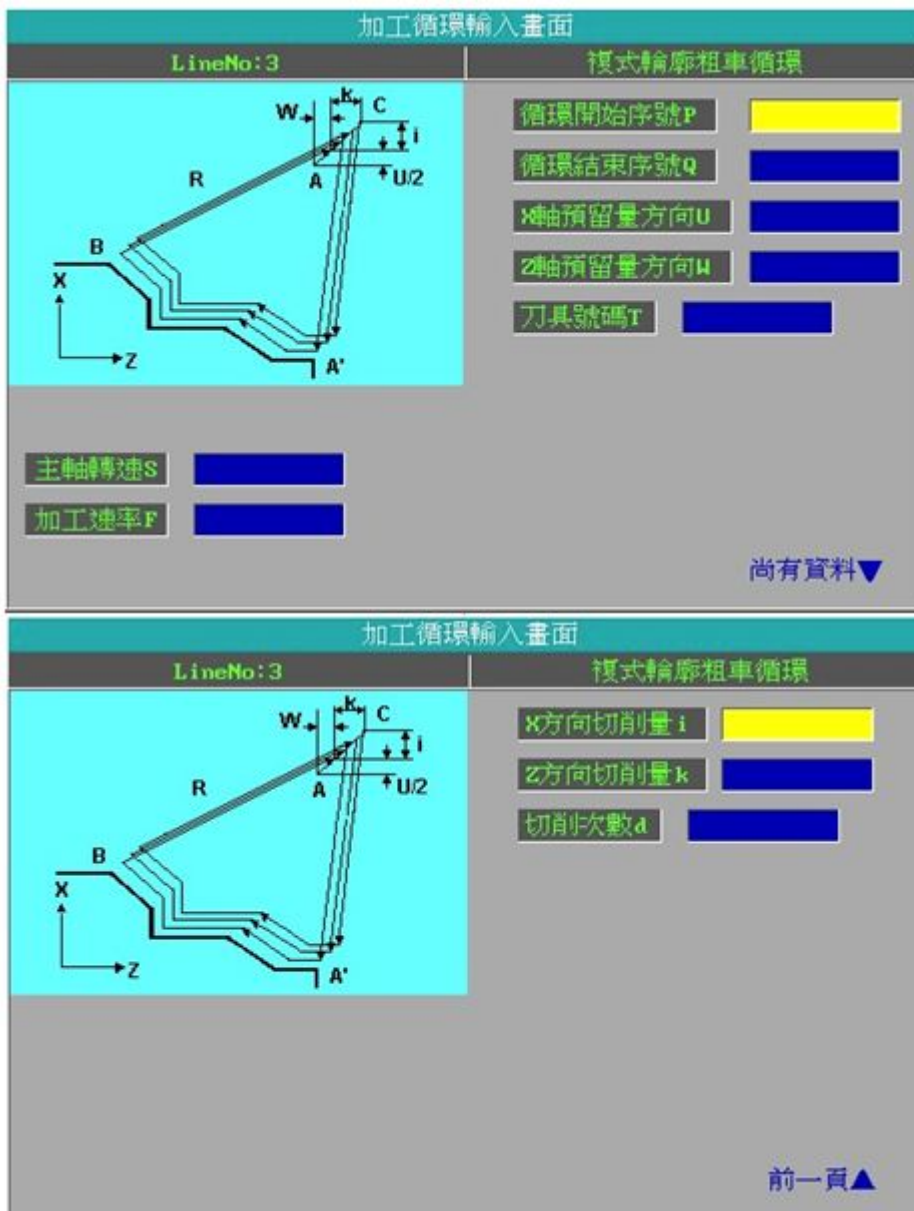
Δ k: Z方向(長度)之切削量, 可由系統參數#4016指定預設值

d: 切削分割次數, 可由系統參數#4017指定預設值

ns: 循環開始序號 **nf:** 循環結束序號

Δ u: X軸(外徑)方向的精修預留量 **Δ w:** Z軸(長度)方向的精修預留量

F: 進給速率 T: 刀具號碼
 S: 主軸轉速設定



4.3.5 G76.1端面(Z軸)啄式加工循環 指令格式(C-type)

G76.1 E_e X(U)_ Z(W)_ PΔi QΔk R_d F₋;

e: 退刀量(Z軸向切削 Δk 的退刀量) β 可由系統參數#4011設定

X: B點之X軸座標(直徑值)

Z: C點之Z軸座標

U: A點至B點之增量值 (直徑)

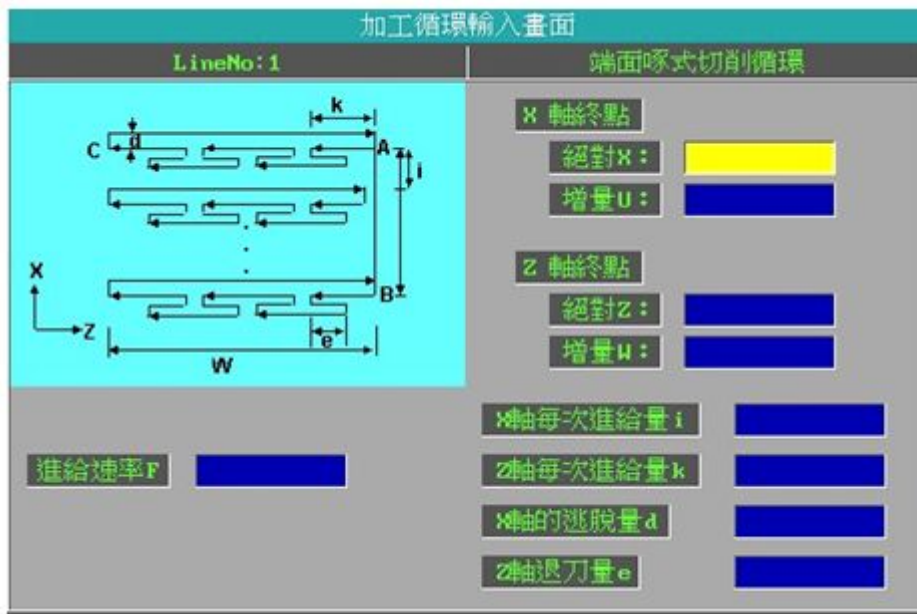
W: A點至C點之增量值

Δi : X軸每一回切削之移動長度(以半徑值表示, 正值)

Δk : Z軸每一回之切削深度(正值)

Δd : 切削至終點, X軸向之退刀量(原路徑退回則此值為零)

F: 進給率



4.3.6 G77.1橫向(X軸)啄式加工循環 指令格式(C-type)

G77.1 E e X(U)___ Z(W)___ P Δi Q Δk R Δd F___;

e: 退刀量(X軸向切削 Δi 後之退刀量) β 可由參數#4011設定

X: C點之X座標(直徑值)

Z: C點之Z座標

U: B點至C點之增量值(直徑)

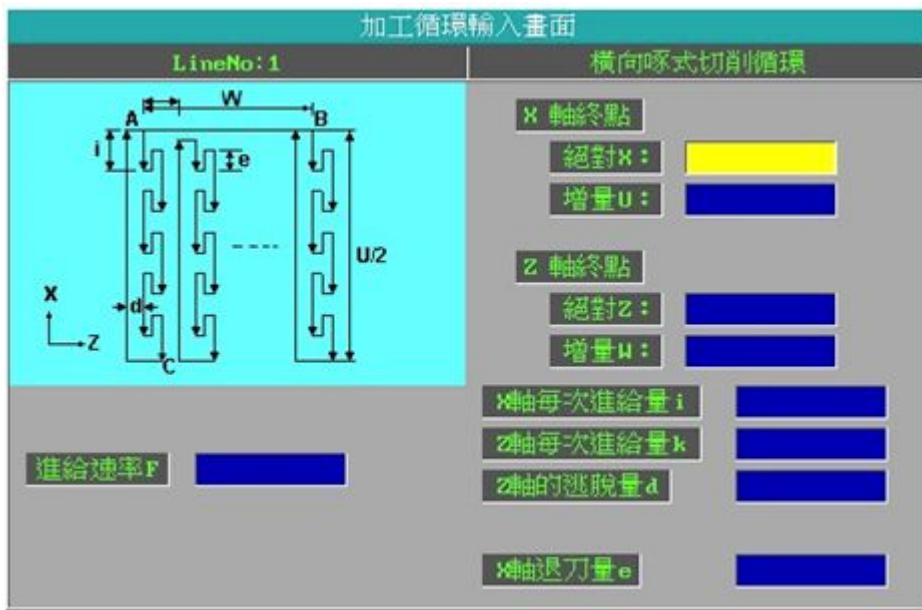
W: A點至B點之增量值

Δi : X軸每一回之切削深度(以半徑值表示, 正值)

Δk : Z軸每一回切削之移動長度(正值)

Δd : 切削至終點, Z軸向之退刀量(原路徑退回則此值為零)

F: 進給率



4.3.7 G78.1復合型螺紋切削固定循環 指令格式(C-type)

G78.1 Km Cr Aa D Δ min B_d_ X(U)_ Z(W)_ R Δ i P Δ k Q Δ d (F__ or E__);

m: 精車次數(1~99), 可由系統參數#4044號設定。

r: 倒角退刀長度, 當螺距以L表示時, 設定值可以從0.0L到9.9L, 單位為0.1L(兩位數00到99), 可由系統參數#4043號設定。

a: 刀尖角度, 可以選擇80°、60°、55°、30°、29°、0°, 也可由系統參數#4042號設定。

Δ min: 最小切削深度 Δ min, 可由系統參數#4045號設定

d: 精車預留量, 可由系統參數#4041號設定

X(U): 終點X軸座標(牙底)

Z(W): 終點Z軸座標(牙底)

Δ i: 螺紋半徑差

Δ k: 螺紋高度

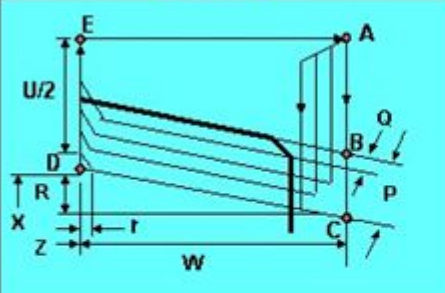
Δ d: 第一回切削深度

F: 公制螺紋導程(單位: mm/牙)

E: 英制螺牙導程(單位: 牙/inch)

加工循環輸入畫面

LineNo: 2 複合螺紋切削循環



X 軸終點

絕對X:

增量U:

Z 軸終點

絕對Z:

增量W:

主軸轉速S:

螺紋導程L:

公制F:

英制E:

斜螺牙高 R:

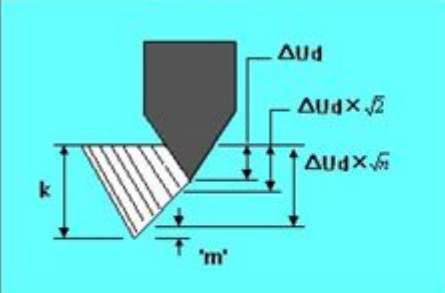
螺牙高度 P:

第一刀深度Q:

尚有資料▼

加工循環輸入畫面

LineNo: 2 複合螺紋切削循環



車牙持續參數 :

精車次數 M:

退刀導角 C:

刀尖角度 A:

最小切削 D:

精車預留 R:

前一頁▲

SYNTEC