

車床程式製作指令說明

一、G 碼指令說明

G 碼指令一覽表

功能名稱	Type A	頁數索引
直線快速定位	G00	3
直線補間、切削進給	G01	5
圓弧補間(順時鐘)	G02	7
圓弧補間(逆時鐘)	G03	7
暫停指定時間	G04	12
圓柱補間	G07.1	13
確實停止檢測	G09	15
可程式資料輸入	G10	16
啟動極座標補間	G12.1	18
取消極座標補間	G13.1	18
設定 X-Y 工作平面	G17	21
設定 Z-X 工作平面	G18	21
設定 Y-Z 工作平面	G19	21
英制單位加工	G20	22
公制單位加工	G21	22
參考點復歸	G28	23
從參考點復歸	G29	24
任意參考點回歸	G30	25
跳越機能	G31	26
螺牙切削	G32	28
刀具半徑補償消除	G40	35
刀具半徑左補償	G41	35
刀具半徑右補償	G42	35
座標系統設定/主軸最高轉速限制	G50	44
局部座標設定	G52	45
機械座標定位	G53	46
工作座標系統設定	G54~G59.9	47
單一巨集程式呼叫	G65	49
模式巨集程式呼叫	G66	50
模式巨集程式呼叫取消	G67	50
精車削循環	G70	52
橫向(外徑)粗車削循環	G71	56
徑向(端面)粗車削循環	G72	63
成形輪廓粗車削循環	G73	69
端面(Z 軸)啄式加工循環	G74	71
橫向(X 軸)啄式加工循環	G75	73
複合型螺紋切削固定循環	G76	75

功能名稱	Type A	頁數索引
鑽孔循環取消	G80	79
端面鑽孔循環	G83	81
端面攻牙循環	G84	84
端面搪孔循環	G85	86
側面鑽孔循環	G87	81
側面攻牙循環	G88	84
側面搪孔循環	G89	86
外徑/內徑車削循環	G90	88
螺紋車削循環	G92	92
端面車削循環	G94	96
等表面切削速度	G96	100
等表面切削速度取消	G97	100
每分鐘進給量(mm/min.)	G98	101
每轉進給量(mm/rev.)	G99	101

G00：直線快速定位**指令格式：**

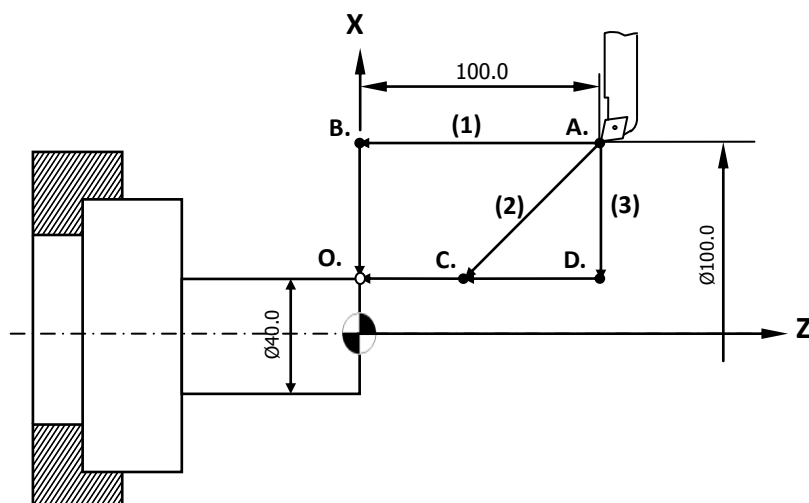
G00 X(U) ___ Z(W) ___ ；

X、Z：指定點位置（絕對值方式）

U、W：指定點位置（增量值方式）

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。

範例：**程式說明：**

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。

1. 絕對值方式：

(1). G00 Z0.0 ; // A. →B.
X40.0 ; // B. →O.

(2). G00 X40.0 Z0.0 ; //A. →C. →O.

(3). G00 X40.0 ; //A. →D.
Z0.0 ; //D. →C. →O.

2. 增量值方式：

G00 W-100.0； // A. →B.

U-60.0； // B. →0.

G00 U-60.0 W-100.0； //A. →C. →0.

G00 U-60.0； //A. →D.

W-100.0； // D. →C. →0.

3. 絕對值與增量值方式合併使用：

(1). G00 Z0.0； 或 G00 W-100.0；
 U-60.0； X40.0；

(2). G00 X40.0； 或 G00 U-60.0；
 W-100.0； Z0.0；

(3). G00 X40.0 W-100.0； 或 G00 U-60.0 Z0.0；

G01：直線切削

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)

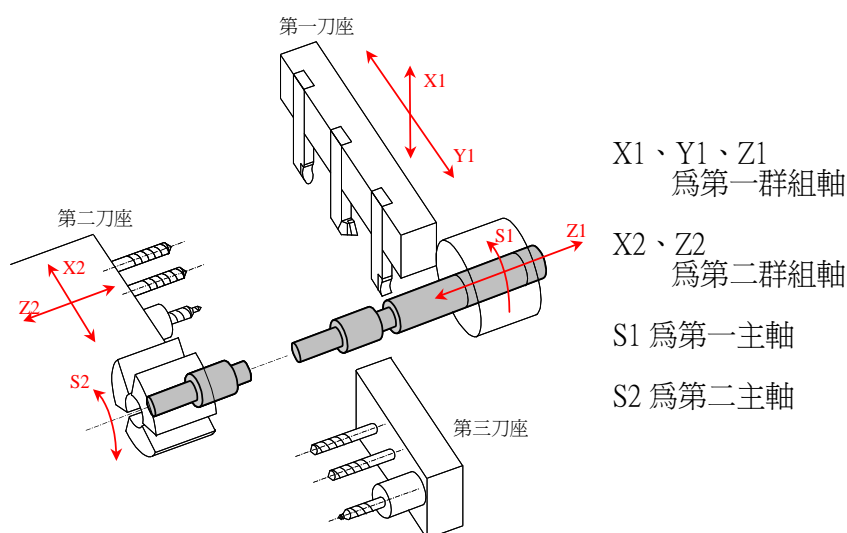
F：進給率 ※使用 G98：mm/min . in/min

使用 G99：mm/rev . in/rev ←系統開機預設值

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。

範例：



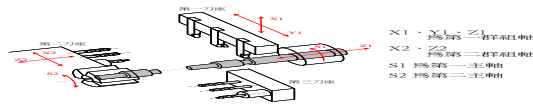
程式說明：

```
G50 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
G00 X20.0 Z111.0； //快速定位至指 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
```

G02、G03：圓弧切削

指令格式：



- 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

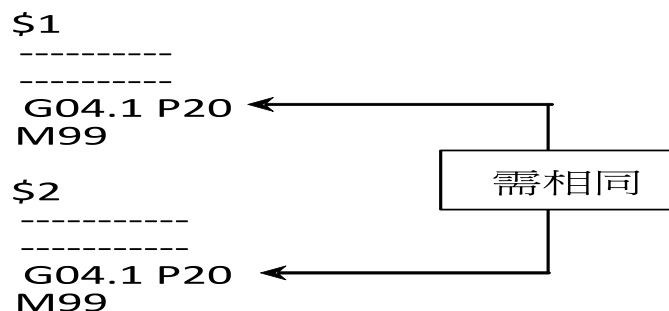
說明：

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：

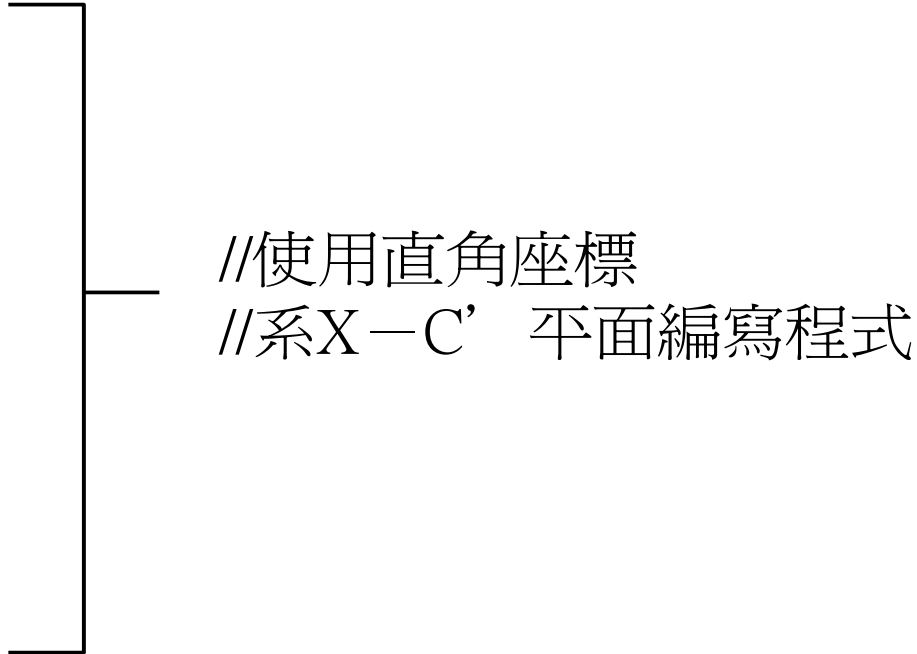
1. G02/G03 方向決定



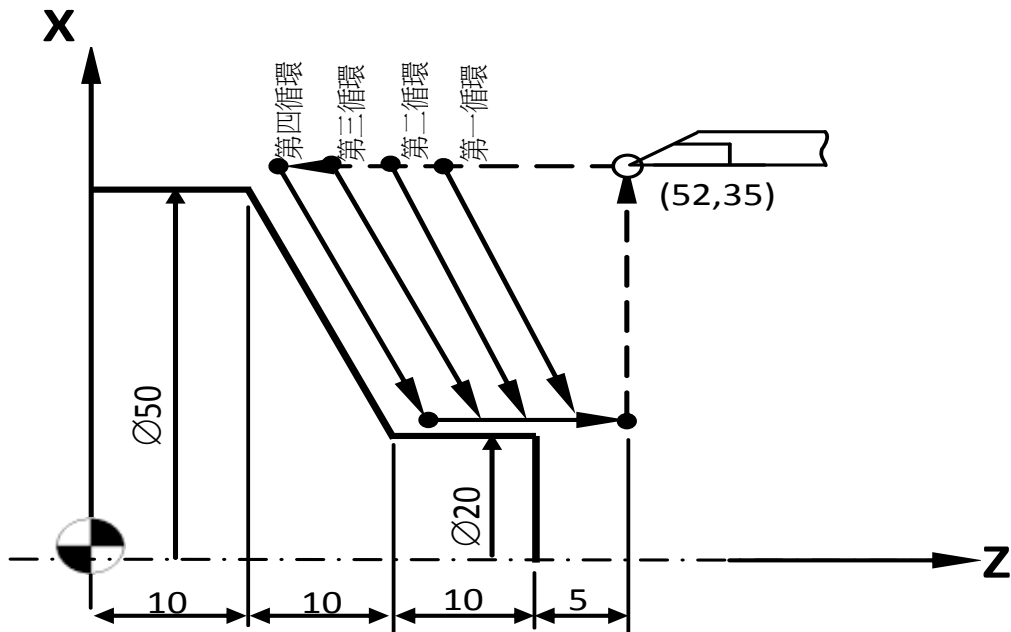
2. 實際加工之參數指定

(1). G02 圓弧切削

a. 使用 R 值方式

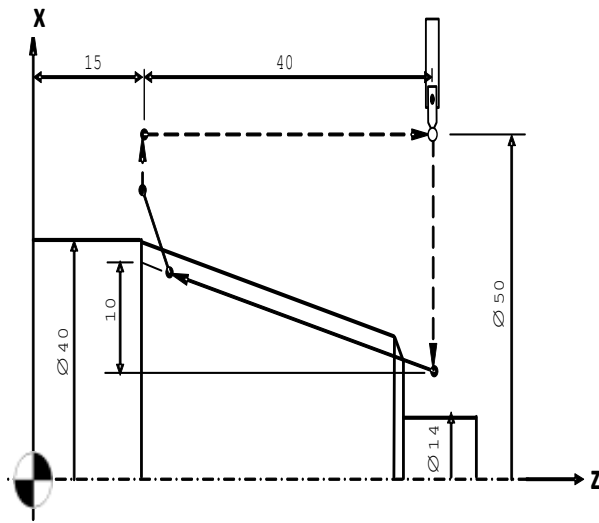


b. 使用 I、K 方式

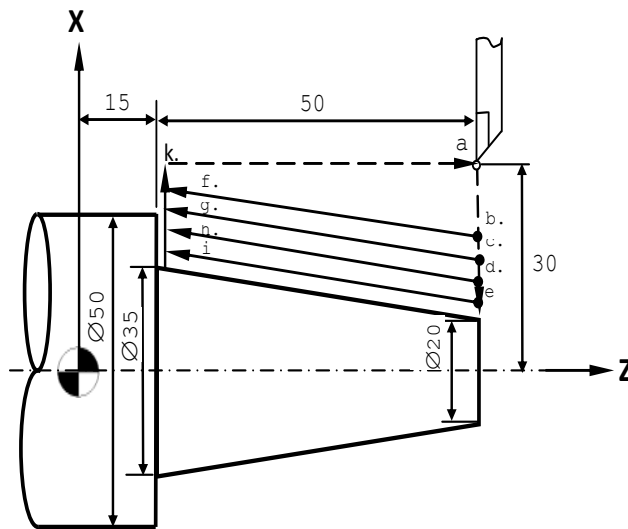


(2). G03 圓弧切削

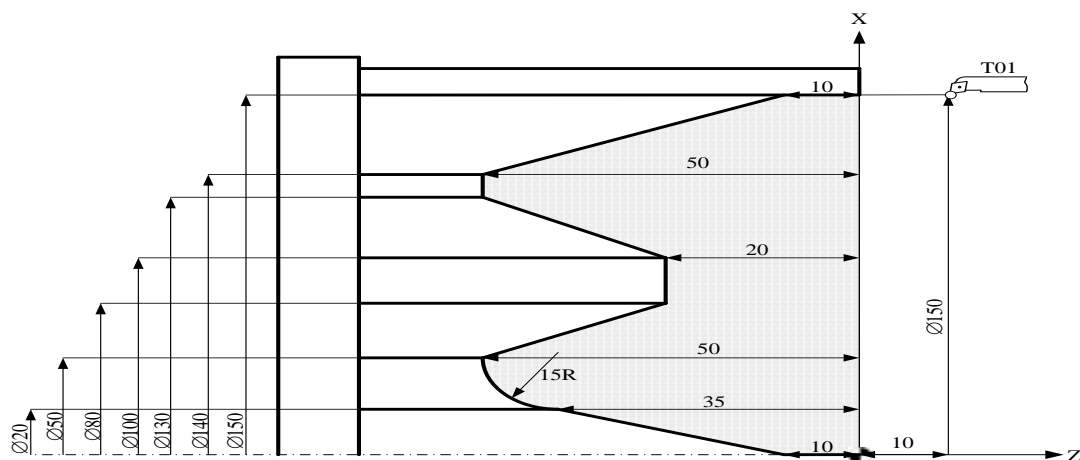
a. 使用 R 值方式



b. 使用 I、K 方式



範例一：



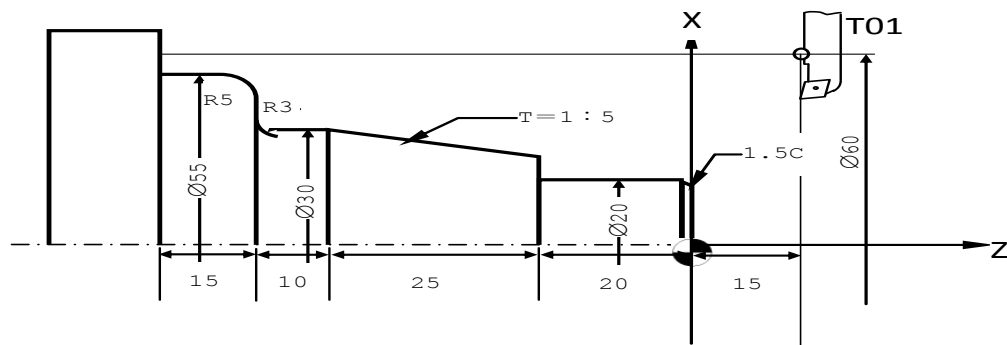
程式說明：

```

T01;           //使用 1 號刀具
G50 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 Z41.0; //快速定位 0. →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

```

範例二：



程式說明：

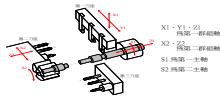
```

T01;           //使用 1 號刀具
G50 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 0.5mm/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

```

G04：暫停指令

指令格式：

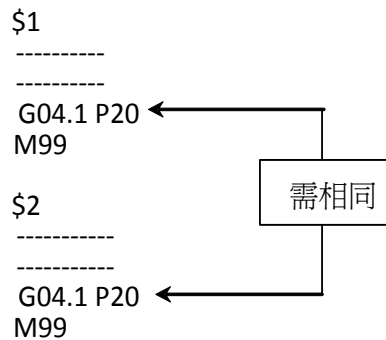


X(U)、P：暫停時間

說明：

數值車床上作鑽孔加工或切槽時，可使用 G04 指令於加工至適當之距離後，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(如下圖)。G04 指令在本控制器使用 G98 或 G99 配合時，時間單位都為“秒”。※G04 指令只在單一單節有效。

圖示：



範例：

```
G04 X0.5 ; //暫停 0.5 秒
G04 U0.5 ; //暫停 0.5 秒
G04 P500 ; //暫停 0.5 秒，※注意：P__ 不接受小數點
```

其暫停時間可參考公式：

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} //使用直角座標 \\ //系X-C' 平面編程程式 \end{array}$$

T：暫停時間（秒）

Z：欲停留圈數

N：每分鐘轉數

註：目前新代控制器無提供指令直接下停留圈數功能，故請依照此公式計算對應需停留時間。

G07.1：圓柱補間

指令格式：

```

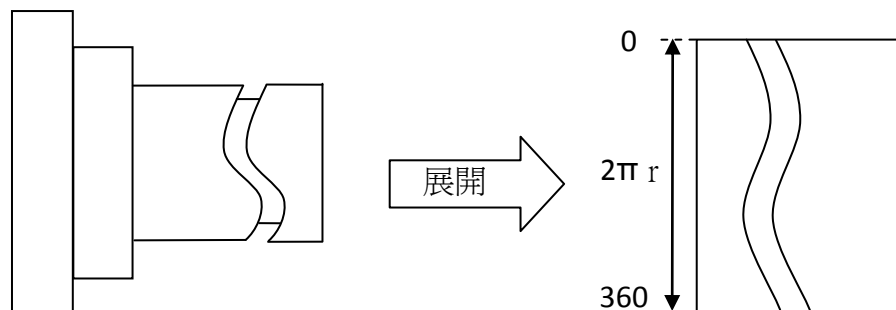
G19 Z0 C0;      // 選擇 CZ 工作平面
G07.1 C__;      // 啓動圓柱差值，C_圓柱半徑值
、
、              // (路徑描述)
、
G07.1 C0;       // 結束圓柱差值

```

說明：

G07.1 用以啓動圓柱差值。在圓柱時可以使用圓弧差值指令，G02/G03，與刀半徑補償指令，G40/G41/G42，關於圓弧差值指令，因圓心向量不易計算，因此請使用 R_半徑位元址方式。進幾率 F_ 爲圓柱表面線速度。關於速率進幾方式，在車床系統使用時請先切換到 G98 模式，因當時 C 軸可能就是主軸。

圖示：



範例：

```

G28 U0 W0;
T0202;
G97 S1000;          // 設定動力主軸轉速
G00 X50.0 Z0. ;
G98 G01 X40.0 F100. ;
G19 C0 Z0;         // 選定 CZ 爲工作平面
G07.1 C20.0;       // 啓動圓柱差值模式，圓柱半徑值爲 20.0
G41;               // 加工軌跡開始
G01 Z-10.0 C80.0 F150.0;
G01 Z-25.0 C90.0;

```

```
G01 Z-80.0 C225.0;  
G03 Z-75.0 C270.0 R55.0;  
G01 Z-25.0;  
G02 Z-20.0 C280.0 R80.0;  
G01 C360.0;  
G40; // 加工軌跡結束  
G07.1 C0; // 取消圓柱差值模式  
G01 X50.0;  
G00 X100.0 Z100.0;  
M30;
```

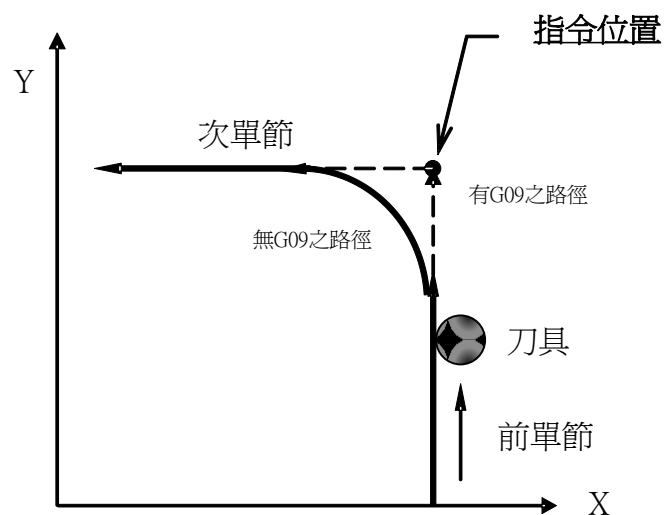
G09：確實停止檢測**指令格式：**

G09 X__ Z__；

X、Z：指定轉角位置座標

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。

圖示：

G10：可程式輸入補正量

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)

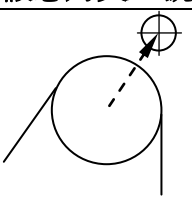
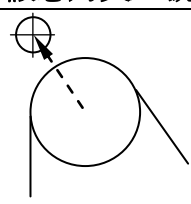
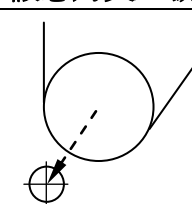
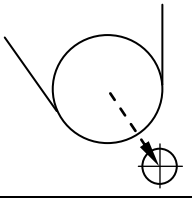
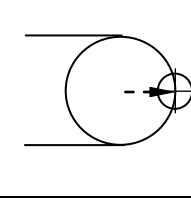
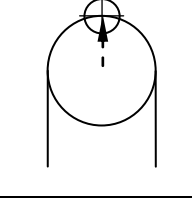

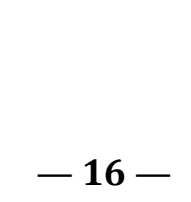

C：刀尖半徑補正量(增量值)

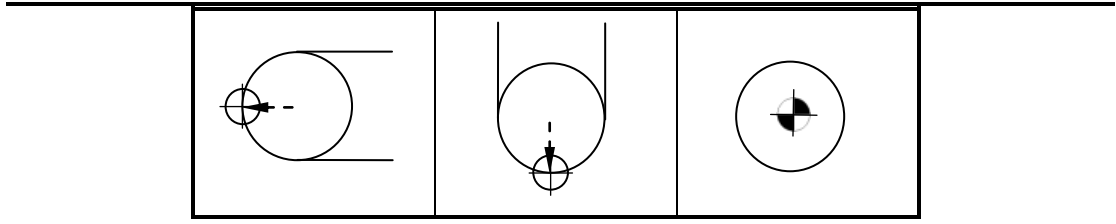
Q：假想刀尖號碼(其設定方法如下)

說明：

G10 指令為可程式輸入補正量指令，當編寫程式時，欲利用程式裡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 



G12.1/G13.1：啟動/取消 極座標補間

指令格式：

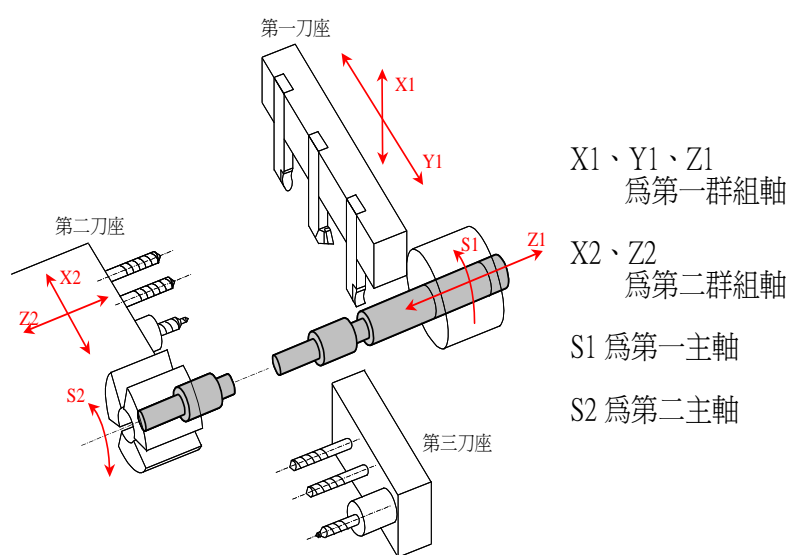
G12.1； 啟動極座標插補方式

（指令直角座標系中的直線或圓弧差補，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

說明：

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



當接通電源或系統重置時，極座標插補被取消（G13.1）。

在 G12.1 指令之前使用的平面（由 G17、G18 或 G19 選擇的平面）被取消。當指令 G13.1（取消極座標插補）後，該平面恢復。當系統重置時，極座標插補被取消，並使用由 G17、G18 或 G19 指定的平面。

3. 極座標插補中可使用的 G 碼

G01	直線插補
G02, G03	圓弧插補
G04	暫停
G40, G41, G42	刀尖半徑補償
G65, G66, G67	用戶程式呼叫

4. 極座標平面中的圓弧插補：

在極座標插補平面中為圓弧插補（G02 或 G03）指令圓弧半徑的引數使用 I 和 J。

5. 在極座標插補方式沿非極座標插補平面中的軸的運動：

刀具沿這些軸正常移動而與極座標插補無關。

6. 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，其於各軸同參數設定顯示實際位置。

限制：

1. 用於極座標插補的座標系：

在指令 G12.1 之前，必須設定一個工件座標系，回轉軸中心是該座標系的原點。在 G12.1 方式中，座標系絕不能改變。（G50、G52、G53、G54~G59 等）。

2. 刀尖半徑補償指令：

在刀尖半徑補償方式（G41 或 G42）不能起動或取消（G12.1 或 G13.1）極座標插補方式。必須在刀尖半徑補償取消方式（G40）指令 G12.1 或 G13.1。

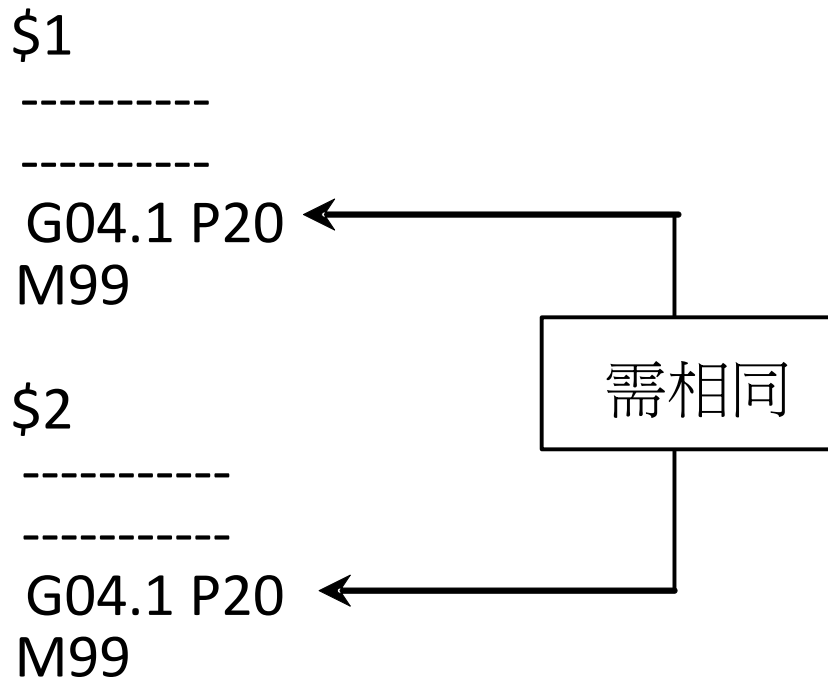
3. 程式再啟動：

對於 G12.1 方式中的程式段，不能進行程式的再起動。

直徑和半徑編程：

直線軸（X）、回轉軸（C）皆使用半徑編程。

範例：



程式說明：

```

T0101
G00 X110. C0 Z_; //到定位點
G40 G94;
G12.1; //極座標差補開始
G42 G01 X20. F_;
C10.;
G03 X10. C20. R10.;
G01 X-20.;
C-10.;
G03 X-10. C-20. R10.;
G01 X20.;
C0
G40 X110.;
G13.1; //極座標插補取消
M30
    
```

//使用直角座標
//系X-C' 平面編寫程式

G17、G18、G19：工作平面設定

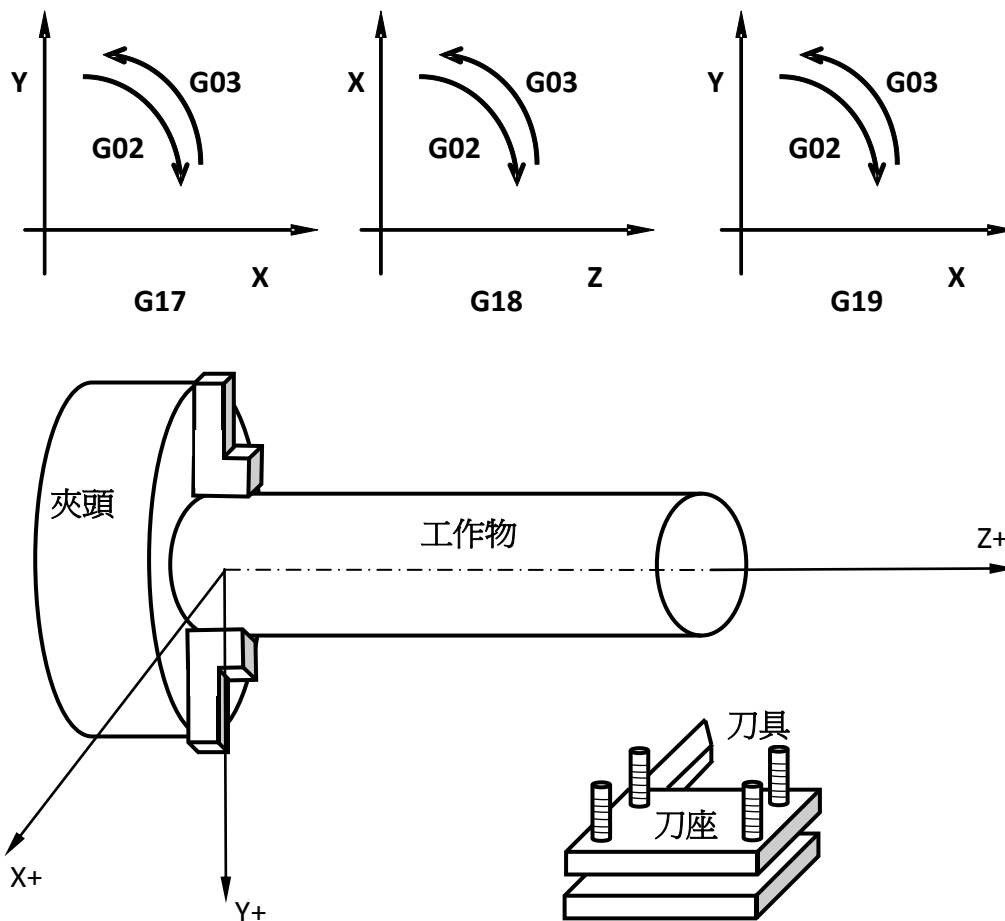
指令格式：

- 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

說明：

當使用到圓弧指令、刀具半徑補正指令時，必須先 G17、G18、G19 來設定切削平面，告知控制器加工平面。

圖例：



G20/G21：英制/公制 單位元設定指令

指令格式：

G20；
G21；

說明：

G20：英制單位設定

G21：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，下麵操作單位會隨著變動：

顯示座標、速率單位元

增量寸動單位

MPG寸動單位

G28：參考點復歸

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)

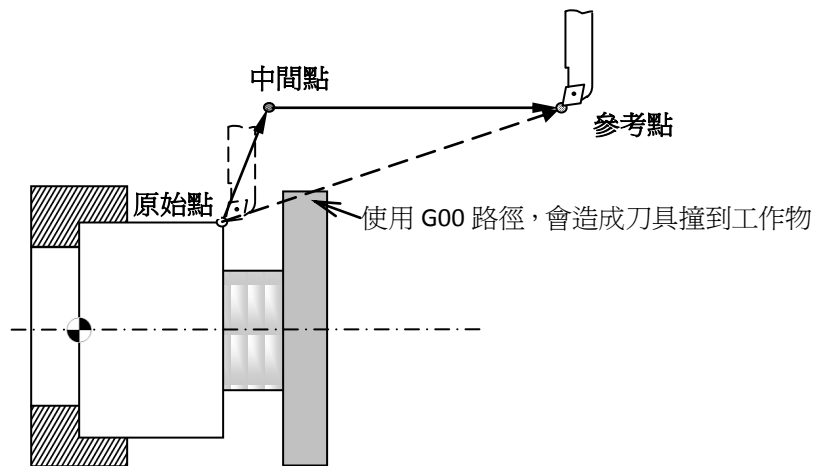
說明：

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：G28 指令執行之前必須將刀具補償機能消除，才能確保復歸動作正確無誤。

圖示：



G29：從參考點復歸**指令格式：**

G29 X(U)___ Z(W)___ ；

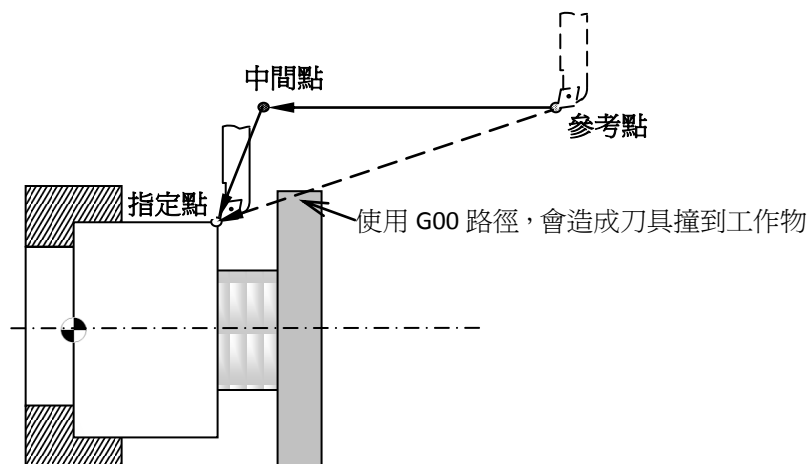
X、Z：指定點(絕對值方式)

U、W：指定點(增量值方式)

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 並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：

G30：任意參考點回歸

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；

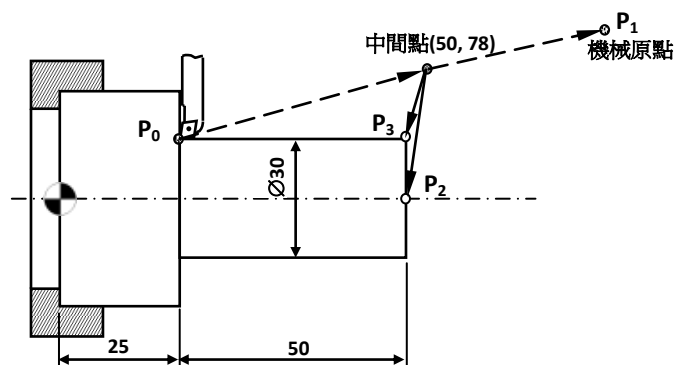
P_省略時內定為 P2；

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。

範例：



程式說明：

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

G31：跳越機能

指令格式：

G31 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)

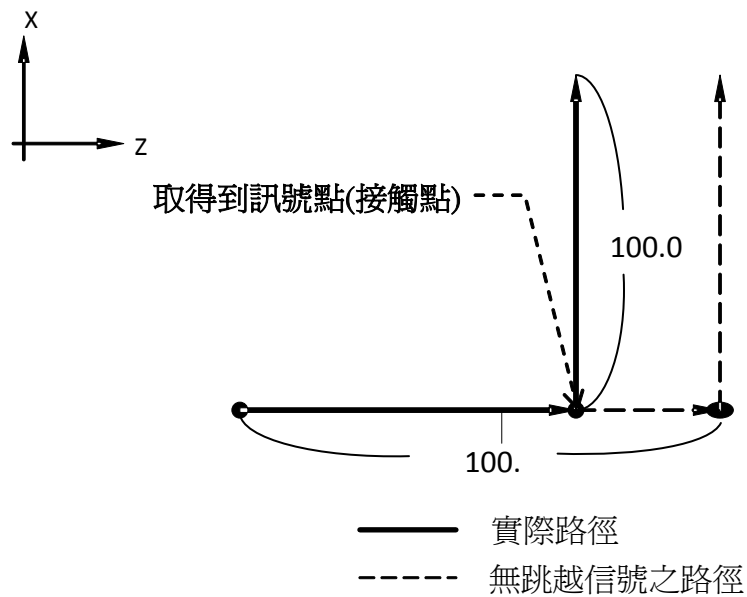
F：進給量

說明：

跳越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，機器得到訊號，LADDER 介面 **C BIT ON** 時，量測跳越指令 G31 會記錄目前機械位置並中斷 G31 之動作，剩下的距離不予執行，繼續執行下一單節。

範例一：

增量值方式

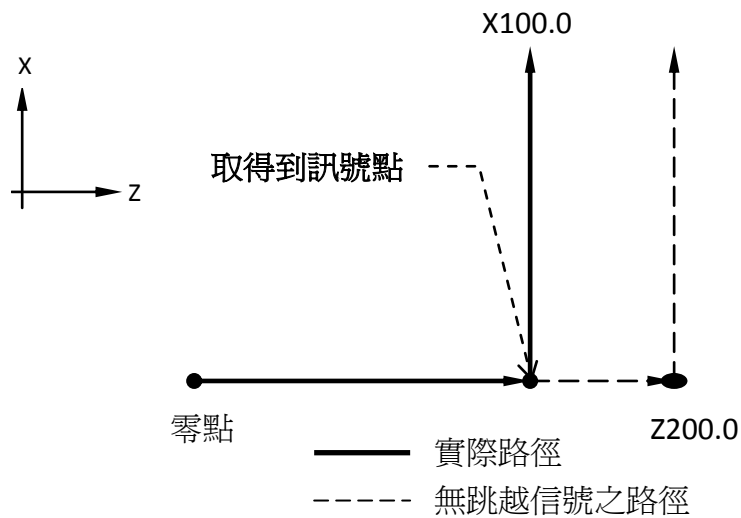


程式說明：

```
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
```

範例二：

絕對值方式. 單軸移動

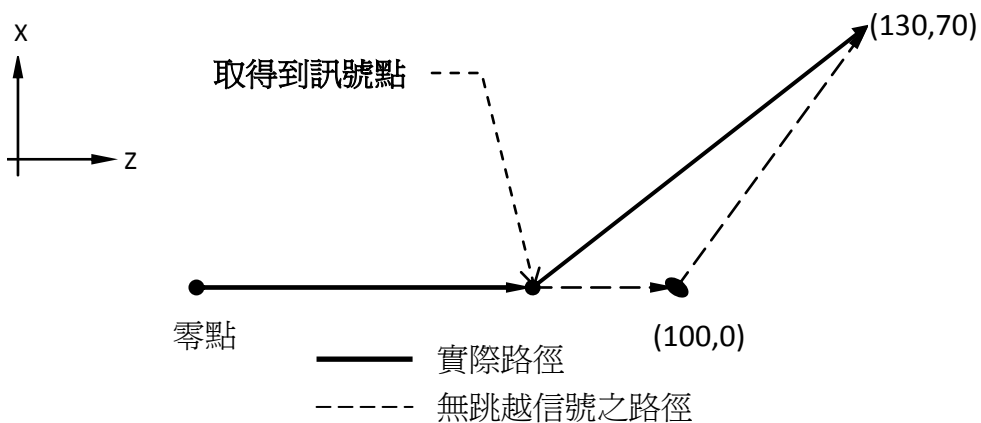


程式說明：

```
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，以零點為相對座標，改變路徑至指定位置
```

範例三：

絕對值方式. 二軸向位移



程式說明：

```
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，以零點為相對座標，改變路徑至指定位置
```

G32：螺紋切削

指令格式：

(1) 平行螺紋： G32 Z(W) ___ Q ___ $\left\{ \begin{array}{l} F \text{ ___} \\ E \text{ ___} \end{array} \right\}$ ；

(2) 錐度螺紋： G32 X(U) ___ Z(W) ___ Q ___ $\left\{ \begin{array}{l} F \text{ ___} \\ E \text{ ___} \end{array} \right\}$ ；

(3) 平面螺紋： G32 X(U) ___ Q ___ $\left\{ \begin{array}{l} F \text{ ___} \\ E \text{ ___} \end{array} \right\}$ ；

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

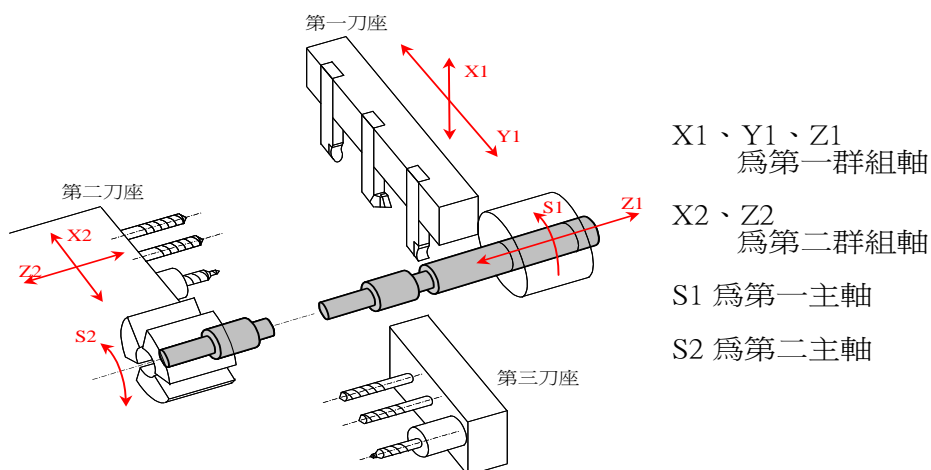
E：長軸(移動量最多軸)方向螺距 ← 精密螺紋、英制螺紋

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： $0.001 \sim 360.000^\circ$)

說明：

G32 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：



注意事項：

※ E、F值之輸入單位元及方式參照下表：表1. 公制輸入、表2. 英制輸入

輸入單位系	A(0.01mm)			B(0.001mm)			C(0.0001mm)		
指令位置	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(個數/inch)	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(個數/inch)	F(mm/rev)	E(mm/rev)	E(個數/inch)
最小指令單位元	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-1) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-1) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.000)	1(-1) (1, -1.000)
指令範圍	0.001~9999.999	0.0001~9999.999	0.1~9999999.9	0.001~999.999	0.00001~999.999	0.01~999999.9	0.00001~99.9999	0.000001~99.9999	0.001~99999.999

表 1 公制輸入

輸入單位系	A(0.00inch)			B(0.0001inch)			C(0.00001inch)		
指令位置	F(inch/rev)	E(inch/rev)	E(個數/inch)	F(inch/rev)	E(inch/rev)	E(個數/inch)	F(inch/rev)	E(inch/rev)	E(個數/inch)
最小指令單位元	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-1) (1, -1.000)	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-1) (1, -1.0000)	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-0.001) (1, -1.0000)	1(-1) (1, -1.0000)
指令範圍	0.00001~999.9999	0.000001~99.9999	0.001~999999.999	0.000001~99.9999	0.000001~99.9999	0.0001~99999.999	0.000001~99.9999	0.0000001~99.9999	0.00001~999.9999

表 2 英制輸入

【註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(成爲不在G32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【註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

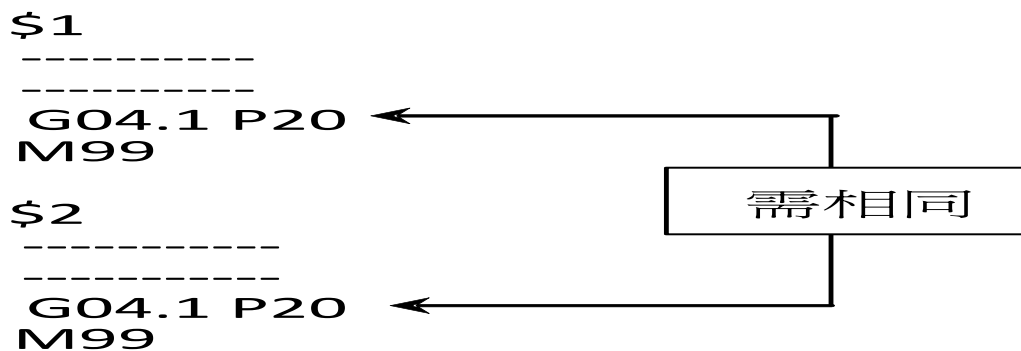
進給率：mm/min或inch/min

- (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L₁、L₂，加上螺紋長度。

※L₁、L₂之計算參考公式如下：

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

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



- (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(G98)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G32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G32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，因此請不要執行複數系統的螺紋切削指令。

螺紋車削進刀量參考表：

公制螺紋		牙深 = 0.06495P				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						

英制螺紋		牙深 h = 0.6403P				P = 牙距(Pitch)		
每英吋螺紋數		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						

範例一：平行螺紋車削

//使用直角座標
//系X-C' 平面編寫程式

程式說明：

```

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;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第一回切削 1.0 mm
      Z10.0;
      X18.3;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第二回切削 0.7 mm
      Z10.0;
      X17.7;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第三回切削 0.6 mm
      Z10.0;
      X17.3;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第四回切削 0.4 mm
      Z10.0;
      X16.9;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第五回切削 0.4 mm
      Z10.0;
      X16.75;
G32 Z-30.0 F2.5; }
G00 X30.0;         } 第六回切削 0.15 mm

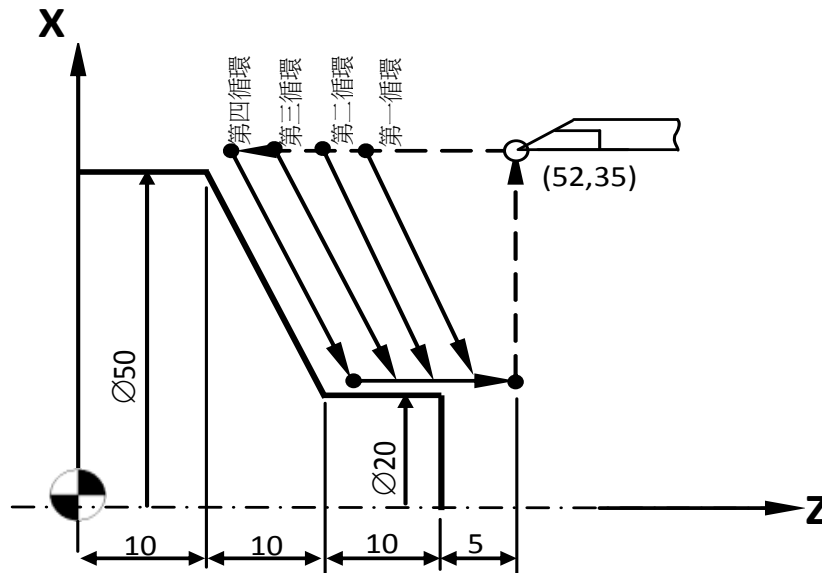
```



```

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
    
```

範例二：錐度螺紋車削，Pitch = 2.5



程式說明：

```

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;
G32 X20.0 Z-30.0 F2.5; }
G00 X40.0;             } 第一回切削 1.0 mm
Z10.0;
X11.3;
G32 X19.3 Z-30.0 F2.5; }
G00 X40.0;             } 第二回切削 0.7 mm
Z10.0;
X10.7;
G32 X18.7 Z-30.0 F2.5; }
G00 X40.0;             } 第三回切削 0.6 mm
Z10.0;
X10.3;
G32 X18.3 Z-30.0 F2.5; }
G00 X40.0;             } 第四回切削 0.4 mm
Z10.0;
} 33 —
} 第五回切削 0.4 mm
    
```

```
X9.9;  
G32 X17.9 Z-30.0 F2.5;  
G00 X40.0;  
Z10.0;  
X9.75;  
G32 X17.75 Z-30.0 F2.5;  
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
```

G41、G42、G40：刀鼻半徑補正指令

指令格式：

$$\left\{ \begin{array}{l} G41 \\ G42 \end{array} \right\} X(U)_ Z(W)_ ;$$

G40：補正取消

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)

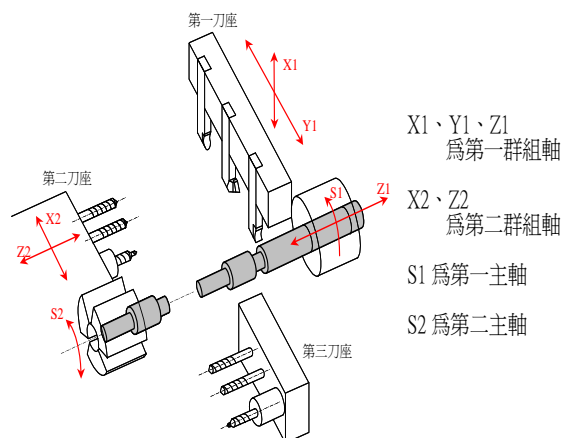
說明：

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，此一小圓稱為刀鼻，其半徑稱之為刀鼻半徑，但是當我們用刀鼻去車削去角或是斜線、圓弧時，會因為刀尖圓弧而產生誤差，未能製造出完全符合工件外形及尺寸之成品，而刀具圓弧所造成誤差之修正，就可藉由 G41、G42 機能來完成，自動將刀鼻半徑之誤差精確算出，予以補正。

G code	機能	刀具位置
G40	刀鼻半徑取消	刀具依程式路徑運動
G41	刀鼻半徑向左補正	刀具沿程式路徑左邊偏移一定值運動
G42	刀鼻半徑向右補正	刀具沿程式路徑左邊偏移一定值運動

圖示：

1. 刀具進給方向與工件之關係及補正之設定方法：



2. 實際加工之補償設定

\$1

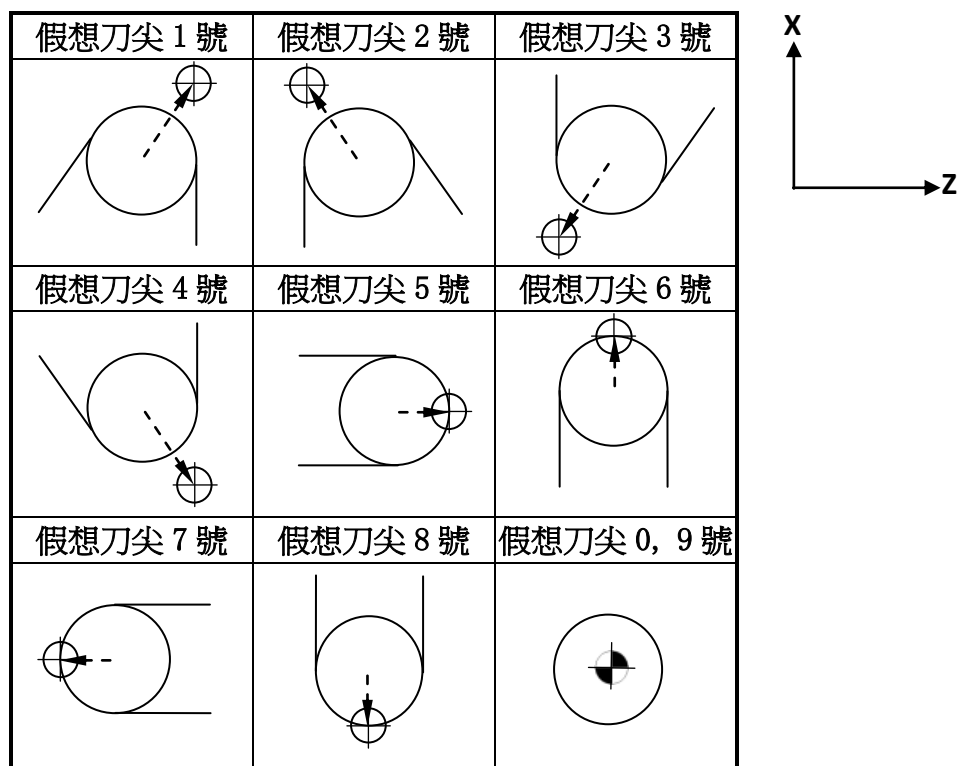
G04.1 P20
M99

\$2

G04.1 P20
M99

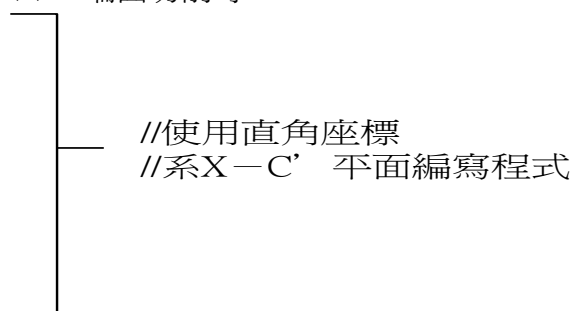
需相同

3. 假想刀尖號碼之設定：

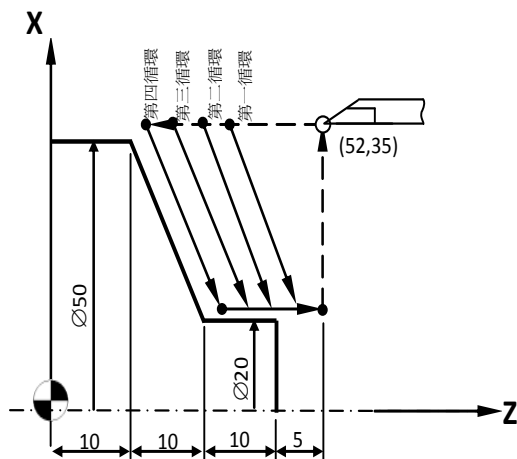


4. 無刀鼻補正之情況：

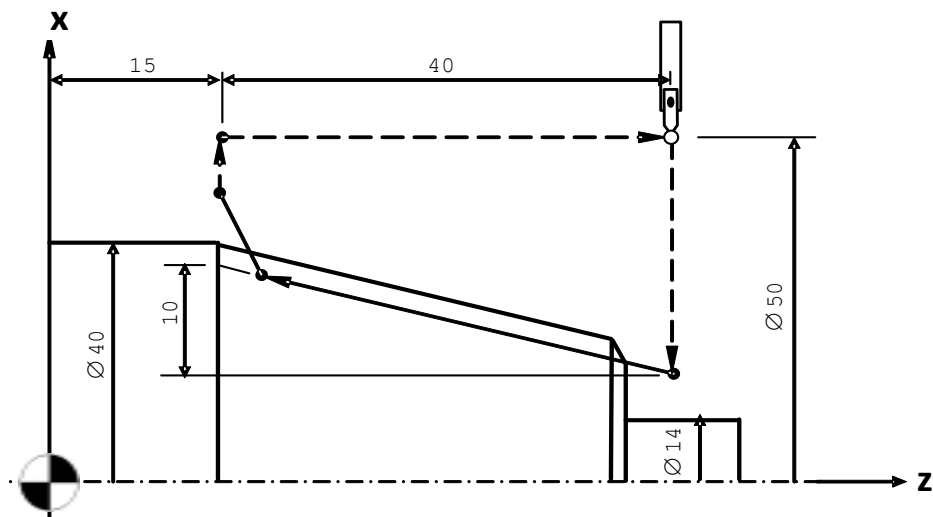
(1). 端面切削時：



(2). 去角或斜面時：



(3). 圓弧切削時：

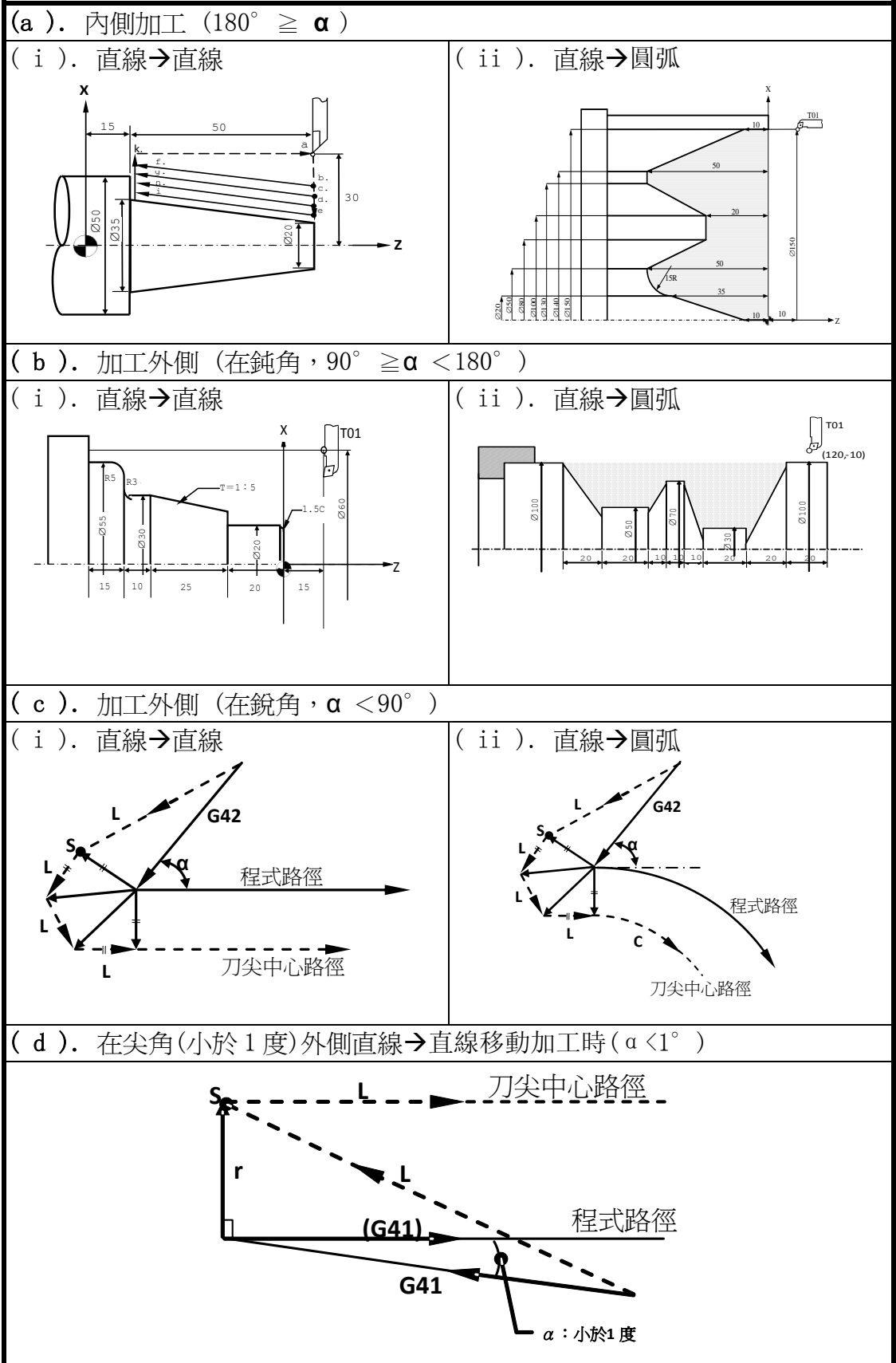


刀具半徑 R 之正動作：

1. 補正開始：

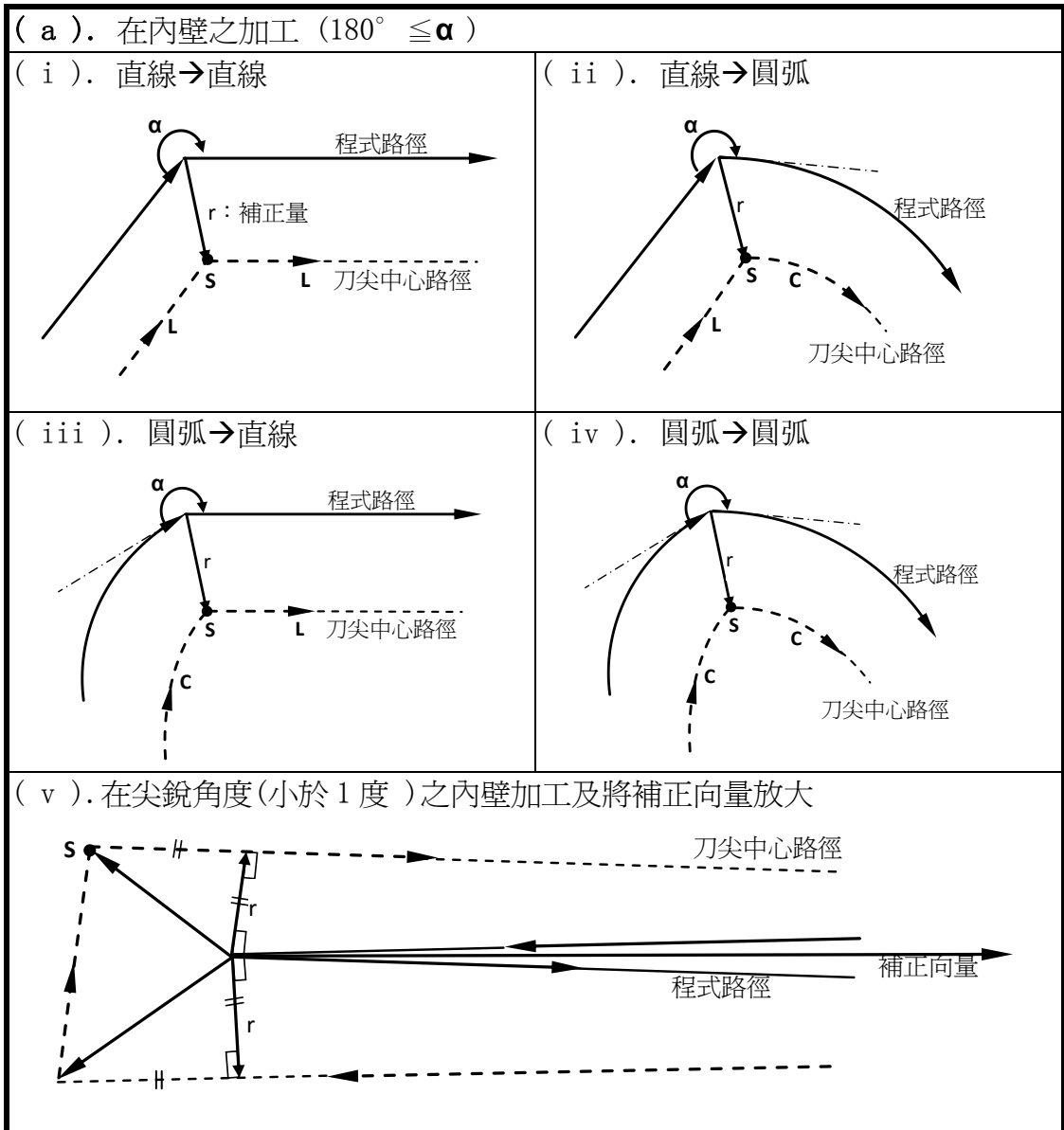
當滿足全部以下條件的單節執行時，系統進入補正模式，這個操作中的控制稱為補正開始。

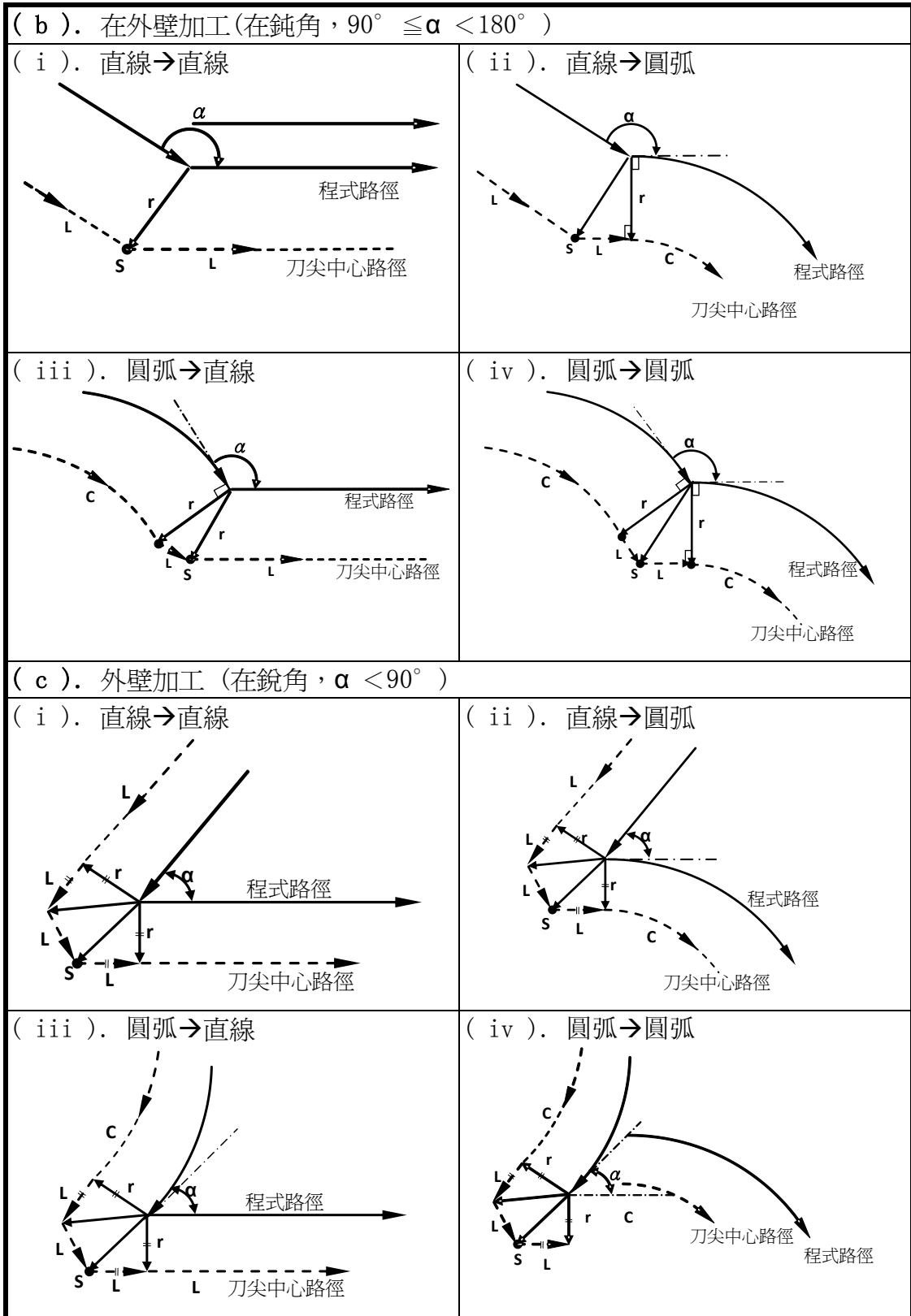
- (a). 單節中包含 G41 或 G42，或已經指定系統為 G41 或 G42 模式；
- (b). 刀尖半徑補正號碼不是 " 00 "；
- (c). 單節中指令定 X，或 Z 移動且移動量不是 " 0 "；



2. 補正模式：

在補正模式，與直線及圓弧插位一樣，即使在快速定位中，也使用補正；
 在補正模式，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。

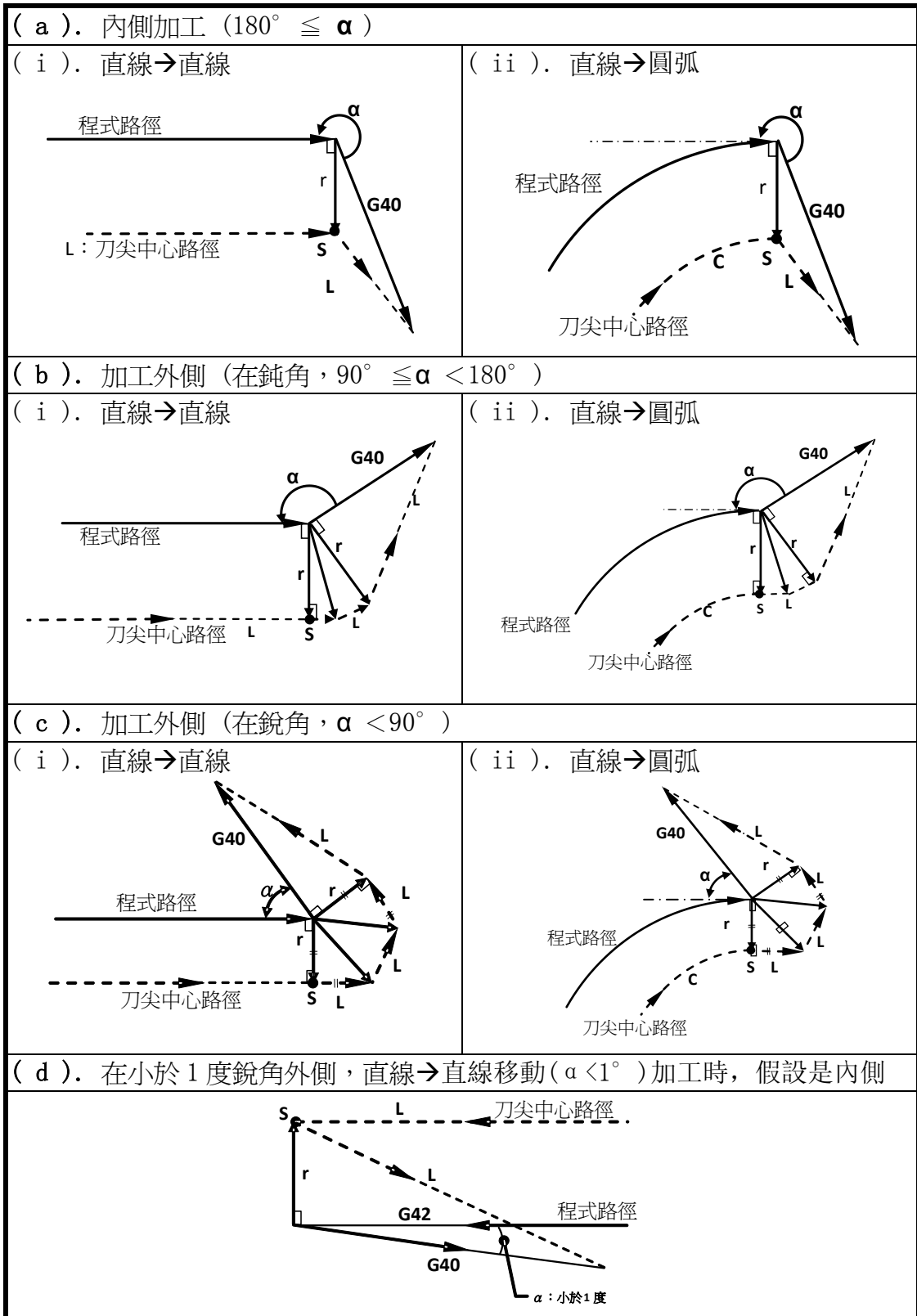




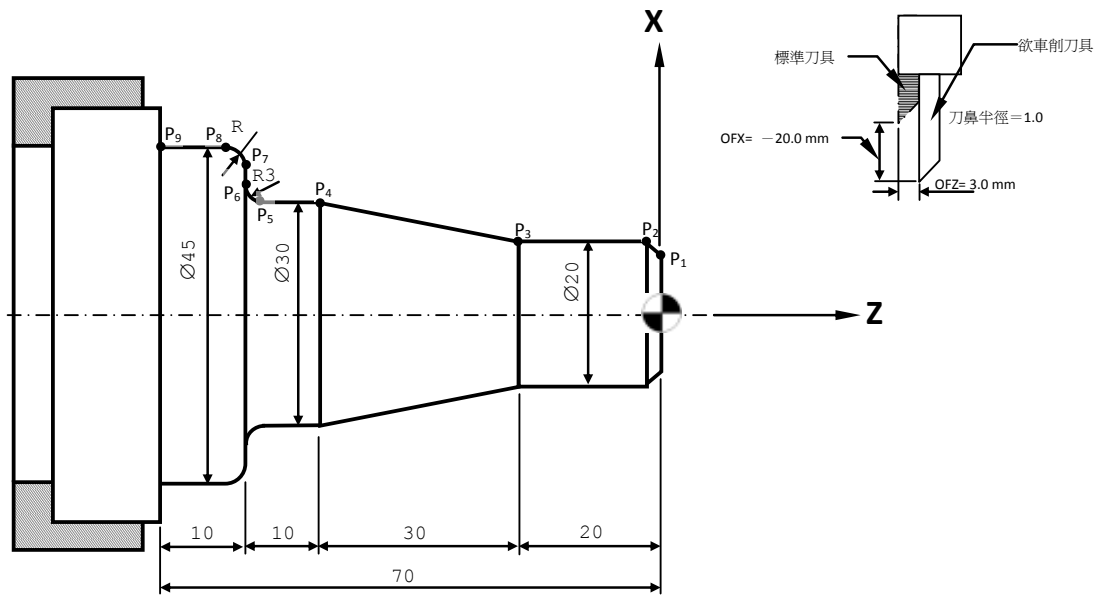
3. 補正取消

在補正模式，單節滿足以下條件時，系統將進入取消模式：

- (1). 指定 G40
- (2). 刀尖半徑補正之補正號碼指定為 " 0 " 時



範例一：

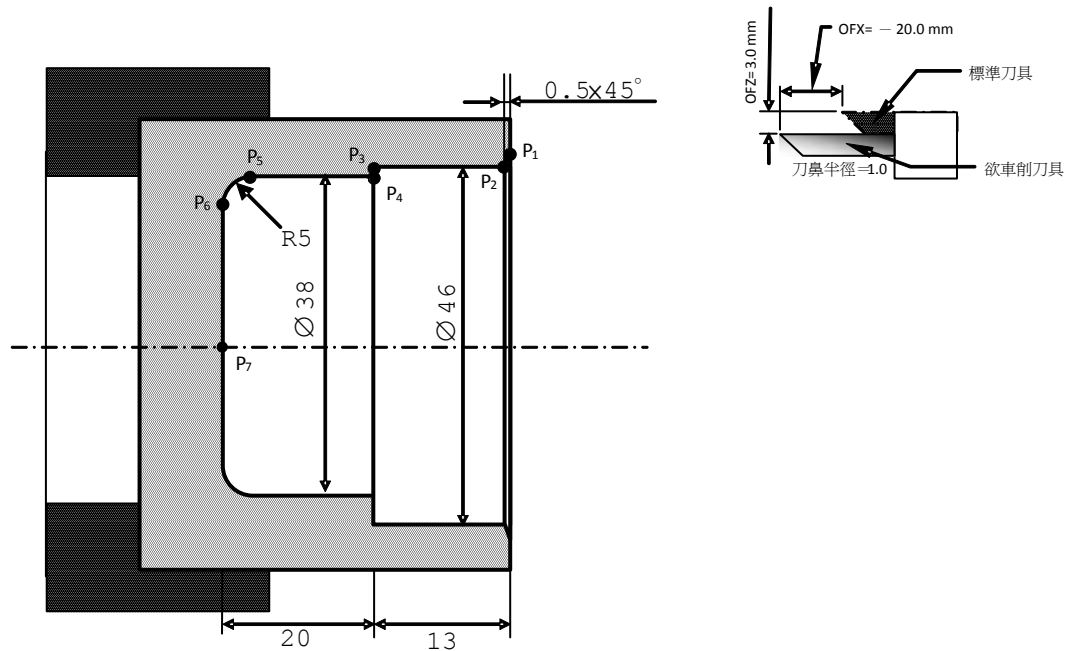


程式說明：

```

T02;                //使用 2 號刀具
G50 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;  //啓動刀具補償，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;                //程式結束
    
```

範例二：



程式說明：

```

T02;           //使用 2 號刀具
G50 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; //啓動刀具補償，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;           //程式結束

```

G50：座標系設定/主軸最高轉速限制

指令格式：

G50 X__ Z__ ；

or

G50 S__ ；

X、Z：設定基本座標系統 (G50) 在程式座標系統的位置；

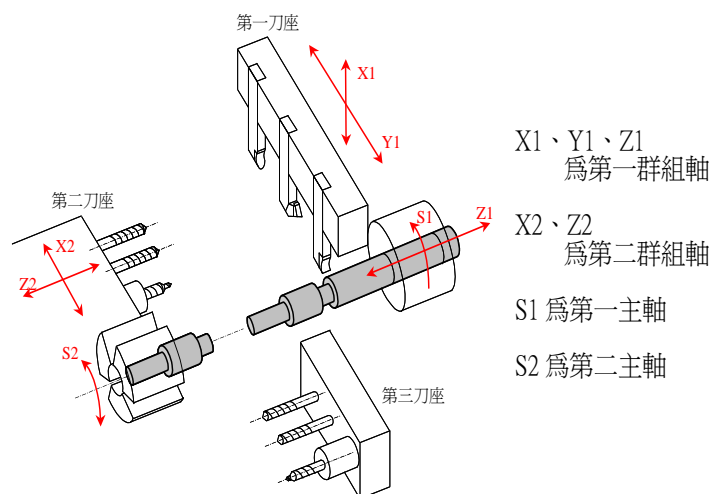
S：主軸轉速；

說明：

G50 指令有兩種功能為 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 G50 作一另一新設定子座標系統的零點，經**設定**之後，刀具係從此點開始加工，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 $(X + \Delta U, Z + \Delta W)$ 。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。

範例一：

座標系設定



G52：局部座標設定

指令格式：

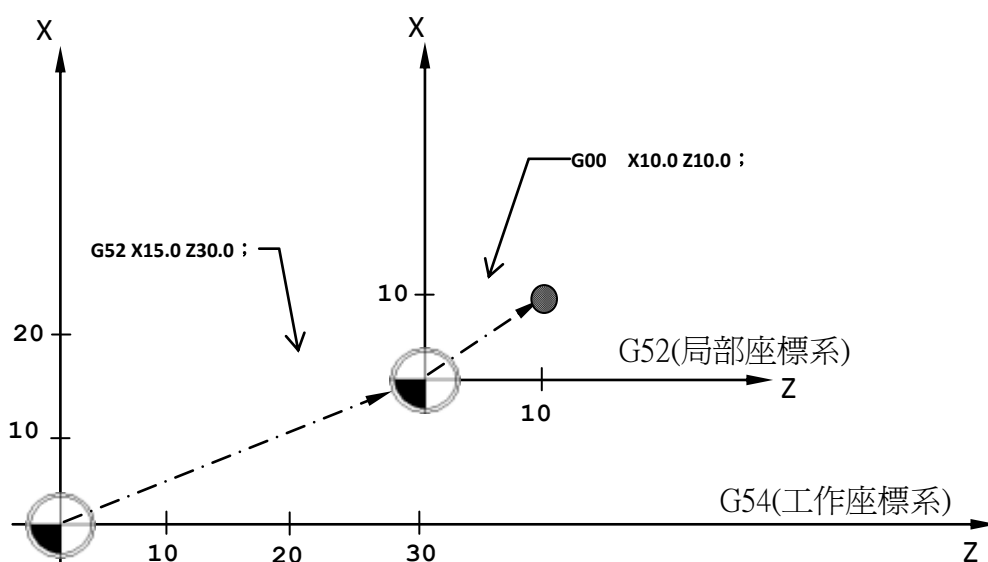
G52 X__ Y__ Z__ ;
X、Y、Z：設定座標系統

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**。

G52 X0.0 Z0.0：取消局部座標

座標系：



程式說明：

```
N001 G54; //指定工作座標系 G54
N002 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
N003 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
N004 G52 X0.0 Z0.0; //取消局部座標系設定
```

⋮

G53：機械座標定位

指令格式：

G53 X__ Y__ Z__ ；

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。

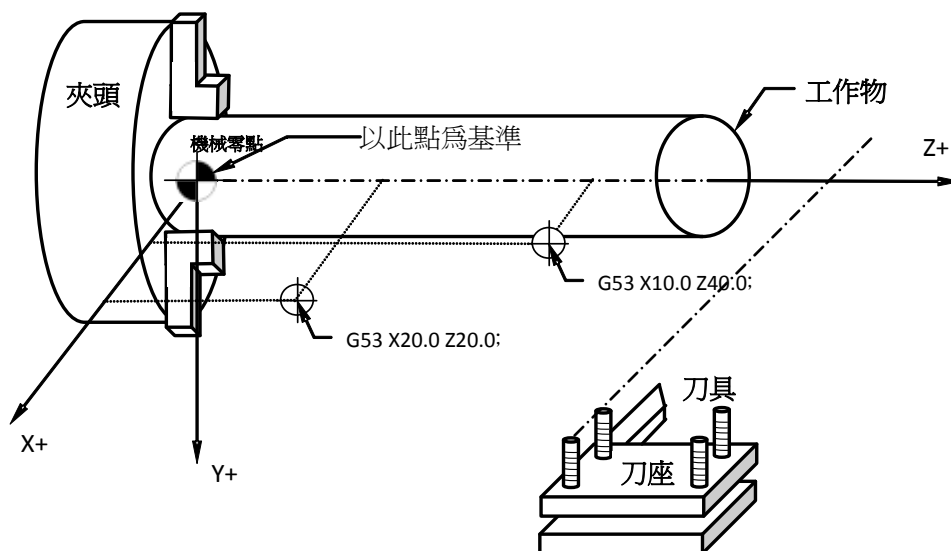
說明：

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。

注意：

1. G53 指令只在指定的單節有效；
2. G53 僅在絕對值狀態有效，在增量值狀態則無效；
3. G53 指定之前，應先消除相關的刀具半徑、長度或位置補正；
4. 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。

範例：



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

G54...G59.9：工作座標系統設定

指令格式：

$$\left. \begin{array}{l} G54 \\ G55 \\ G56 \\ G57 \\ G58 \\ G59 \\ G59.1 \\ G59.2 \\ \vdots \\ \vdots \\ G59.9 \end{array} \right\} X_Y_Z_ ;$$

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；

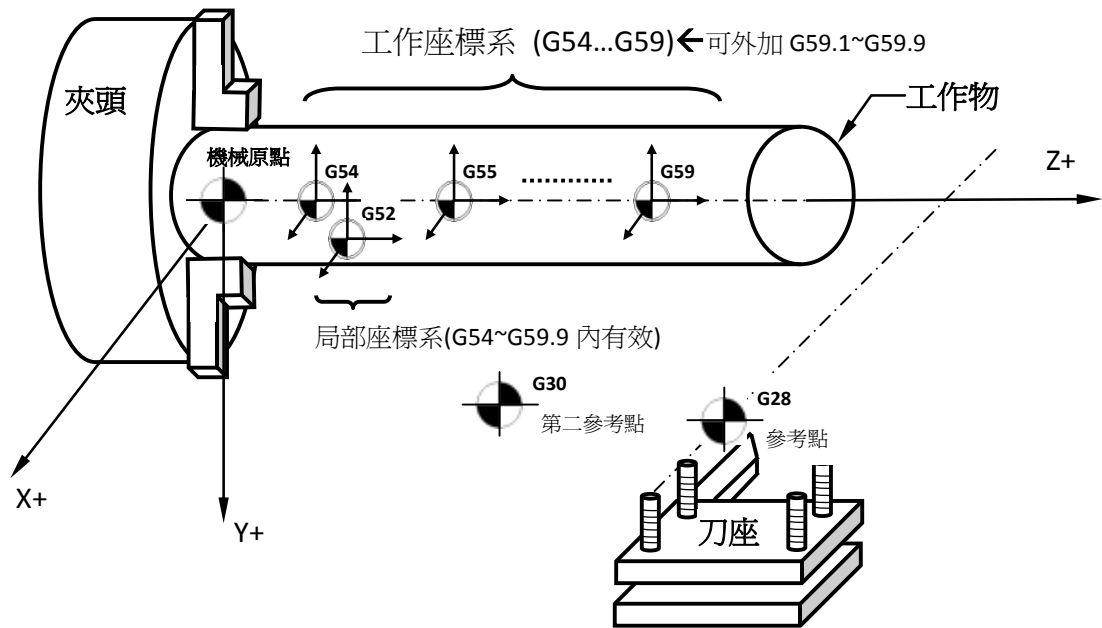
說明：

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：啓動；1：關閉)。

※G54……G59.9 之設定方法：

到控制器操作介面的 ” 設定工作座標系統 ” 裡，一一設定 G54……G59.9。

圖例：



G65：單一巨集程式呼叫**指令格式：**

G65 P___ L___ ；

P：程式號碼；

L：重覆次數；

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；

範例：

G65 P10 L20 X10.0 Y10.0; //連續重覆呼叫副程式 00010 執行 20 次，
並將 X10.0 Y10.0 的值代入此副程式運算

G66、G67：模式巨集程式**程式格式：**

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；

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 G66 重覆執行次數，遇到移動單節完成後會再執行 G66 單節指定的內容，一直到 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)；

範例：

```
G91;  
G66 P10 L2 X10.0 Y10.0; // 重覆 2 次呼叫副程式 00010 並將  
                        // 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
```

G70~G76：複式切削循環

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。

G70：精車削循環

指令格式：

G70 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

說明：

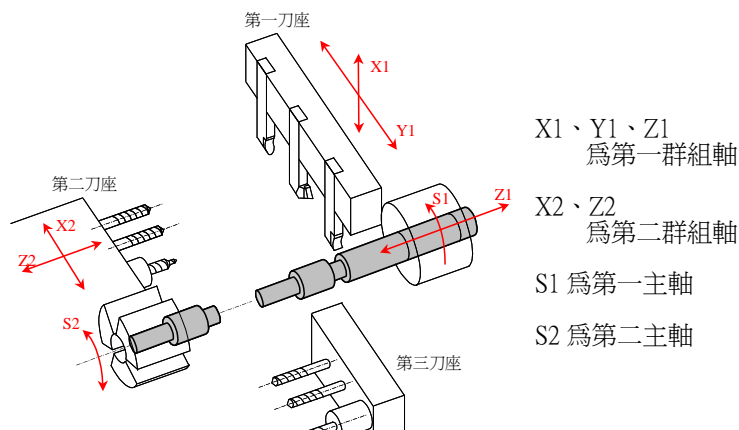
G70 指令為精車削循環，也可稱為輪廓車削循環，此指令必須與上一單節的區塊移除切削循環一起使用。一般而言，在程式中精車削循環會接在區塊切削循環之後，其執行範圍只包括起始單節序號 “P(ns)” 到 結束單節序號 “Q(nf)”。

用於 G71 / G72 / G73 循環粗切削之後，必須配合指令 G70 執行精切削，以達最後所要求的尺寸。

注意事項：

1. 在單節 G71、G72、G73 指定的 F、S 及 T 機能無效，但是在 G70 序號 “ns” → “nf” 間指定的 F、S 及 T 機能有效。
2. 當 G70 的循環加工結束時，刀具回到起點並讀下一個單節。
3. 在 G70 至 G73 使用的 “ns” → “nf” 間的任一單節，不可呼出副程式。

範例一：



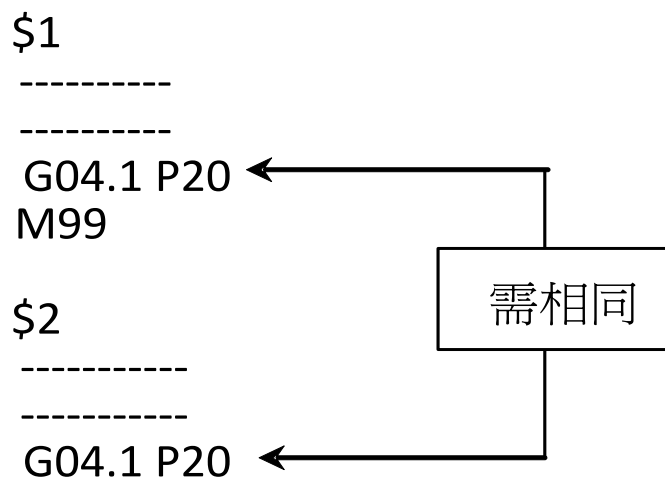
程式說明：

```

T01;           //使用 1 號刀具
G50 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;          //開啓切削劑
G71 U2.0 R1.0; //X 軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm
G71 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;
    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;
    G70 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
    
```

} 欲車削之輪廓

範例二：



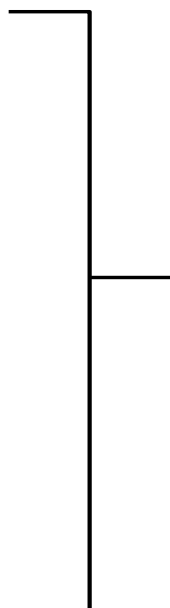
程式說明：

```

T01;                //使用 1 號刀具
G50 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;                //開啓切削劑
G72 W3.0 R1.0;      //Z 軸向切削深度 3.0 mm，退刀量 1.0 mm
G72 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

N01 G00 Z-55.0;
    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;
N02 X12.0 Z0.0;
    G70 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
    
```

範例三：



//使用直角座標
//系X-C' 平面編寫程式

程式說明：

```
T01;           //使用 1 號刀具
G50 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;          //開啓切削劑
G73 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
G73 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
N01 G00 X40.0 Z5.0;
    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;
N02 G01 Z-105.0;
    G70 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
```

欲車削之輪廓

G71：橫向(外徑)粗車削循環**指令格式：**

G71 U Δd Re H ；

G71 P(ns) Q(nf) U Δu W Δw 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

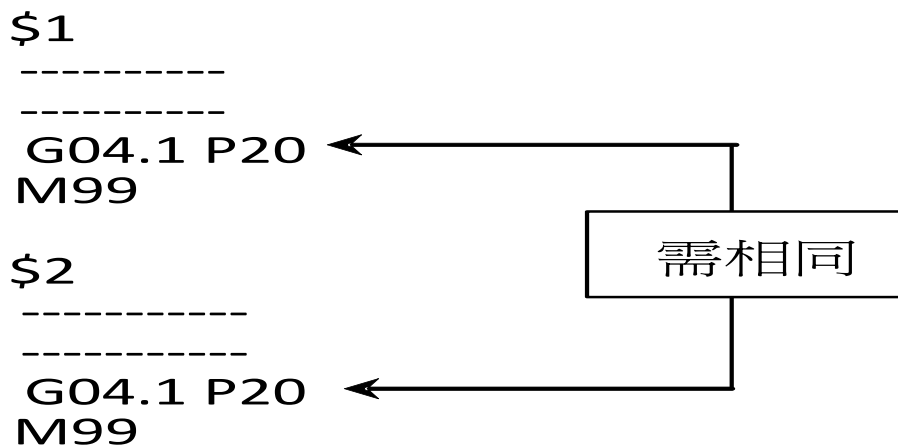
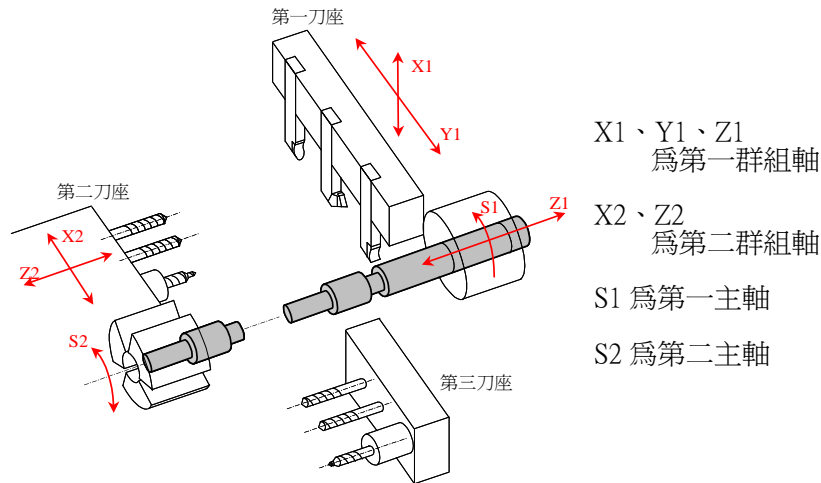
H：加工方式，填 0 將執行 TYPE I 加工方式、填 1 將執行 TYPE II 加工方式、不指定 H，系統將自行判斷加工方式

說明：

G71 指令為橫向(外徑)粗車削循環，執行後可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。

圖示：

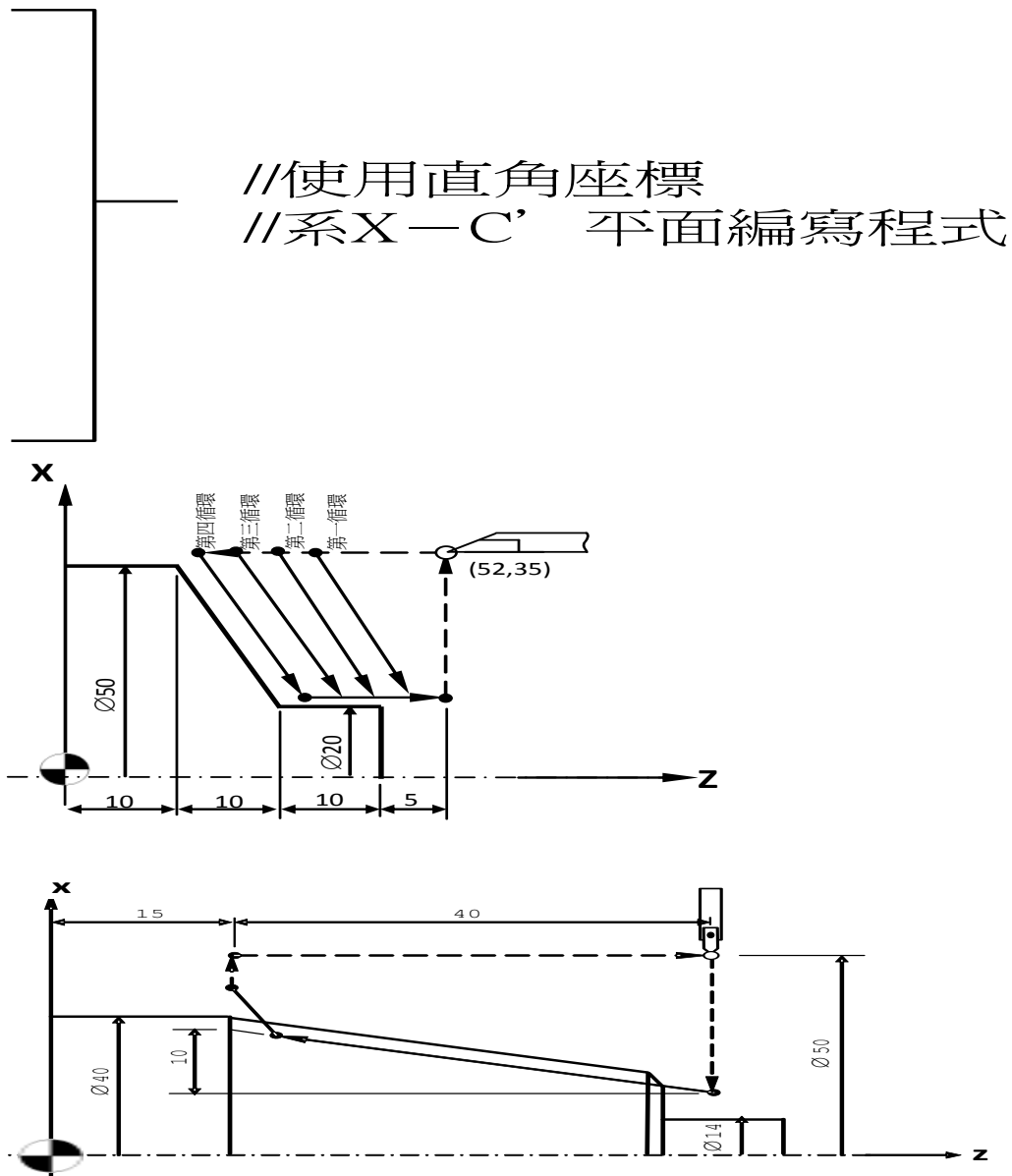
1. TYPE I：通常用於從端面起始加工，除第一單節必須要符合 X 軸為單調遞增(減)的條件，且每個單節必須要符合 Z 軸均為單調遞增(減)的條件，亦即下一個單節需比上一個單節逐漸增加(減少)。



動作說明：

1. 循環前應先將刀具快速定位(G00)至 A 點(起始點)；
2. 執行 G71 指令後，刀具依所設定的精車削預留量(X 軸為 $\Delta U/2$ ，Z 軸為 ΔW)為其偏移量，偏移至 C 點；
3. 刀具再向 X 軸向移動 Δd 距離後，開始進給至輪廓面；
4. 再以 45° 向 X 軸方向退刀 e 距離後，Z 軸進給相反方向退至 X 軸平行相鄰起始點之點；
5. 再 X 軸向移動 Δd 距離，繼續下一重複循環；
6. 到最後一循環結束，刀具便沿著輪廓 A' → B 車削一次；
7. 完畢後，刀具會快速定位至 A 點，等待下一次循環車削開始。

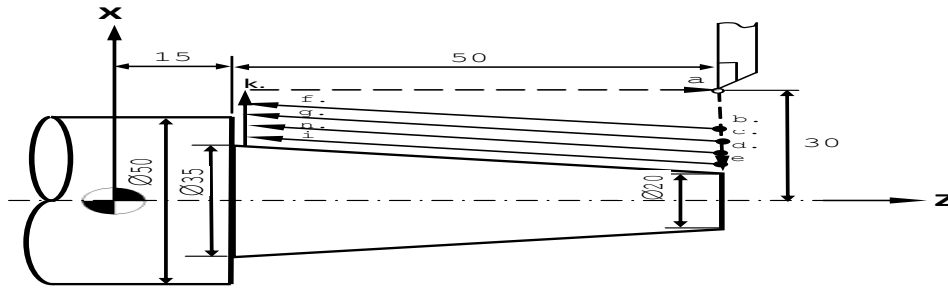
2. TYPE II：通常用於從工件材料中間的加工，在 TYPE II 中，只有 Z 軸必須要符合單調遞增(減)的條件。



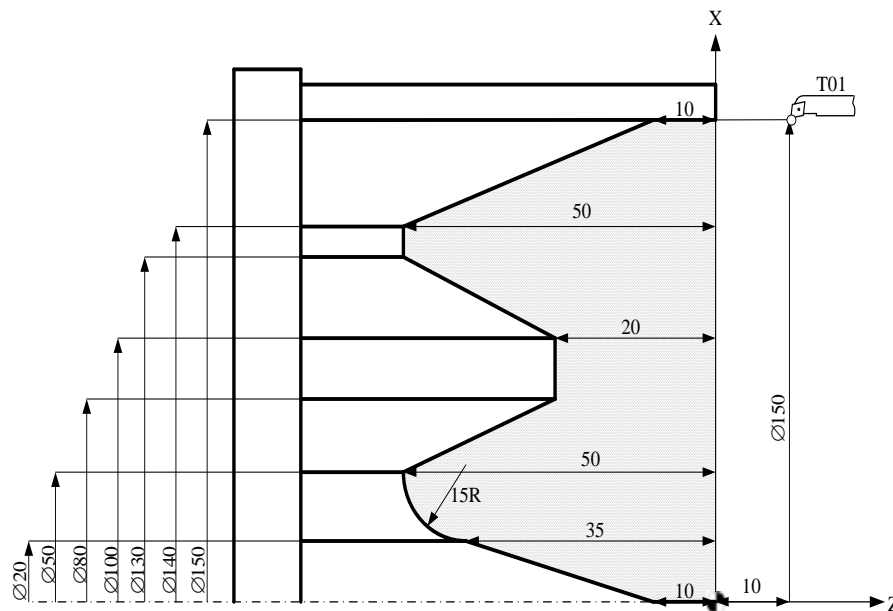
※注意事項：

1. 當 ns 和 nf 未被指定時，G71 單節內中所指定的 U 是切削深度 Δd ，反之則是 X 軸向的預留量。
2. 輪廓路徑是由 ns 和 nf 之間的區塊(Blocks)所描述，由 A 點到 A' 點再到 B 點。
3. 在 ns→nf 之間區塊(Block)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(G71)之單節內才會生效。
4. 而在每個區塊(Block)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(Block)做粗切削時所使用的切削模式。
5. 在 ns→nf 之間各個單節不能作副程式的呼叫。

6. G71 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。

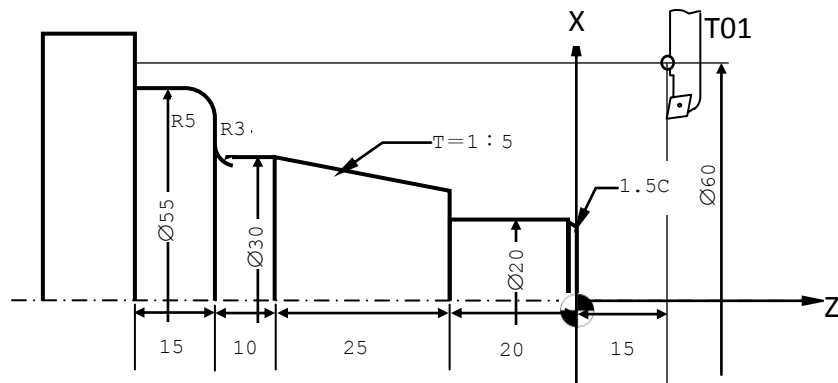


7. 精車削預留方向：精車預留量的方向依形狀如下圖來決定。精車的程式為 $A \rightarrow A' \rightarrow B$ 。



範例一：

TYPE I



程式說明：

```

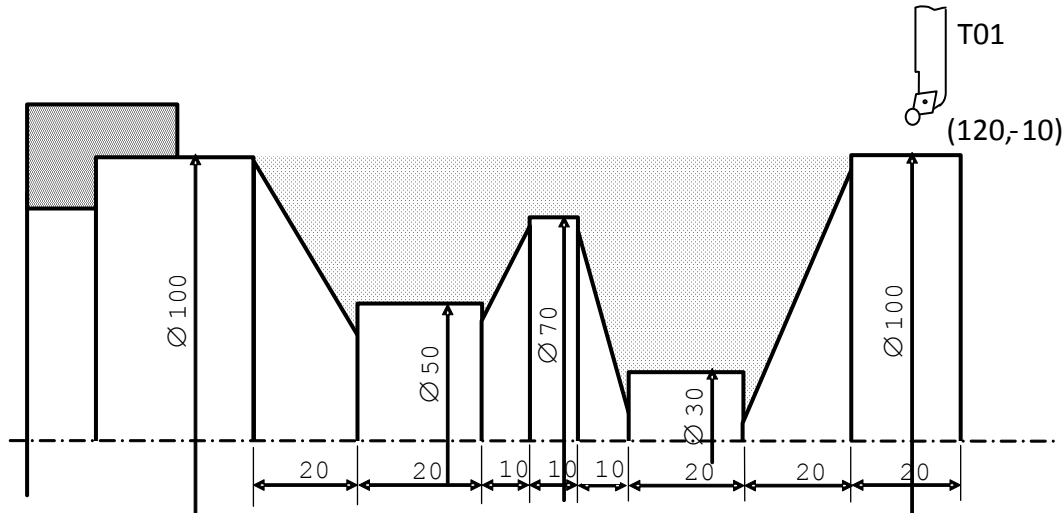
T01; //使用 1 號刀具
G50 S5000; //轉速最高限制 5000 rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min，主軸正轉
G00 X60.0 Z15.0; //快速定位至起始點
M08; //開啓切削劑
G71 U2.0 R1.0 H0; //X 軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm，H 可不指定，如 G71 U2.0 R1.0 爲等效之程式寫法
G71 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.3; //執行橫向(外徑)粗車削循環，其區塊爲序號 N01→N02，X 軸向之精車預留量爲 0.8 mm，Z 軸向之精車預留量爲 0.1mm，進給率 0.3 mm/rev
N01 G00 X17.0; // ← TYPE I
    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;
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
    
```

欲車削之輪廓

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

範例二：

TYPE II



程式說明：

```
T01; //使用 1 號刀具
G50 S5000; //最高轉速限制 5000rpm
G96 S130 M03; //周速一定，表面速度 130 m/min
M08; //開啓切削劑
G00 X120.0 Z-10.0; //快速定位至起始點
G71 U2.0 R1.0 H1; //X 軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm
G71 P01 Q02 U0.8 W0.1 F0.3;
//執行橫向(外径)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; ← TYPE II
    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;
G28 X150.0 Z40.0; //刀具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;	//程式結束

G72：徑向(端面)粗車削循環

指令格式：

G72 W d R e H ;
 G72 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

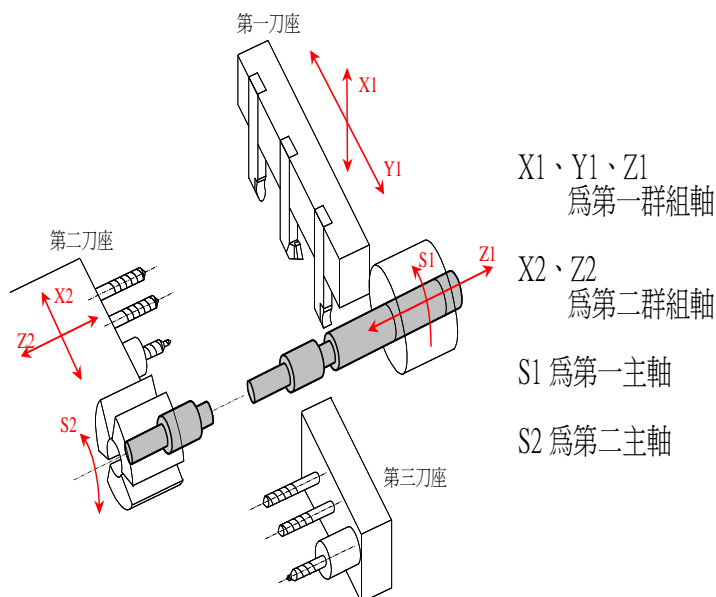
H：加工方式，填 0 將執行 TYPE I 加工方式、填 1 將執行 TYPE II 加工方式、不指定 H 時，系統將自行判斷加工方式

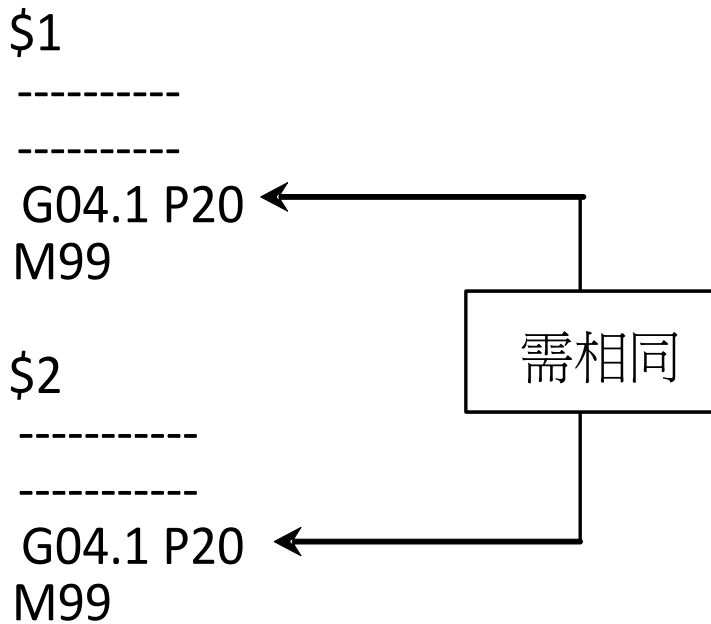
說明：

G72 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 G72 來執行車削加工。

圖示：

1. TYPE I：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)。



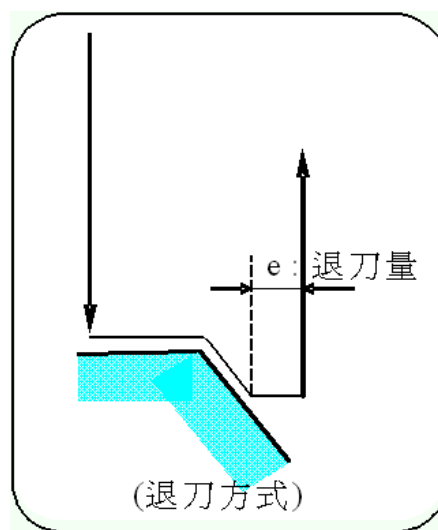
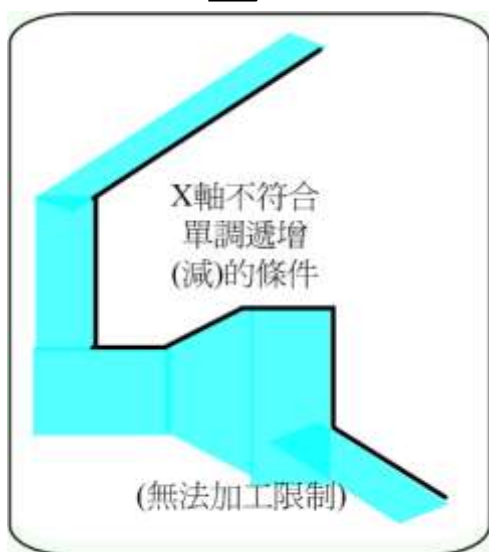


動作說明：

1. 循環前應先將刀具快速定位 (G00) 至 A 點 (起始點)；
2. 執行 G72 指令後，刀具依所設定的精車削預留量 (X 軸為 $\Delta U/2$ ，Z 軸為 ΔW) 為其偏移量，偏移至 C 點；
3. 刀具再向 Z 軸向移動 Δd 距離後，進給至輪廓面；
4. 再以 45° 向 Z 軸方向退刀 e 距離後，X 軸進給相反方向退至 X 軸平行相鄰起始點之點；
5. 再 Z 軸向移動 Δd 距離繼續下一重複循環；
6. 到最後一循環結束，刀具便沿著輪廓 A' → B 車削一次；
7. 完畢後，刀具會快速定位至 A 點，等待下一次循環開始。

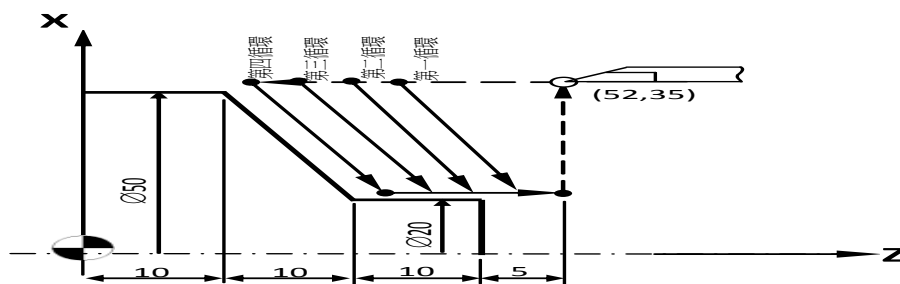
2. TYPE II：通常用於從工件材料中間的加工，在 TYPE II 中，只有 X 軸必須要符合單調遞增(減)的條件。

//使用直角座標
//系X-C' 平面編寫程式

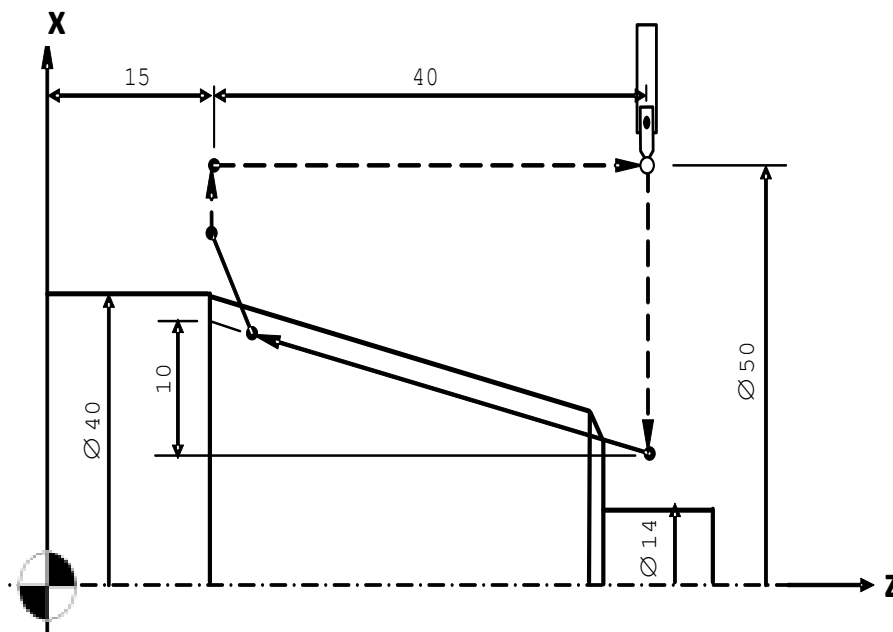


※注意事項：

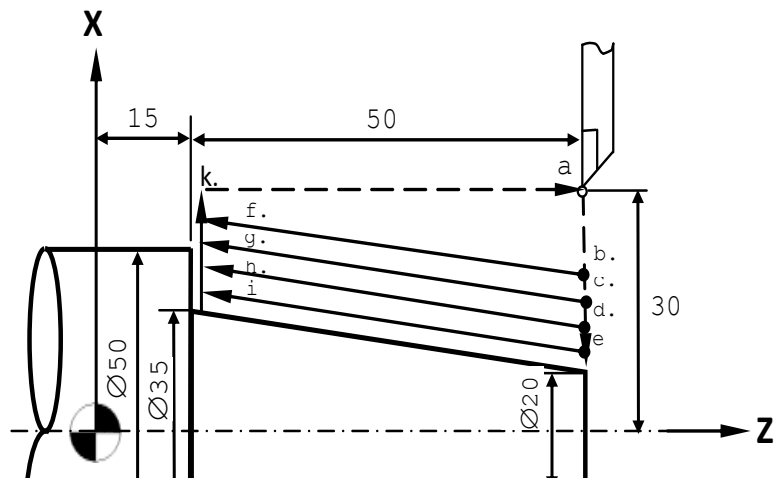
1. 當 ns 和 nf 未被指定時，G72 單節內中所指定的 W 是切削深度 Δd ，反之則是 Z 軸向的預留量。
2. 輪廓路徑是由 ns 和 nf 之間的區塊(Blocks)所描述，由 A 點到 A' 點再到 B 點。
3. 在 ns→nf 之間區塊(Block)所下的 F、S、T 機能是無效的，這些指令只有寫在粗車削循環(G72)之單節內才會生效。
4. 而在每個區塊(Block)所使用的切削模式 G00/G01 將被使用在設定刀具沿著此一區塊(Block)做粗切削時所使用的切削模式。
5. 在 ns→nf 之間各個單節不能作副程式的呼叫。
6. G72 指令所包含的指令單節，若有刀尖補正之指令均將無效，但其補正值將加入預留之尺寸中。



7. 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。



範例一：TYPE I

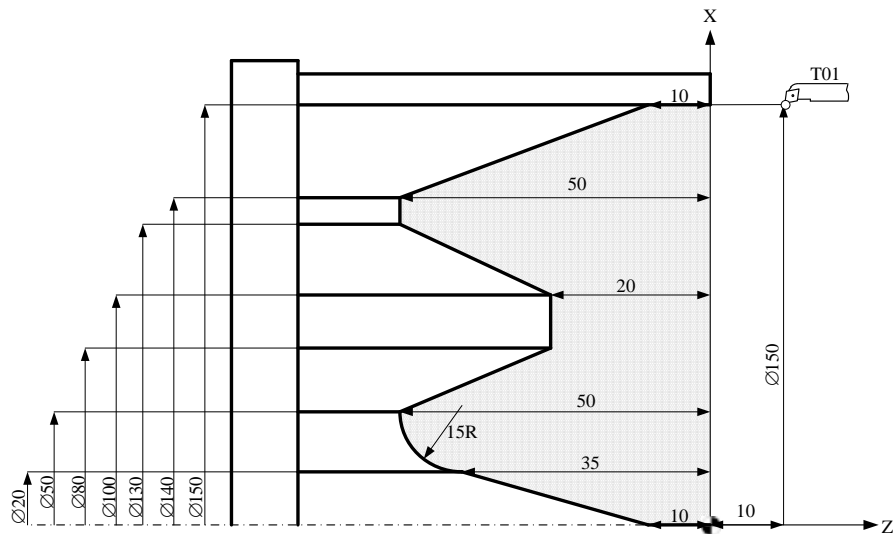


程式說明：

```

T01; //使用 1 號刀具
G50 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; //開啓切削劑
G72 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 G72 U3.0 R1.0 為等效之程式寫法
G72 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
N01 G00 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;
N02 X12.0 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
    
```

範例二：TYPE II



程式說明：

```
T01;           //使用 1 號刀具
G50 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;          //開啓切削劑
G00 X150.0 Z10.0; //快速定位至起始點
G72 U2.0 R1.0 H1; //Z 軸向切削深度 2.0 mm，退刀量 1.0 mm
G72 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

```
N01 G00 X150.0 Z0.0;
    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;
```

} 欲車削之輪廓

```
N02 X0.0 Z0.0;
M09;           //關閉切削劑
M05;          //主軸停止
M30; //程式結束
```

G73：成形輪廓粗車削循環

指令格式：

```
G73 UΔi WΔk Rd ;
G73 P(ns) Q(nf) UΔu WΔw F     S     T     ;
```

Δi ：X 方向(外徑)之切削量，可由系統參數#4015 指定預設值

Δk ：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

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

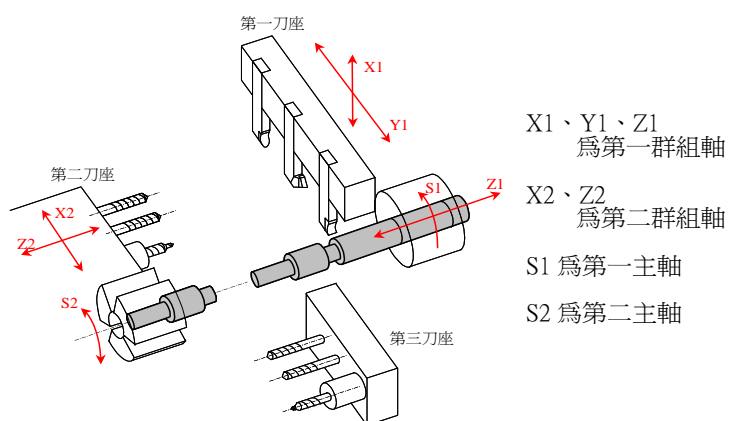
T：刀具號碼

S：主軸轉速設定

說明：

G73 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 G71、G72 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 G73 (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。

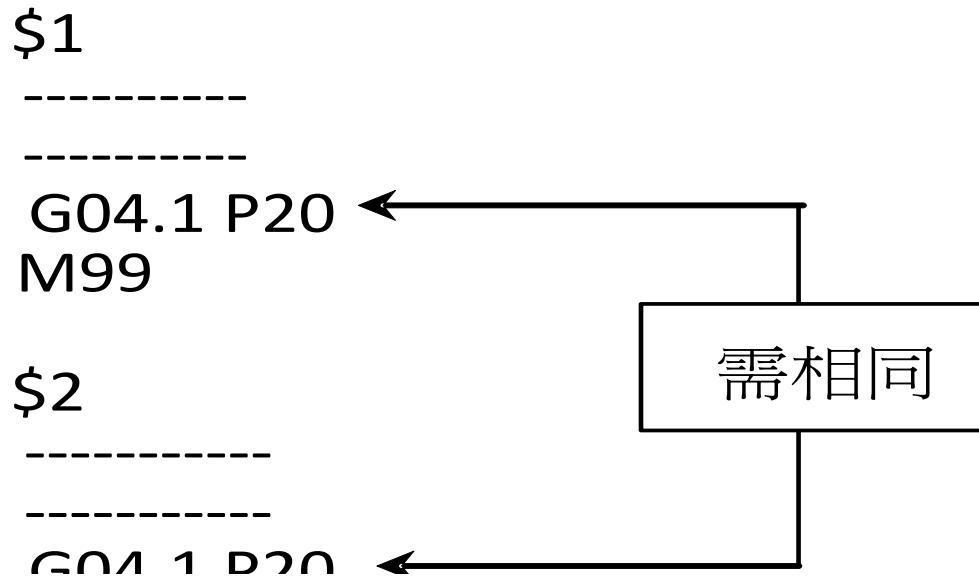
圖示：



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 G73 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 ΔW)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。

範例：



程式說明：

```

T01;           //使用 1 號刀具
G50 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;          //開啓切削劑
G73 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
G73 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
N01 G00 X40.0 Z5.0;
    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;
N02 G01 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
    
```

欲車削之輪廓

G74：端面(Z 轴)啄式加工循环

指令格式：

G74 Re ;
 G74 X(U)___ Z(W)___ P Δ i Q Δ k Rd F___ ;

e：退刀量(Z 轴向切削 Δk 的退刀量) ← 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)

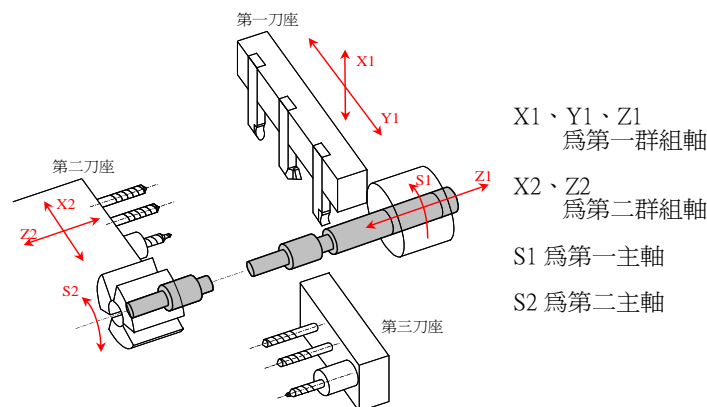
Δd ：切削至終點，X 轴向之退刀量(原路徑退回則此值為零)

F：進給率

說明：

G74 指令為端面(Z 轴)啄式加工循环，用於工件端面之溝槽切削或 Z 轴向啄式鑽孔循环；此指令執行後，Z 轴向每切削 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鑽削之工作。

圖示：



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 G74 後，切削刀具將由 A 點開始以啄式切削，每進刀 Δk 距離，即退刀 e 距離，切削至 C 點，(再 X 轴向逃離 Δd 距離後)，然後快速退刀至平

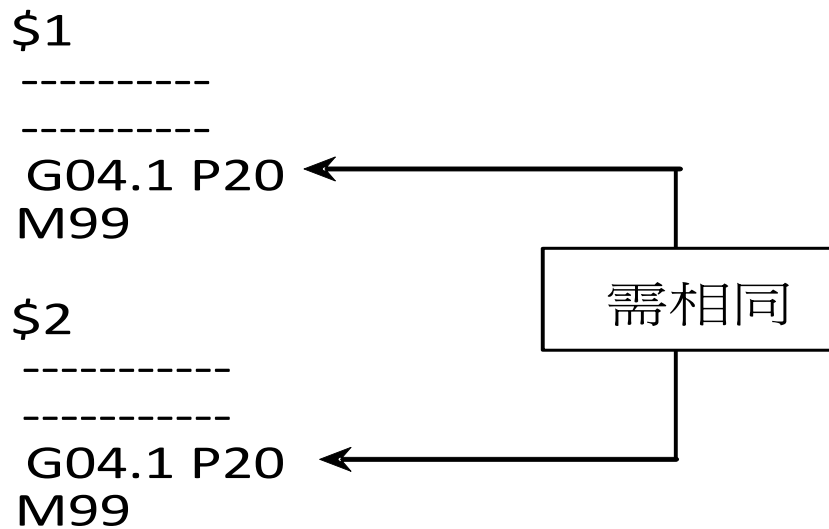
行相鄰起始點之位置；

3. 接著刀具再 X 軸向移動 Δi 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。

※注意事項：

1. e 及 Δd 用於參數 R 指定，有下 X__ 或 Z__ 時，R__ 表示是 X 軸退刀量。
2. G74 後面有 R 參數，表示是 Z 軸方向退刀量，此為模式 G 碼，下過一次以後，此程式內一直有效，換新程式則消失。
3. Q Δk 的值不設定，啄式動作取消，一次車到 Z 軸終點座標。

範例：



程式說明：

```

T05;           //使用 5 號刀具
G50 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
M08;          //打開切削劑
G00 X60.0 Z5.0; //快速定位至 A 點
G74 R1.0;
G74 X30.0 Z-20.0 P4.0 Q8.0 F0.1;
               //執行端面(Z 軸)啄式加工循環，每回進刀 8.0 mm
               //後，退刀 1.0 mm，一循環後 X 軸移動 4.0 mm，進
               //給率 0.1mm/rev
M09;          //關閉切削劑
G28 X100.0 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

```


G75：橫向(X 軸)啄式加工循環

指令格式：

G75 Re ;
 G75 X(U)___ Z(W)___ P Δ i Q Δ k R Δ d F___ ;

e：退刀量(X 軸向切削 Δi 後之退刀量) ← 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)

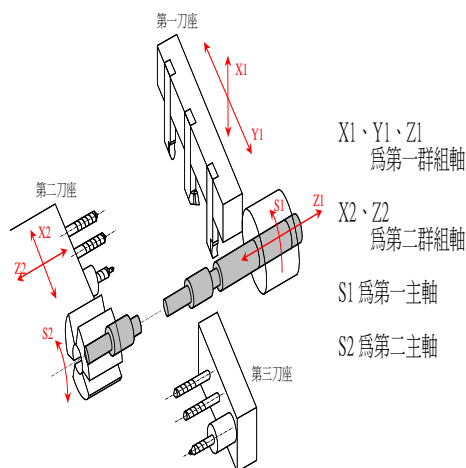
Δd ：切削至終點，Z 軸向之退刀量(原路徑退回則此值為零)

F：進給率

說明：

G75 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 軸啄式鑽孔。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；此使便需要用到 G75 指令來完成。

圖示：



動作說明：

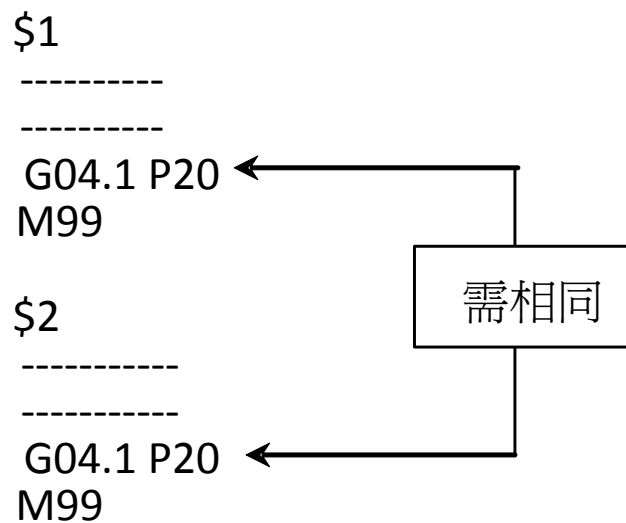
1. 循環前先將刀具快速定位至 A 點(起始點)；
2. 執行 G75 後，切削刀具將由 A 點開始以啄式切削，每進刀 Δi 距離，即退刀 e 距離，切削至 X_ 指定座標，(再 Z 軸向逃離 Δd 距離後)，然後快速退刀至平行相鄰起始點之位置；

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。

※注意事項：

1. e 及 Δd 用於參數 R 指定，有下 X__ 或 Z__ 時，R 表示是 Z 軸退刀量
2. G75 後面祇有 R 參數，表示是 X 軸方向退刀量，此為模式 G 碼，下過一次以後，此程式內一直有效，換新程式則消失。
3. $Q\Delta k$ 的值不設定，啄式動作取消，一次車到 X 軸終點座標。

範例：



程式說明：

```

T05;           //使用 5 號刀具
G50 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
M08;          //打開切削劑
G00 X70.0 Z20.0; //快速定位接近工件
      Z-20.0;   //定位至切削起始點
G75 R1.0;
G75 X30.0 Z-35.0 P8.0 Q4.0 D0.0 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 軸移動 4.0 mm，
              進給率 0.15 mm/rev
M09;          //關閉切削劑
G28 X80.0 Z50.0; //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

```

G76：复合型螺紋切削固定循環

指令格式：

$$\begin{array}{l} G76 P \underline{m} \underline{r} \underline{a} Q \underline{\Delta d_{min}} R \underline{d} ; \\ G76 X(U) \underline{\quad} Z(W) \underline{\quad} R \underline{\Delta i} P \underline{\Delta k} Q \underline{\Delta} \left. \begin{array}{l} \underline{F} \underline{\quad} \\ \underline{E} \underline{\quad} \end{array} \right\} ; \end{array}$$

P：

- 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。

Δd_{min} ：最小切削深度  Δd_{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)

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)

說明：

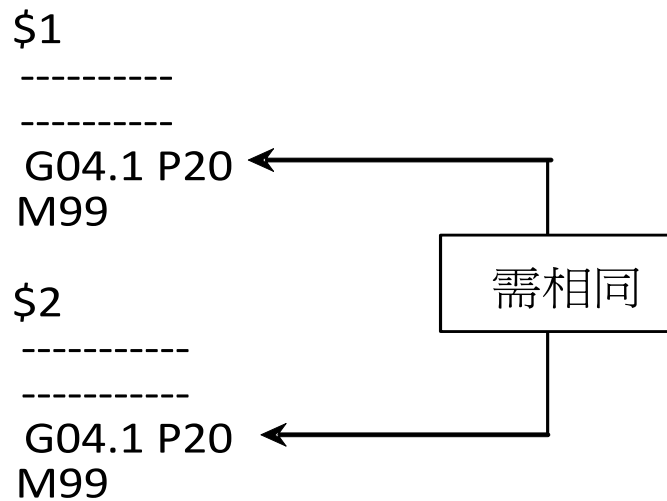
G76 复合型螺紋切削循環可自動產生許多次螺紋切削路徑完成螺紋加工。我們給定所需之參數，控制器便會幫我們計算出切削此一螺紋所需次數、每次的切削深度及每次切削起始點。

數值車床之螺紋車製方法有三：

1. G32(螺紋車削)：車削螺紋時，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. G92(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. G76(复合型螺紋切削循環)：僅需要一個指令，即可完成螺紋之全部之車削，可使程式大為減化。

圖示：

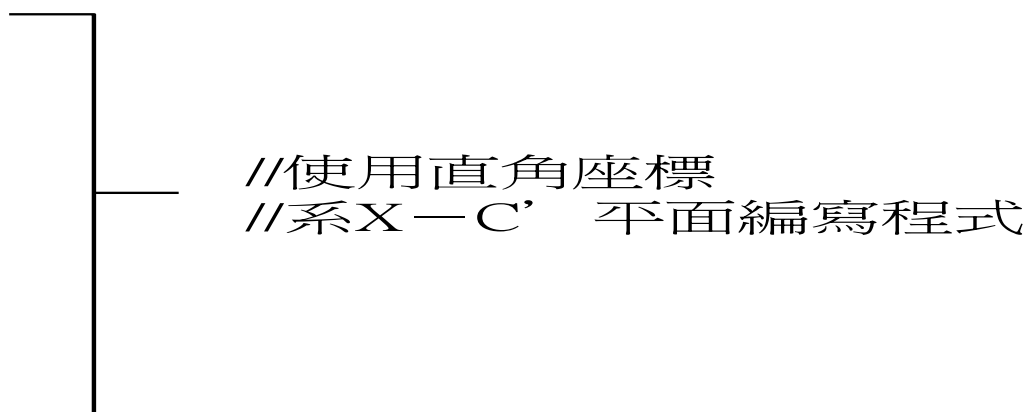
1. 切削路徑：



動作說明：

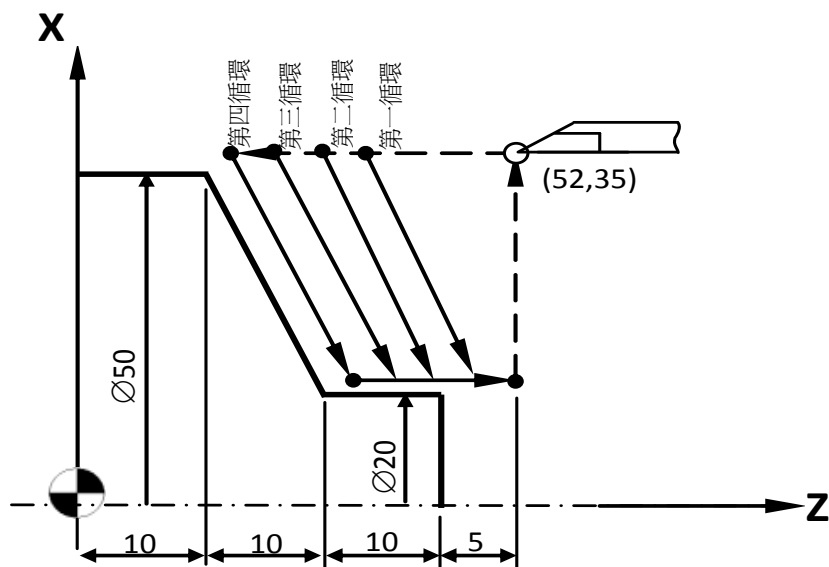
1. 循環前先將刀具快速定位至 A 點(起始點)；
2. 執行 G76 後，切削刀具將沿著 A→B→E→A，依每一回進刀量進給先完成粗車削螺紋；
3. 粗車完成後依所設精車預留量及精車次數之值，依次作等面積切削，完成螺紋之精車；
4. 最後一刀(A→C→D→E→A)結束，刀具停留在 A 點，等待下一循環的切削。

2. 螺紋之進刀方式與每一回的切削深度：



範例一：

可比較 G92 (螺紋車削循環) 之範例一，三線螺紋



程式說明：

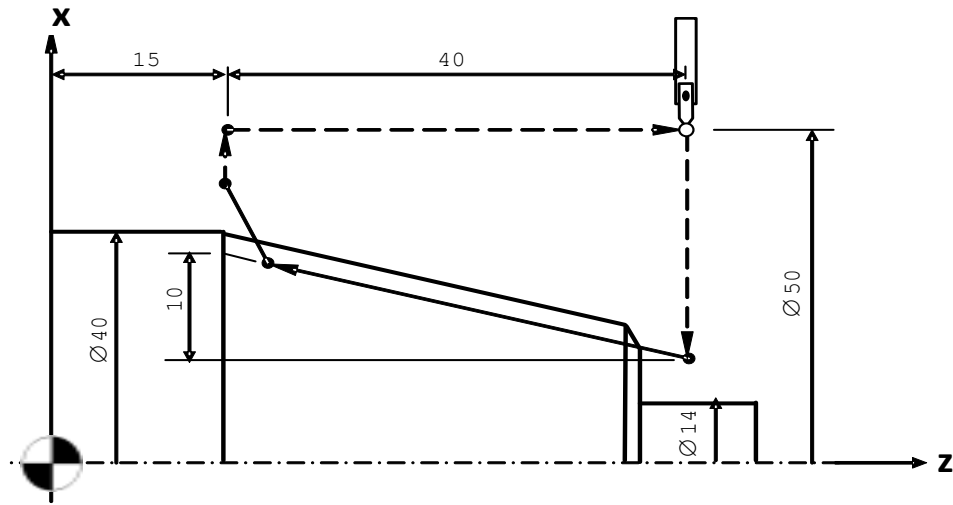
```

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
G76 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
G76 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

```

範例二：

可比較 G92 (螺紋車削循環) 之範例二，單線螺紋，Pitch=2.5 mm



程式說明：

```

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
G76 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
G76 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

```

G80~G89：鑽孔用固定循環

鑽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式簡化。

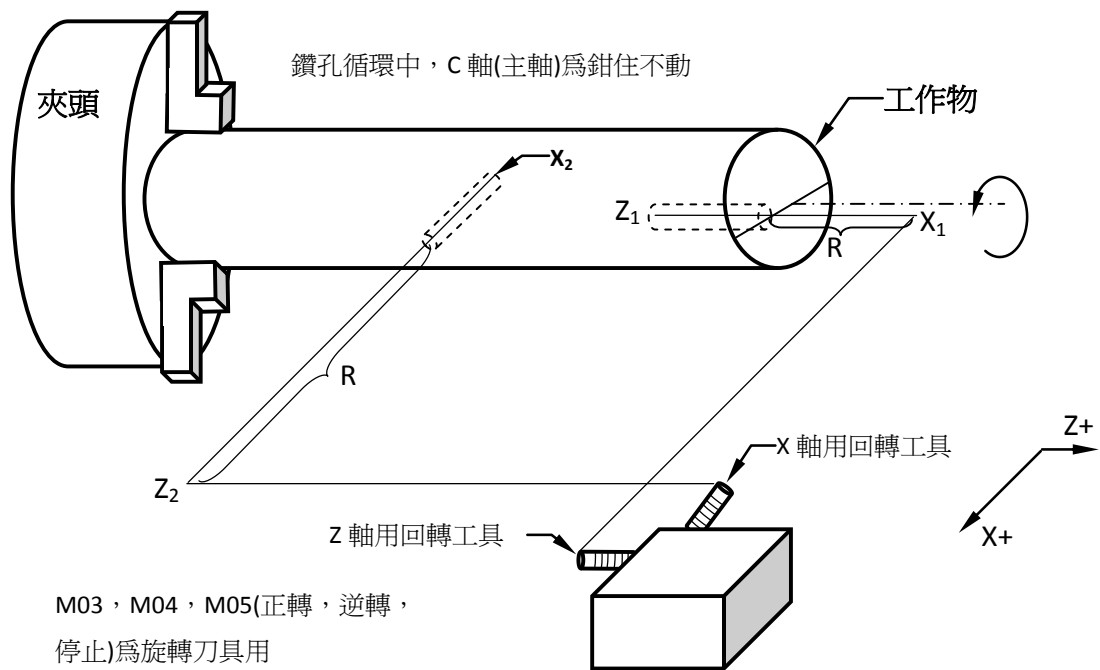
鑽孔循環一覽表

項目	鑽孔方向	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	鑽孔循環
G84	Z	鑽頭反轉	切削進給	攻牙循環
G85	Z	暫停	切削進給	搪孔循環
G87	X	暫停	快速進給	鑽孔循環
G88	X	鑽頭反轉	切削進給	攻牙循環
G89	X	暫停	切削進給	搪孔循環

註 1：以 M04 指令進行鑽頭反轉。

註 2：有無 Q_ 的指令決定 G83、G87 的鑽孔動作是切削進給還是間歇進給。

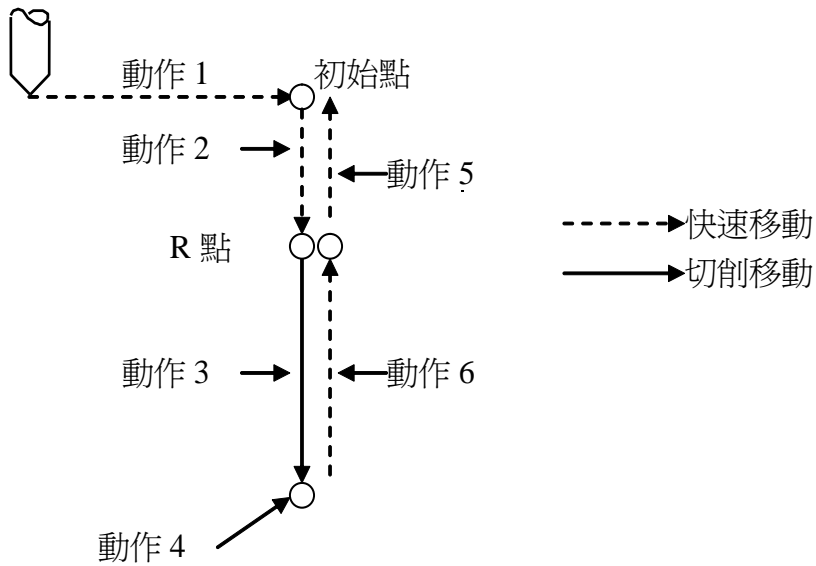
鑽孔循環概略圖：



※G83/G87、G84/G88、G85/G89 的分別在於鑽孔軸是 Z 軸還是 X 軸的分別。

一般而言，鑽孔加工循環由如下六個動作的連續構成：

- 動作 1 決定 X (Z) 、C 軸位置
- 動作 2 快速移動至 R 點
- 動作 3 鑽孔加工
- 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



G83/G87：正面/側面鑽孔循環

指令格式：

G83 X(U)___ C(H)___ Z(W)___ R___ Q___ P___ F___ K___ M___；

or

G87 Z(W)___ C(H)___ X(U)___ R___ Q___ P___ F___ K___ M___；

X(U)___C___or Z(W)___C___：洞孔位置的座標資料

Z(W)___C___or X(U)___C___：孔底位置絕對值(從 R 點到洞底的增量值)

R___：初始點到 R 點的增量值(直徑量，符號無效)

Q___：每次進給深度(半徑量，符號無效)

P___：洞底暫停時間(秒)

F___：進給速率

K___：重覆次數

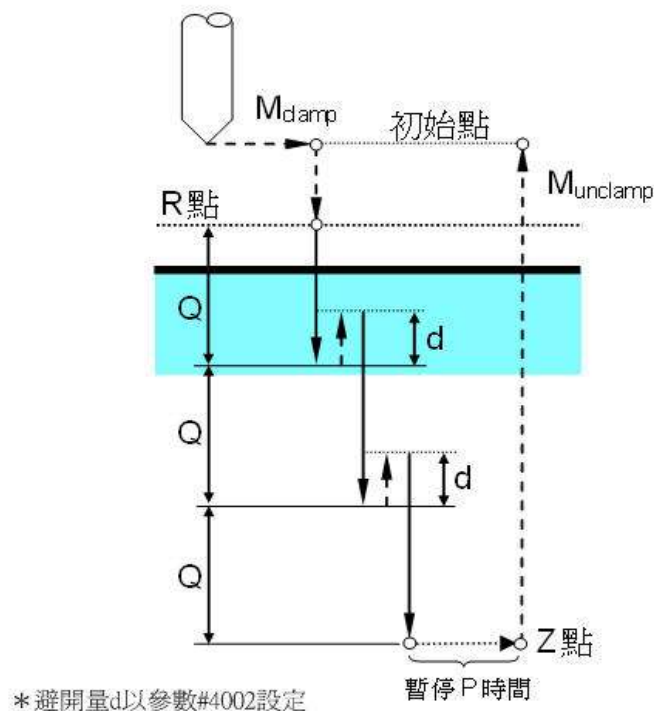
M___：C 軸鉗住 (Clamp) 的 M Code，Clamp Code 加 1 為 C 軸鬆開 (Unclamp Code)

說明：

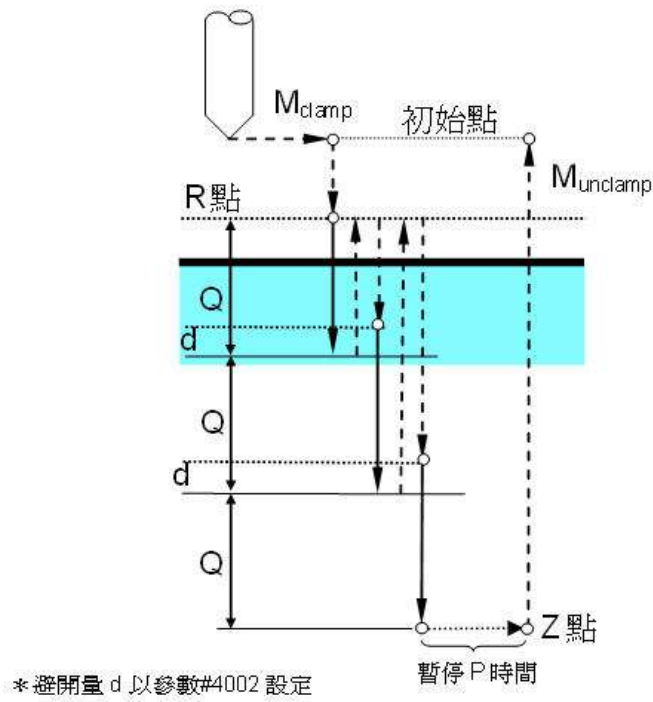
G83/G87 指令為**正面/側面鑽孔循環**，用於數值車床之鑽孔的工作，由旋轉的刀具對已鉗住主軸的工件(固定無法轉動)，做正面/側面的鑽孔工作。

圖示：

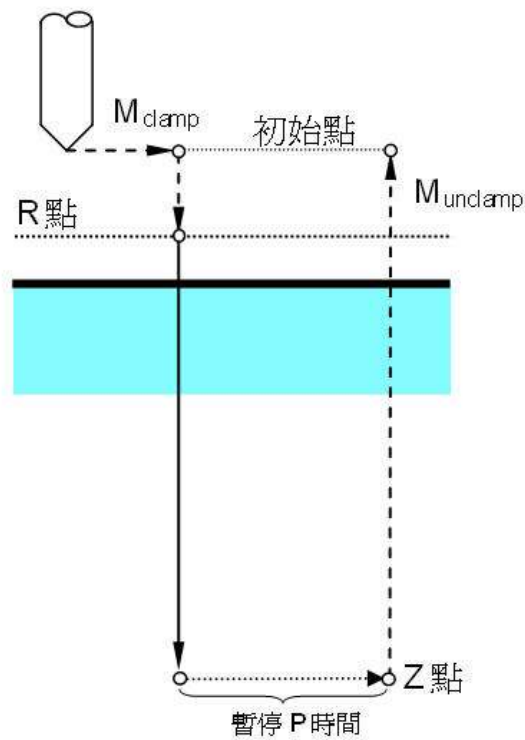
TYPE I：高速鑽深孔(Custom Parameter No.4001= 1)



TYPE II：一般深孔啄鑽 (Custom Parameter No. 4001=0)



TYPE III：鑽孔沒有指定 Q



程式範例：

假設 M31 為 C 軸 Clamp 命令，M32 為 C 軸 Unclamp 命令

```
S1000;          //主軸轉速 1000 rpm  
G00 X50.0;     //快速定位至起始點  
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
```

G84 / G88 : 端面 Z 向/側面 X 轴向攻牙循环

指令格式：

G84 X(U)___ C(H)___ Z(W)___ R___ P___ F___ K___ M___ Q___ ;

or

G88 Z(W)___ C(H)___ X(U)___ R___ P___ F___ K___ M___ Q___ ;

X(U)___C___or Z(W)___C___ : 洞孔位置的座標資料

Z(W)___C___or X(U)___C___ : 孔底位置絕對值(從 R 點到洞底的增量值)

R___ : 初始點到 R 點的增量值(直徑量, 符號無效)

P___ : 洞底暫停時間(秒)

F___ : 進給速率(mm/rev), 相當於公制牙的牙距

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)

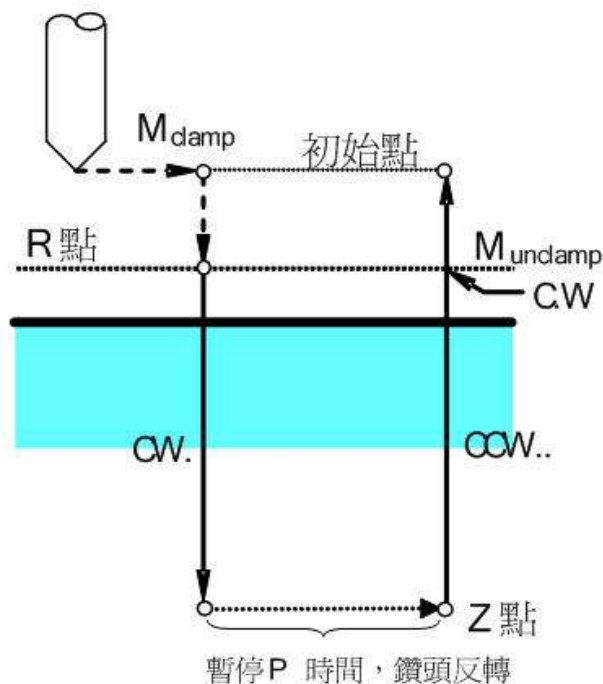
Q___ : 啄式攻牙每次進給距離(增量且為正值, 不填則為一般攻牙)

說明：

G84 / G88 指令為端面 Z 向/側面 X 向 攻牙循环, 用於數值車床之攻牙的工作, 由旋轉的刀具對已鉗住主軸的工件(固定無法轉動), 做正面/側面的攻牙工作。

圖示：

TYPE I : 無 Q 引數



動作說明：

1. 動作開始，Z 軸先以 G00 動作前進到進刀點 R 點(R 祇能輸入增量值)
2. 開始攻牙，牙距為指定之 F__ 值
3. 直到 Z 軸到達 G84 內 Z 深度(Z 絕對 / W 增量)
4. 主軸停止
5. 暫停 P 秒(有小數點，單位：1 秒，沒有小數點，單位: 0.001 秒)
6. 主軸自動反轉 CCW (CNC 內部下達 M04)
7. 以攻牙進刀速率退回進刀點 R 點
8. 主軸自動正轉(M03)
9. 快速回到初始點

※注意事項：

1. 第一次攻牙，需先起動主軸正轉
2. 若初始點與進刀點 R 點同一點，則 R 值不必下
3. 車床若無動力刀座，G84 參數 X、C、K、M 不應該下
4. G84/G88 結束時，主軸再回復正轉狀態
5. G84/G88 由 G80 取消，或是程式碰到 G00/G01/G02/G03 自動取消 G84/G88
6. 目前 G84/G88 後面加入 M4，內定為反手牙加工指令，故使用上請避免 M 值引用此值。

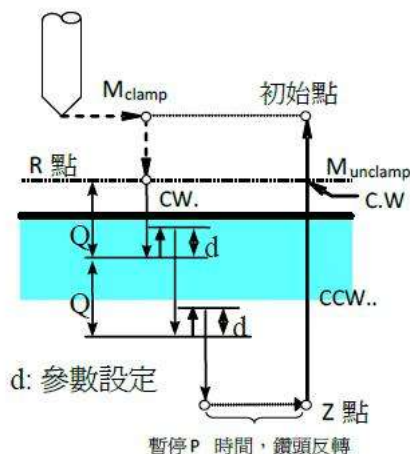
程式範例：

假設 M31 為 C 軸 Clamp 命令；M32 為 C 軸 Unclamp 命令

```
M03 S500; //啓動主軸正轉 500rpm  
G00 X50.0; //快速定位至起始點  
G84 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P10.0 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 M05; //取消攻牙模式，主軸停止  
M02; //程式終了
```

圖示：

TYPE II：高速啄攻(Custom Parameter No.4004 = 1)

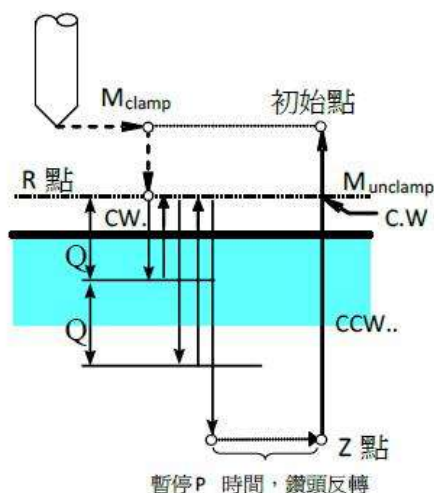


動作說明：

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之(X, C)點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01攻牙下降至相對於目前所鑽深度一個切削量Q的深度。
4. 主軸停止後再反轉鑽頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度(參數4005設定)。
5. 主軸停止後再反轉鑽頭，再以G01向下降到相對於目前所鑽深度一個切削量Q的深度。
6. 主軸停止後再反轉鑽頭，以G01向上升一個退刀量 d的深度(參數4005設定)。
7. 重複上述的鑽孔動作直到到達洞底Z點。
8. 暫停P秒再反轉鑽頭。
9. 以G01向上升到程式R點。
10. 以G00向上升初始點。

圖示：

TYPE III：一般啄攻(Custom Parameter No.4004 = 0)



動作說明：

1. 加工開始刀具先以G00移動到所指定之(X, C)點。
2. 以G00下降至所設定之R點。
3. 以G01攻牙下降至相對於目前所鑽深度一個切削量Q的深度。
4. 主軸停止後再反轉鑽頭，以G01向上升到工件表面 R點。
5. 主軸停止後再反轉鑽頭，再以G01向下降到相對於目前所鑽深度一個切削量Q的深度。
6. 主軸停止後再反轉鑽頭，以G01向上升到工件表面 R點。
7. 重複上述的鑽孔動作直到到達洞底Z點。
8. 暫停P秒再反轉鑽頭。
9. 以G01向上升到程式R點。
10. 以G00向上升初始點。

G85/G89：正面/側面搪孔循環

指令格式：

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

or

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

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

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

R___：初始點到 R 點的增量值(直徑量，符號無效)

P___：洞底暫停時間(秒)

F___：進給速率

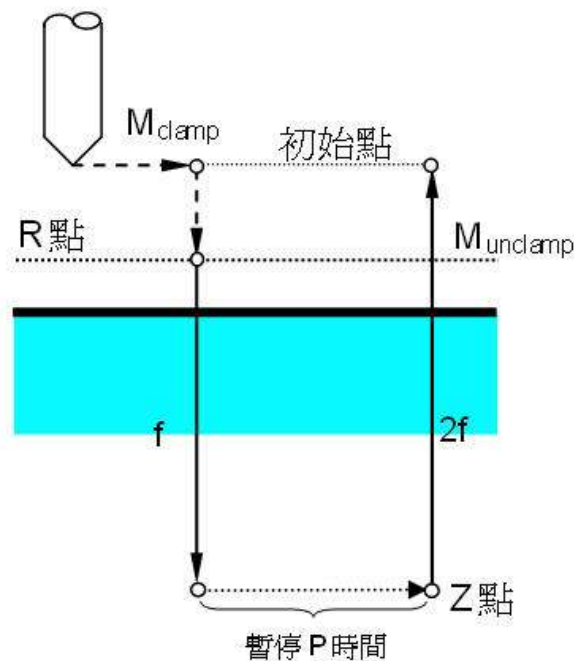
K___：重覆次數

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

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。

圖示：



程式範例：

```
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; //快速定位至起始點  
G85 Z-40.0 C0.0 R-5.0 P100 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
```

G90：外(內)徑車削循環

指令格式：

1. 軸向直線車削循環：G90 X(U)___ Z(W)___ F___；
2. 軸向錐度車削循環：G90 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：起始點與終點之半徑差異量

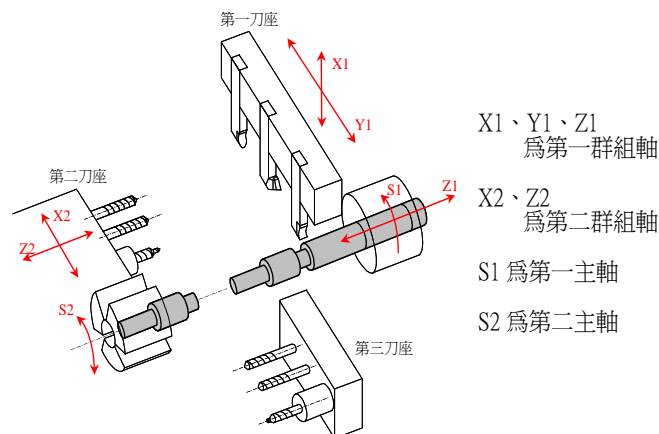
F：進給量

說明：

G90 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，使加工程式簡單化。

圖示：

1. 軸向直線車削循環



2. 軸向錐度車削循環

\$1

G04.1 P20 ←
M99

\$2

G04.1 P20 ←
M99

需相同

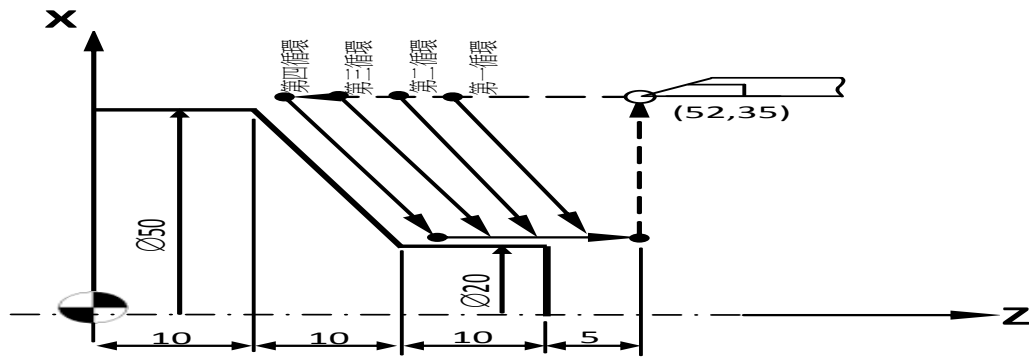
動作說明：

1. 循環前應先將刀具快定位至起始點；
2. 執行 G90 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。

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

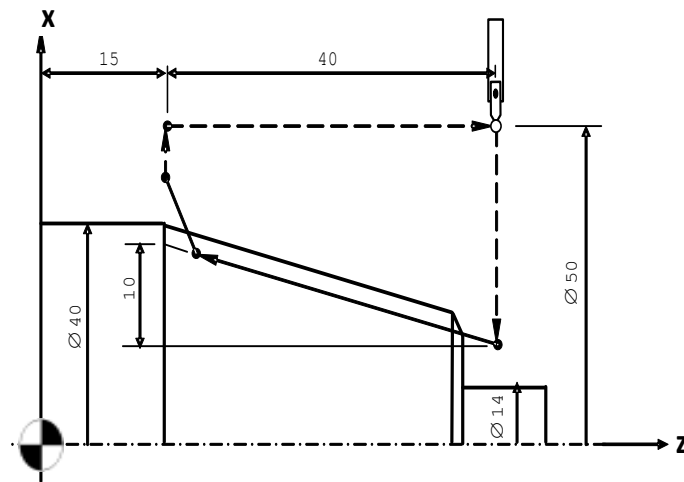
}

 //使用直角座標
 //系X-C' 平面編寫程式



範例一：

軸向直線車削循環



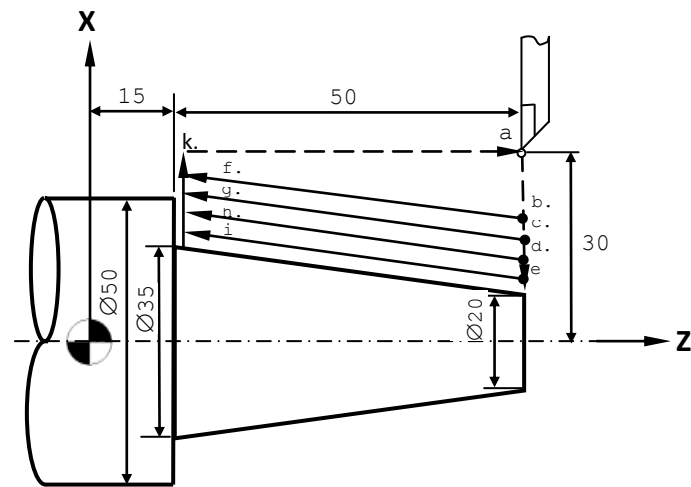
程式說明：

```

G50 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)
G90 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
    
```

範例二：

軸向錐度車削循環



程式說明：

```

G50 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)
G90 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

```

G92：螺紋車削循環

指令格式：

1. 直線平行螺紋車削循環：G92 X(U)___ Z(W)___ H___ $\left. \begin{array}{l} F \text{ ___} \\ E \text{ ___} \end{array} \right\}$ ；

2. 錐度螺紋車削循環：G92 X(U)___ Z(W)___ R___ H___ $\left. \begin{array}{l} F \text{ ___} \\ E \text{ ___} \end{array} \right\}$ ；

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：起始點與終點之半徑差異量

F：公制螺紋之導程(單位：mm/牙)

E：英制螺紋之導程(單位：牙/mm)

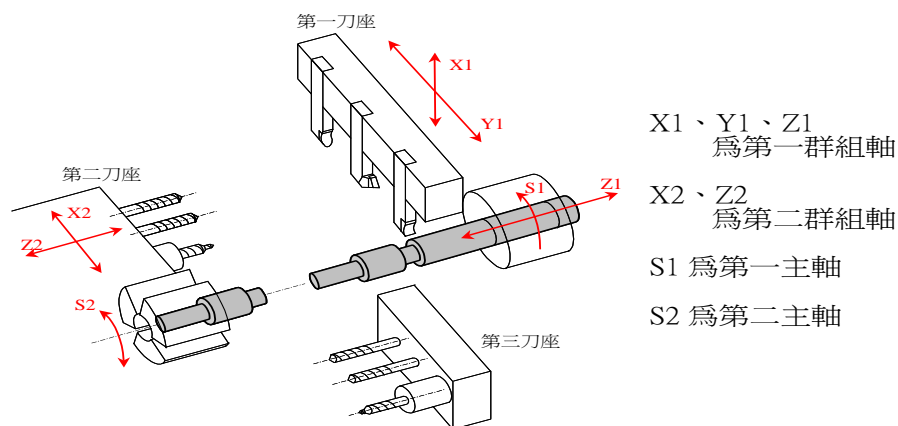
H：多牙嘴個數(ex：H3 表示車削 3 線螺紋，有下 H 指令時，F：指的是相鄰螺牙的螺距)

說明：

G92 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。

圖示：

1. 直線平行螺紋車削循環：G92 X(U)___ Z(W)___ F___ ；



2. 錐度螺紋車削循環：G92 X(U) ___ Z(W) ___ R ___ F ___ ；

\$1

G04.1 P20 ←

M99

\$2

G04.1 P20 ←

M99

需相同

動作說明：

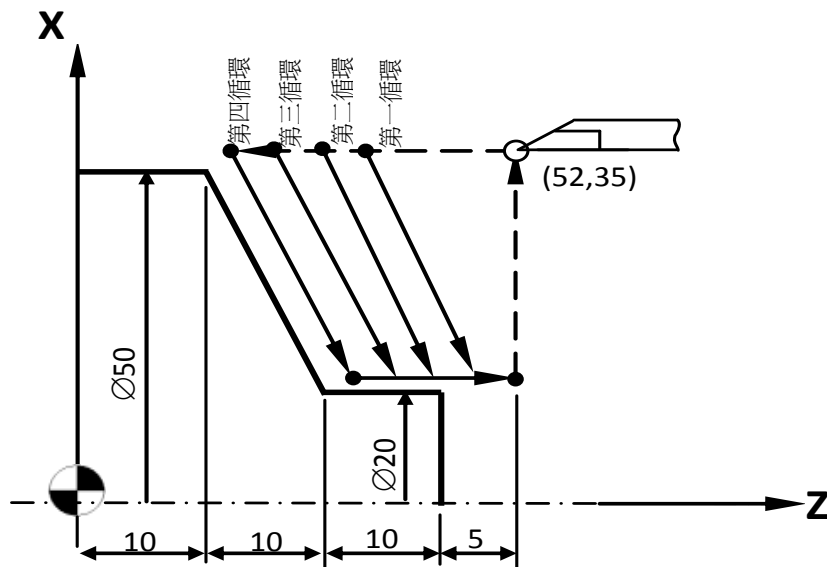
1. 循環前應先將刀具快定位至**起始點**；
2. 執行 G92 指令後，刀具先在 X 軸向快速移動至欲進刀的 X(U) 之座標位置；
3. 接著刀具以所指定之 F__**導程**之移動速率，朝所指定的 X(U)、Z(W) 座標位置進刀；
4. 進刀結束，刀具自動快速退回**起始點**；
5. 到起始點後，刀具就繼續依每次所改變之 X(U) 值(其改變之差值為每次進刀量，可參考本手冊 G32 螺紋切削指令內之**進刀量參考表**來指定)一次次重覆路徑之循環；
6. 車削到所指定之尺寸，刀具最後會停在**起始點**，等待下一次的循環。

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

//使用直角座標
//系 X—C' 平面編寫程式

範例一：

直線平行螺紋車削循環，三線螺紋



程式說明：

```
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
```



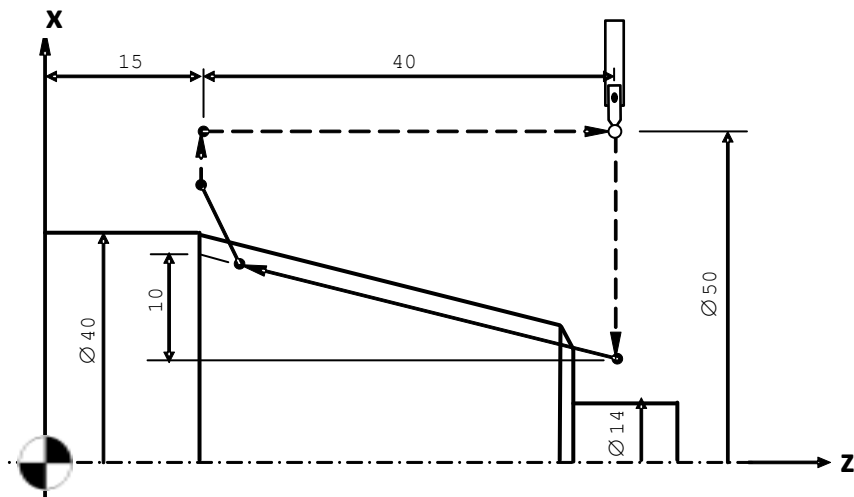
```

G92 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

```

範例二：

錐度螺紋車削循環，單線螺紋



程式說明：

```

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
G92 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

```

G94：端面車削循環

指令格式：

1. 徑向直線車削循環：G94 X(U)___ Z(W)___ F___；
2. 徑向錐度車削循環：G94 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

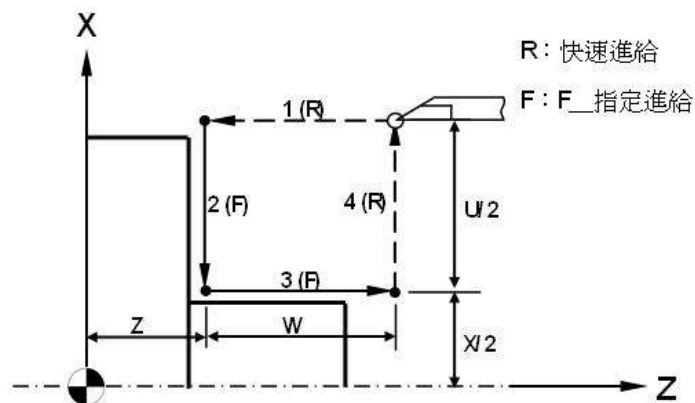
F：進給量

說明：

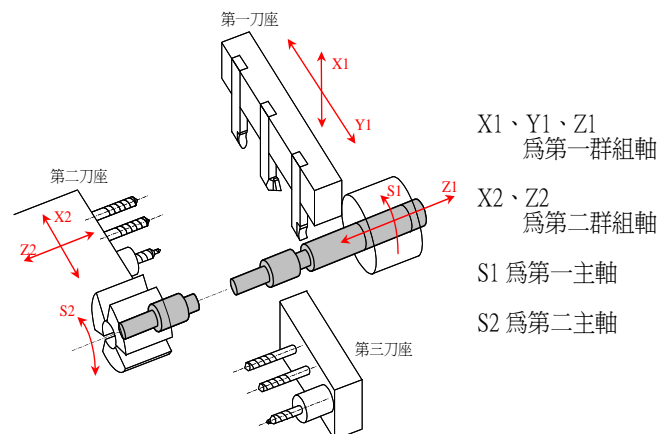
G94 指令用於車削端面之徑向循環，將須要重覆性的數個端面車削單節，簡單化爲一單節即可。

圖示：

1. 徑向直線車削循環：



2. 徑向錐度車削循環：



X1、Y1、Z1
爲第一群組軸

X2、Z2
爲第二群組軸

S1 爲第一主軸

S2 爲第二主軸

動作說明：

1. 循環前應先將刀具快速定位至**起始點**；
2. 執行 G94 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。

※ 在增量程式製作，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：

\$1

G04.1 P20
M99


\$2

G04.1 P20
M99

需相同

範例一：

徑向直線車削循環



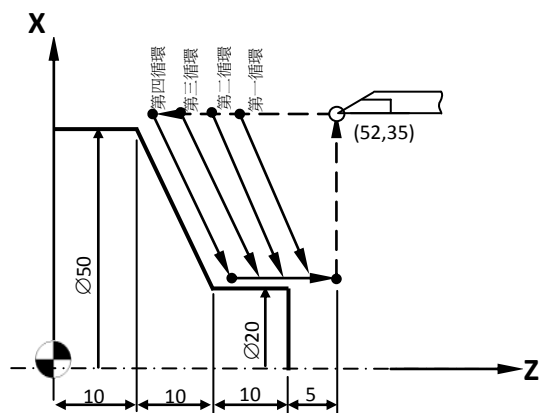
```
//使用直角座標  
//系X-C' 平面編寫程式
```

程式說明：

```
G50 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  
G94 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
```

範例二：

徑向錐度車削循環



程式說明：

```

G50 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
G94 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

```

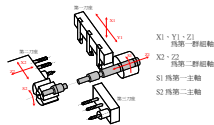
G96/G97：等表面線速度控制

指令格式：

G96 S__；等表面切削速度控制 ON
G97 S__；等表面切削速度控制 OFF

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，可依照公式：



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。

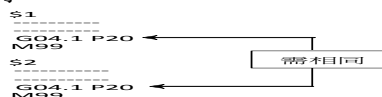
程式範例：

1. 採用主軸周速一定方式：

```
G50 S2000；//用 G50 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：

G50 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，則



經 G50 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 G50 來配合 G96 的使用

2. 採用主軸迴轉數一定方式：

```
G97 S1300 M03；//表示其主軸維持每分鐘 1300 轉
```

G98/G99：進給量單位設定

指令格式：

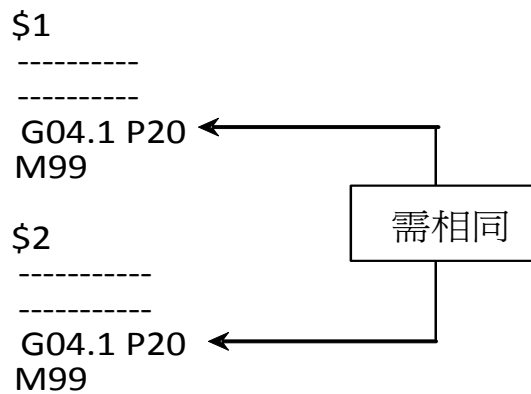
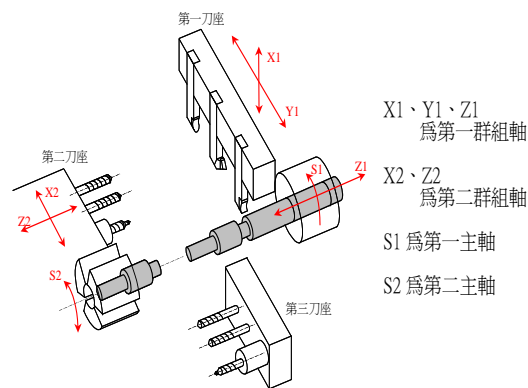
G98 F__；

G99 F__；

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 G98 指令為每分鐘進給量(單位 mm/min inch/min)，使用 G99 指令為每轉進給量(單位 mm/rev, inch/rev)。

圖例：



轉角倒角，轉角倒圓角，直線速度 (C, R, A)

在機械製圖所使用直線夾角、倒角值、圓角值以及其他尺寸可以在直接利用下列介紹功能將圖面值直接輸入；並且在直線有足夠角隅空間插入倒角值和圓角值，這程式只有在自動操作模式下有效。

轉角倒角(C)，轉角(R)的功能：

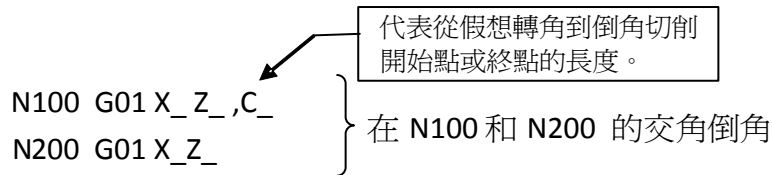
在連續任意角度的直線或圓弧，轉角形成的指令單節，在前面單節的最後附加上“，C_”或“，R_”，可以執行倒角 C 及轉角 R 的切削。倒角 C，轉角 R 在絕對值指令或增量值指令都可適用。

可由 E_ 位元址指定導角指令, C 及, R 的進給速率.

轉角倒角(,C__)

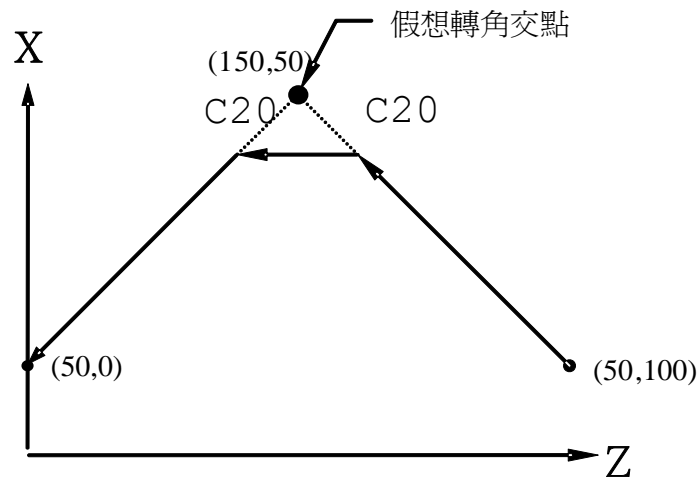
連續二個單節(不含圓弧)，在第一個單節，以“;C__”指令可以執行轉角倒角。

指令格式：



範例：

(直線與直線間的倒角)



程式說明：

1. 絕對值指令：

G28 X0.0 Z0.0 ;

G00 X50.0 Z100.0 ;

G01 X150.0 Z50.0 F0.1 ,C20.0 ;

G01 X50. Z0 ;

} 在這兩單節之移動路徑轉角切削 C20.0 之倒角

2. 增量值指令：

G28 X0.0 Z0.0 ;

G00 U50.0 W100.0 ;

G01 U100.0 W-50.0 F0.1 ,C20.0 ;

G01 U-100.0 W-50.0 ;

} 在這兩單節之移動路徑轉角切削 C20.0 之倒角

轉圓角 R(,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。

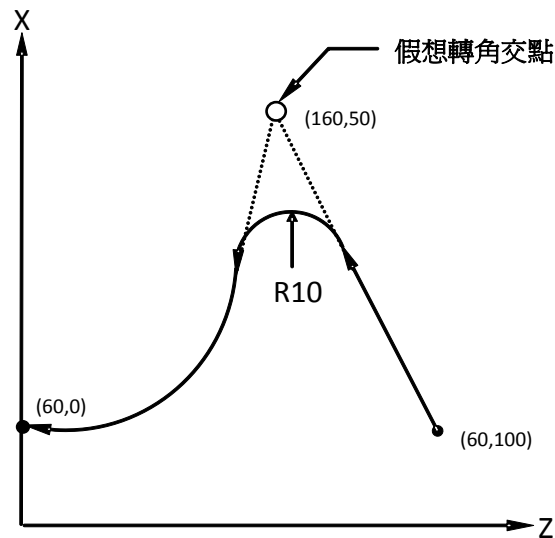
指令格式：

,R__ ;

R：代表轉角，圓弧半徑。

範例：

(直線與圓弧間的轉角)



程式說明：

1. 絕對值指令

G28 X0.0 Z0.0 ;

G00 X60.0 Z100.0 ;

G01 X160.0 Z50.0 F0.1 ,R10.0 ;

G02 X60.0 Z0.0 I0.0 K-50.0 ; } 在這兩單節之移動路徑轉
角切削 R10.0 之圓弧角

2. 增量值指令

G28 X0.0 Z0.0 ;

G00 U60.0 Z100.0 ;

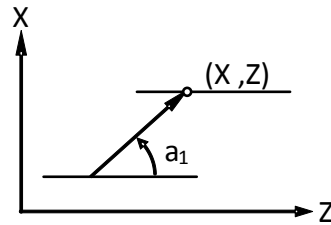
G01 U100.0 W-50.0 F0.1 , R10.0 ;

G02 U-100.0 W-50.0 I0.0 K-50.0 ; } 在這兩單節之移動路徑轉
角切削 R10.0 之圓弧角

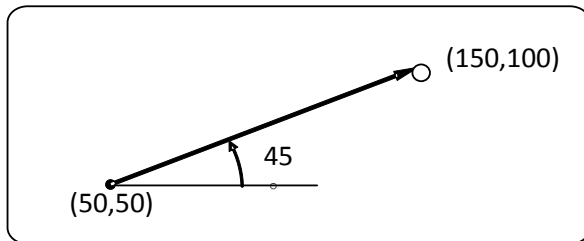
直線角度功能(,A) :

指令格式 :

G01 Z__ (X__) ,A_{a1} ; //指定角度和 X 軸或 Z 軸的座標。



範例 :



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

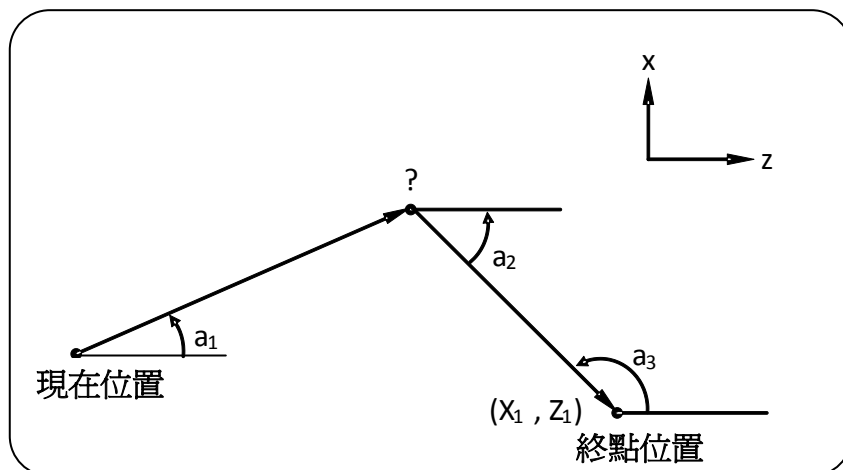
幾何機能指令：

在連續直線補間指令，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。

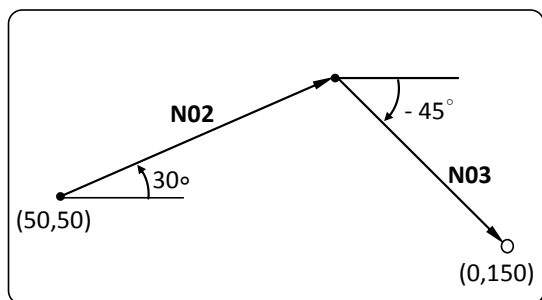
指令格式：

```

    a1
G01 ,A___ F___ ; //指定角度
X X1 Z Z1 , -A2 ; //指定下一個單節終點絕對座標值和角度
    
```



範例：



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)
    
```

※注意事項：

- (1) 本功能僅在 G01 指令才有效，對於其他的補間及位置定位均無效。
- (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) 如使用第二種指定法必須指定第二單節的終點為絕對座標。

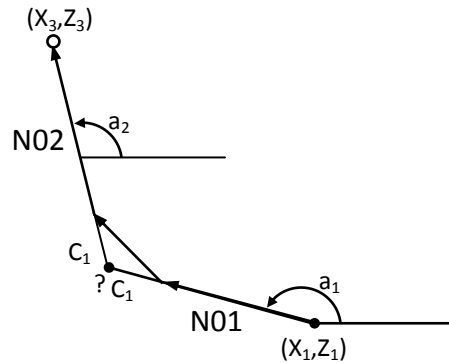
相關用法：

TYPE I：

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

(1). 指令格式：

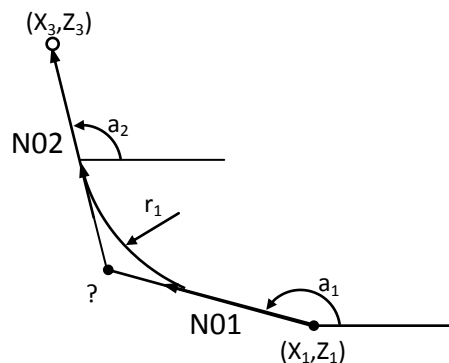
N01 ,Aa₁ ,Cc₁ ;
N02 Xx₃ Zz₃ , Aa₂ ;



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)。

(2). 指令格式：

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)。

TYPE II :

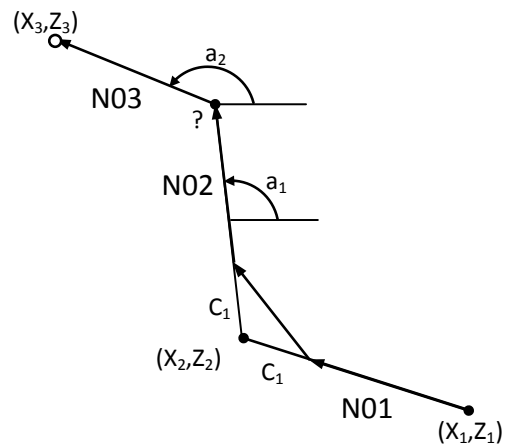
轉角倒角、轉角 R 指令後，可繼續作直線角度指令

指令格式：

N01 Xx₂ Zz₂, Cc₁ ;

N02 ,Aa₁ ;

N03 Xx₃ Zz₃, Aa₂ ;



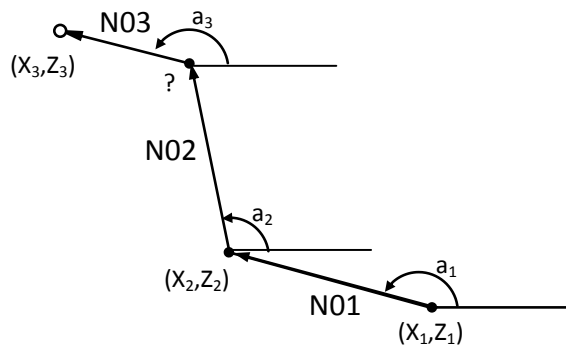
說明：依指令之設定到達指定位置 $(X_2, Z_2) \rightarrow (X_3, Z_3)$ ，和前兩條路徑相接轉角為一倒角『 C_1 』，再加上其後兩次移動路徑各與水平軸向相差所設定之角度『 a_1 』、『 a_2 』，由控制器利用所設定數值，來計算求得後兩條移動路徑之未知交點“？”座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (X_3, Z_3)

TYPE III :

直線角度指令後，可繼續作直線角度指令

指令格式：

N01 Xx₂ Aa₁ ;
 N02 ,Aa₂ ;
 N03 Xx₃ Zz₃, Aa₃ ;

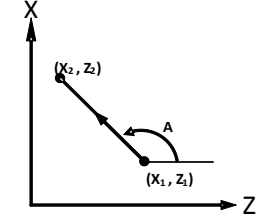
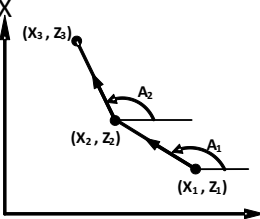
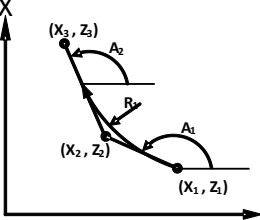
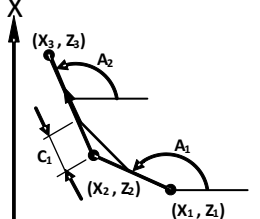


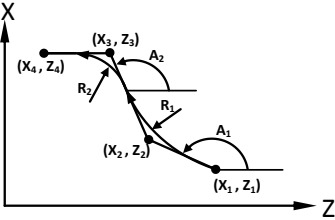
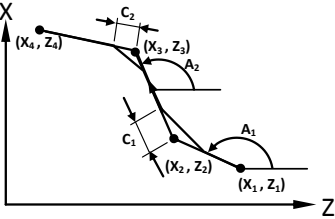
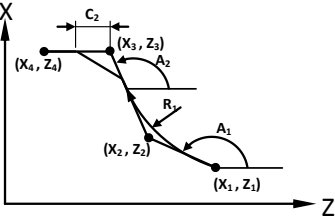
說明：依指令之設定第一條移動路徑的終點一軸座標值“ x_2 ”，及其與水平軸的角度『 a_1 』，再加上第三條移動路徑的終點的座標值 (x_3, z_3) ，和其與前一路徑之各與水平軸的角度『 a_2 』、『 a_3 』；由控制器利用所設定數值，來計算求得後兩條移動路徑之未知交點“?”座標位置，刀具便沿此三條路徑切削到達終點位置 (x_3, z_3)

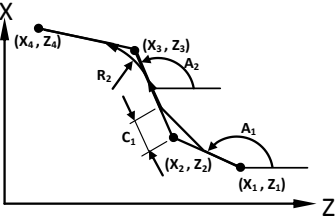
※注意：

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 $\pm 1^\circ$.
 - (0). X₋ , A₋ ; (當角度為 $0^\circ \pm 1$, $180^\circ \pm 1$, 會發生警報)
 - (1). Z₋ , A₋ ; (當角度為 $90^\circ \pm 1$, $270^\circ \pm 1$, 會發生警報)
4. 若兩條線的角度在 $\pm 1^\circ$ 內，當計算交點會發生警報.
5. 若兩條線的角度在 $\pm 1^\circ$ 內，倒角與圓角可以忽略不管.

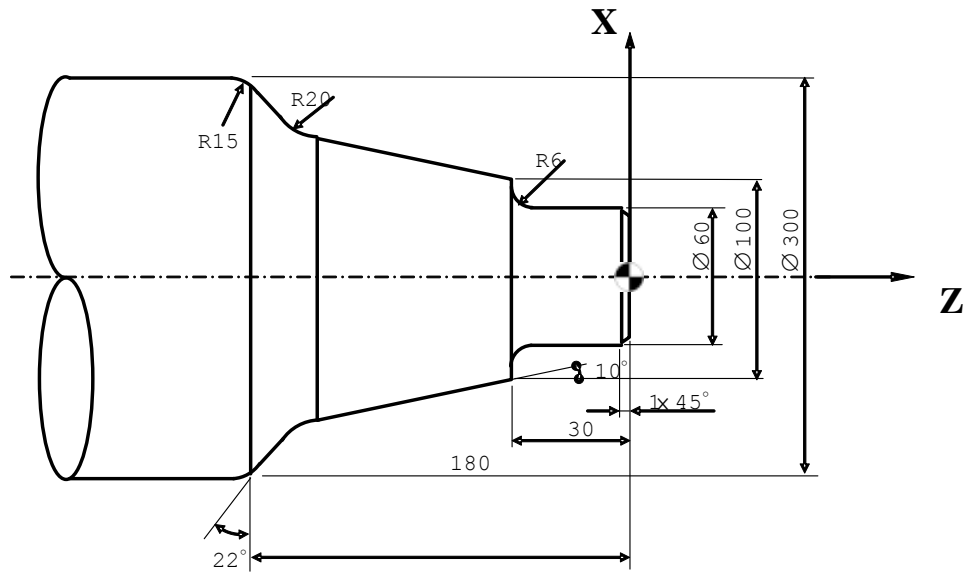
幾何機能用法一覽表

	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準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準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)
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準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準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)

	指令	刀具移動	說明
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準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準軸之角度『 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)
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準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準軸之角度『 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準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準軸之角度『 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
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準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準軸之角度『 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)

綜合範例：



程式說明：

(公制輸入直徑規格)

- N002 G01 X60.0 A90.0, C1.0 F0.08;
 //直線切削，其直線與水準軸相差 “+90° ”，在接續下一單節自動倒
 C1.0 倒角，進給率 0.08mm/rev
- N003 Z-30.0, A180.0 R6.0;
 //直線切削，其直線與水準軸相差 “+180° ”，在接續下一單節自動
 車削 R6.0 之圓角
- N004 X100.0, A90.0;
 //直線切削，車削到指定點，其直線與水準軸相差 “+90° ”
- N005 ,A170.0, R20.0;
 //直線切削，其直線與水準軸相差 “+170° ”，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
- N006 X300.0 Z-180.0, A112.0, R15.0;
 //直線切削，其直線與水準軸相差 “+112° ”，接續下一單節自動車
 削 R15.0 之圓角
- N007 Z-230.0, A180.0;
 //直線切削，其直線與水準軸相差 “+180° ”，車削到指定位置

刀具補正機能：T 碼指令**指令格式：**

T**；(兩碼格式)

T****；(四碼格式)

說明：

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

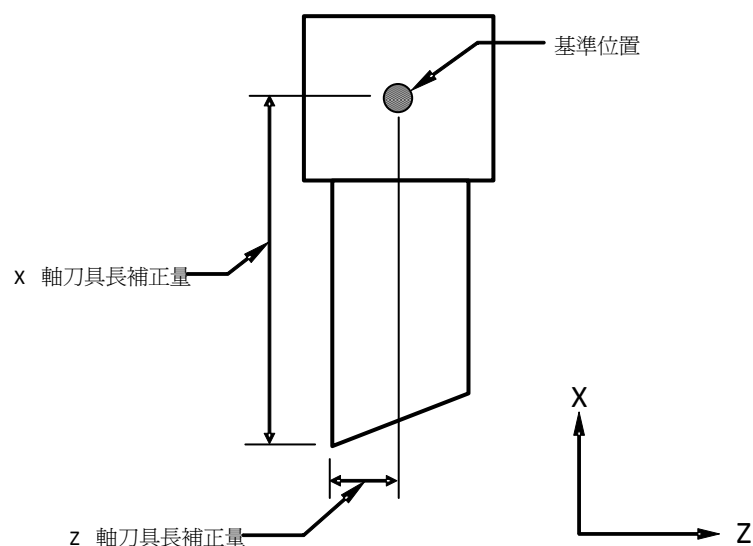
兩碼格式時，該兩碼同時選擇刀具號碼、刀長補正、與磨耗補正。

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。

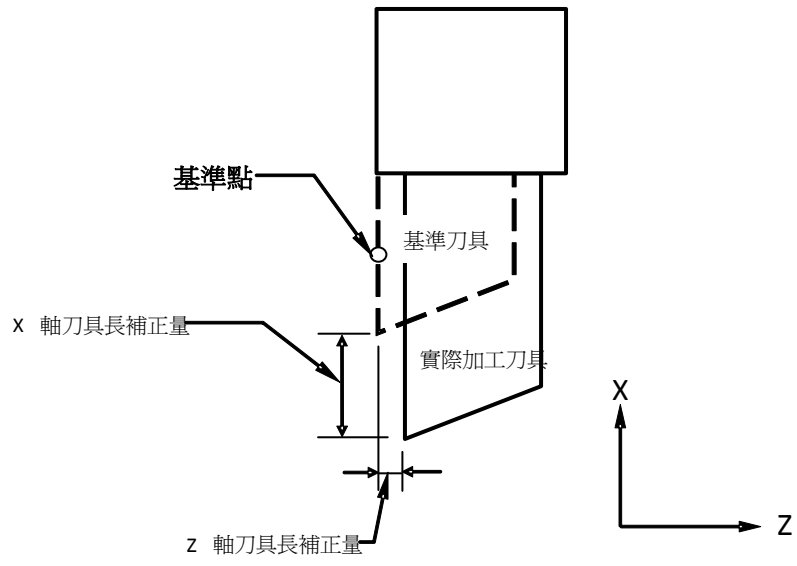
刀具補正動作的執行是在執行 T_ 指令時只選定補正量但不執行補正動作，而當有移動指令單節時補正動作才被執行。

a. 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，一般為刀具台的中心位置及基準刀具的刀尖位置兩種：

a-1 刀具台的中心位置的情況

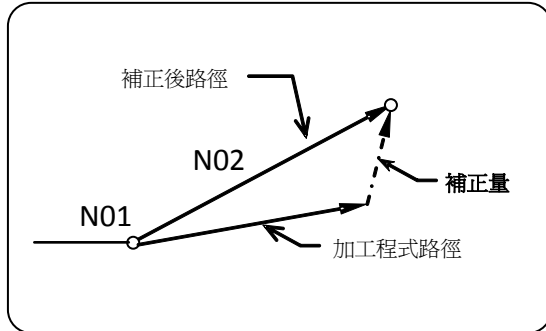
a-2 基準刀具刀尖位置情況



b. 刀長補正的原理：

b-1. 刀具補正開始

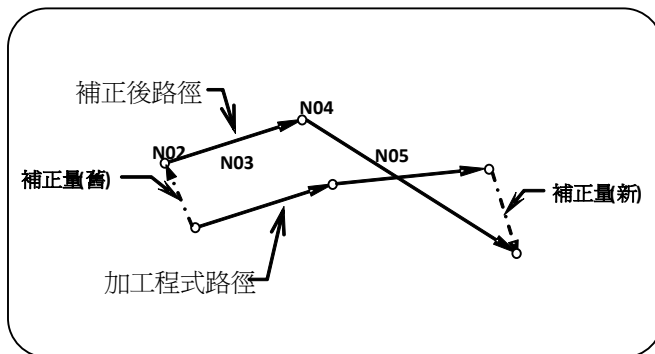
刀具補正動作的執行是在執行 T__指令後，執行移動指令開始補正



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

b-2. 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，是加上使用新的刀具號碼所對應的刀具補正之值

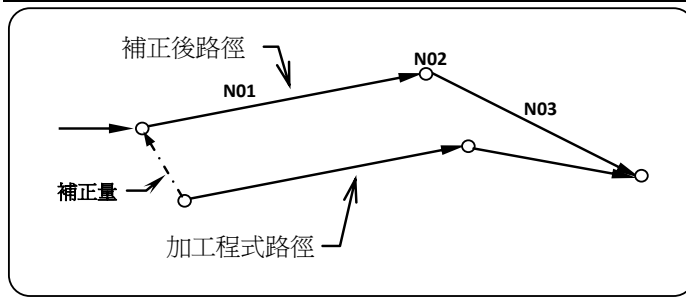


```
N01 T0100;
N02 G01 X10.0 Z10.0 F0.2;
N03 G01 X13.0 Z15.0 F0.3;
N04 T0200;
N05 G01 X13.0 Z20.0 F0.205;
```

b-3. 刀具長補正的取消

(1) 補正號碼的指令為零時

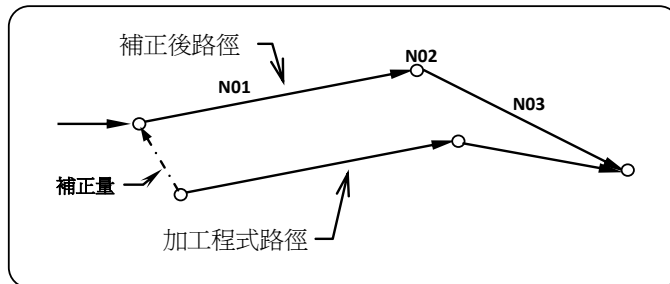
T__指令的刀具長補正號碼為 “ 0 ” 時，補正取消。



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

(2) 指令的補正量為零的情況

在T__指令，刀具長補正號的補正量為 “ 0 ” 時，補正取消。

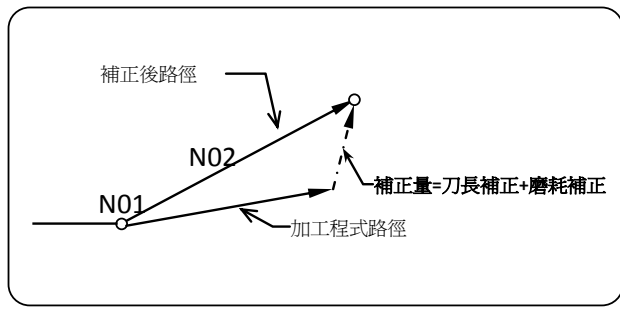
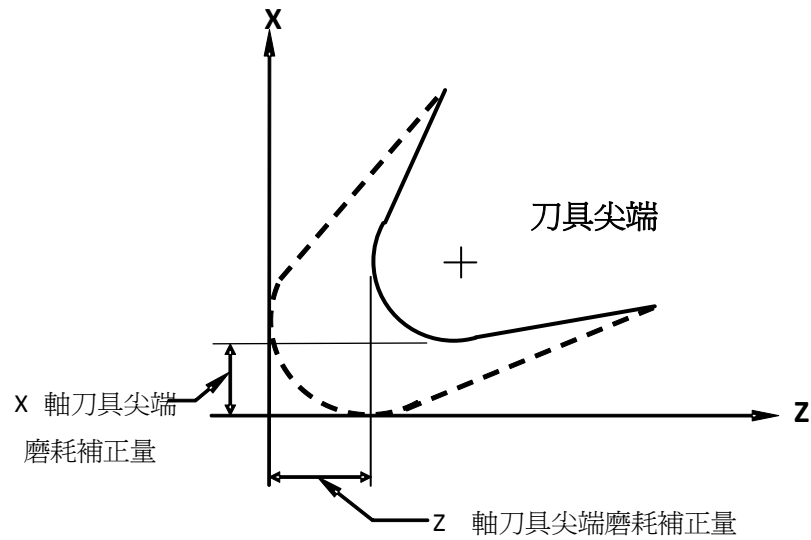


```
N01 G01 X10.0 Z10.0 F0.1 ;
N02 T0100 ;
N03 G01 X10.0 Z20.0 ;
```

c. 刀具尖端磨耗補正：

刀具尖端磨耗補正量的設定

使用的刀具尖端磨耗時可以補正，其補正量將為加入幾何補正，而幾何補正 = 刀具長補正 + 磨耗補正，當指定補正號碼時，幾何補正便執行。



```
N01 T0102 ;
//啓動 01 號刀具補正，補正號碼爲 02
N02 X10.0 Z10.0 ;
```

主軸轉速機能：S 碼指令

指令格式：

S__

說明：

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

範例：

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

進給機能：F 碼指令

指令格式：

F__

說明：

切削工件時，於工作程式中所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 (G98) 與每迴轉進給 (G99) 兩種。若使用 G98 模式則對 300 mm/min 之刀具進給率可直接指定 F300；若採用 G99 模式，則 F0.5 表示 0.5mm/rev。

範例：

```
G98 G01 X100.0 Y100.0 F300;//刀具作直線切削，每分鐘進給 300mm/min  
G99 G01 X100.0 Y100.0 F0.5;//刀具作直線切削，每迴轉進給 0.5mm/rev
```

鏡像機能(Programable Mirror Image)

指令格式：

G68； X 軸鏡像機能啓動
G69； 指定鏡像無效

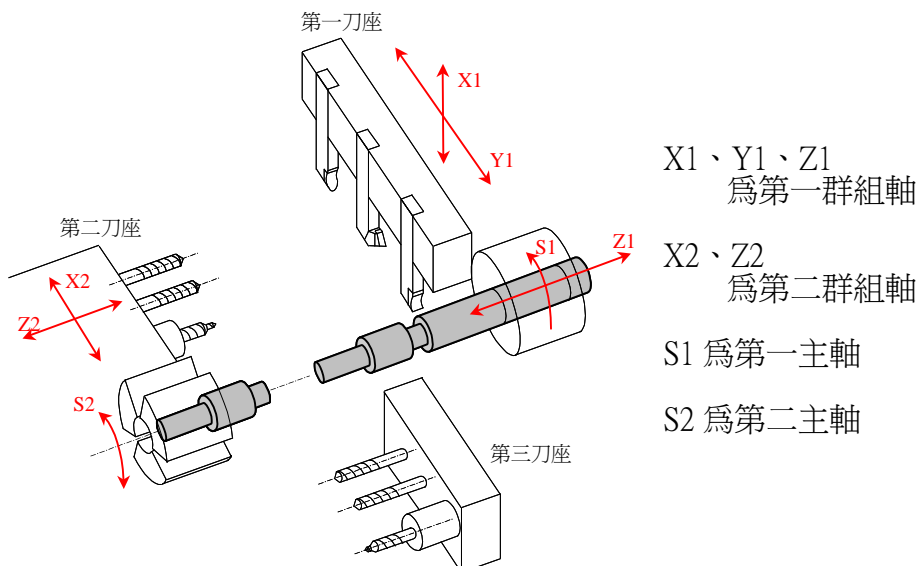
說明：

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。

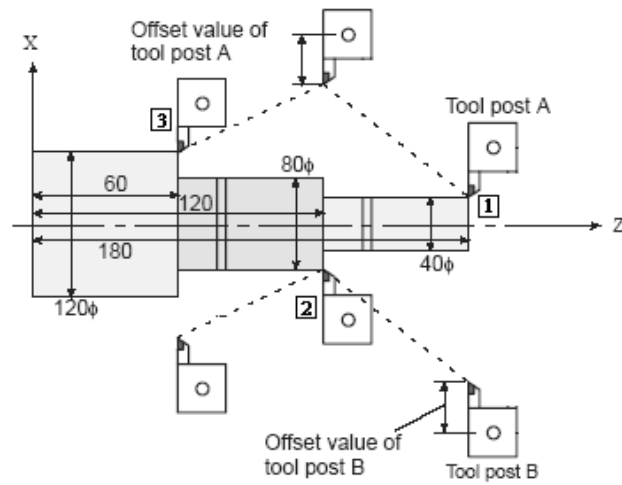
1. 圓弧、刀具徑補正或座標回轉等的回轉方向或補正方向均反向執行。
2. 本機能因在局部座標系上使用，當計數器重置或工件座標變更時，鏡像中心亦移動。
3. 執行鏡像中指令原點復歸(G28, G30)，到中間點為止的動作，鏡像有效，而從中間點到原點不作鏡像動作。
4. 鏡像中執行從原點的復歸指令(G29)，對在中間點的鏡像有效。

注意：

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。



範例一：



程式說明：

```

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
    
```

小數點輸入

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，而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 μm 、ms 等。

範例：

小數點形式： ○○.○○

整數形式： ○○○○

二、M 碼指令說明：

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

M 機能表

M 碼	機能	M 碼	機能
M00	程式暫停	M20	第一主軸旋轉模式
M01	選擇停止	M23	動力頭 1 開
M02	程式停止	M24	動力頭 1 關
M03	第一主軸正傳	M30	程式停止
M04	第一主軸反轉	M33	動力頭 2 開
M05	第一主軸停止	M34	動力頭 2 關
M07	吹氣開	M34	送料開始（機械手）
M08	冷卻水開	M35	送料結束（機械手）
M09	冷卻水關	M40	指定第二軸為主加工軸
M10	卡盤夾緊	M41	第二軸指定結束
M11	卡盤鬆開	M78	接料進
M13	第二主軸正傳	M79	接料退
S2=xxxx	第二主軸轉速輸入格式	M84	第一主軸鉗住
M14	第二主軸反轉	M85	第一主軸鉗住解除
M15	第二主軸停止	M98	調用副程式
M16	計數+1	M99	副程式返回
M19	第一主軸分度模式		

1、M00：程式暫停

當 CNC 執行 M00 指令時，則主軸會停止旋轉，進給會暫停，且切削油關閉，以方便操作者進行尺寸檢驗以及補正修正的工作；操作時可從面板上之“M00 信號刪除開關”來決定是否程式暫停。

2、M01：選擇停止

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、M02：程式停止

在主程式的結尾若有 M02 指令。當 CNC 執行到此指令時，機器會停止所有的動作，若要重新執行程式時，必須先按下“RESET”鍵，再按“程式啟動”才能夠有效。

4、M03：第一主軸正傳

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。

5、M04：第一主軸反轉

M04 指令可使主軸作逆時鐘方向旋轉。

6、M05：第一主軸停止

M05 指令係使主軸停止，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，再變換其他動作。

7、M06：刀具交換

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。

8、M08/M09：液體冷卻劑 啟動/關閉

M08 指令可使液體冷卻劑啟動，M09 指令可使液體冷卻劑關閉。

9、M19：第一主軸分度模式

此指令使主軸在一設定的轉角位置上定位。

10、M30：程式結束

M30 指令表示程式到此結束，程式執行至 M30 指令時所有的動作均停止執

行，並將記憶回復到程式最前面開始位置。

11、M98/M99：副程式控制

指令格式：

(1). M98 P__ H__ L__；副程式呼叫

P：為呼出副程式的程式號碼(當 P 省略時，是指定程式本身，並且只能於記憶運轉或 MDI 運轉模式時)

H：呼出副程式內，開始執行的順序號碼(省略時，從前面開始)

L：為副程式重覆執行的次數。

(2). M99 P_；副程式結束

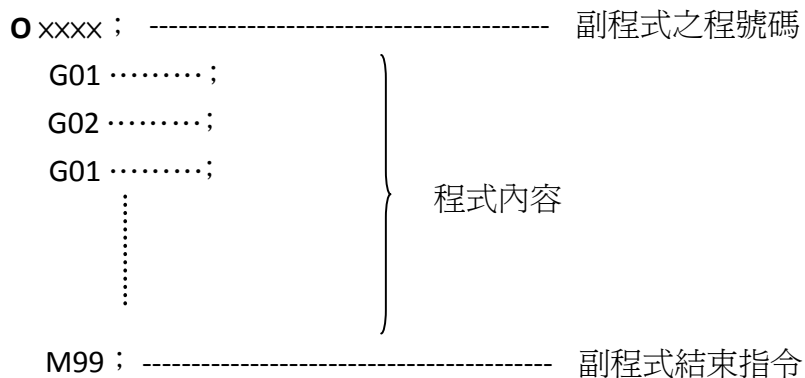
P：為副程式結束後，返回呼叫程式的順序號碼。

說明：

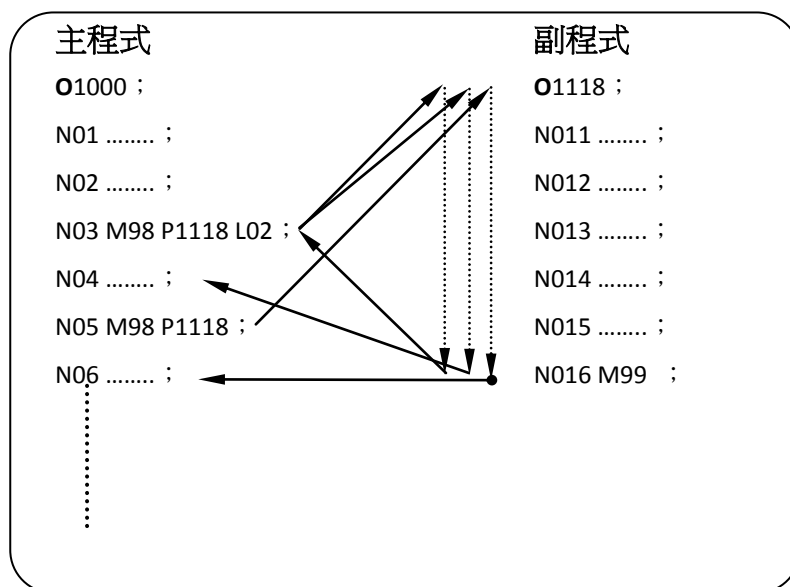
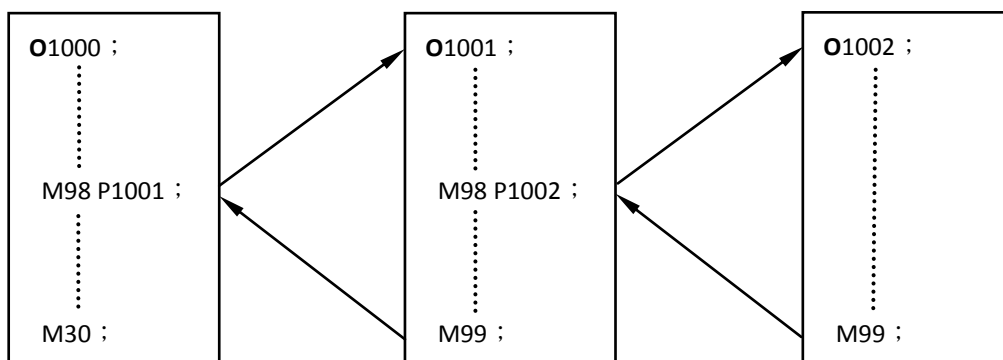
1. 副程式是指有固定的加工程式或經常重覆使用的參數，事先準備完成並存放於記憶體中，當需要使用時，可以用主程式呼叫。副程式的呼出由 M98 執行，結束則是以 M99 執行。
2. 副程式中若執行 M02、M30 指令視同副程式結束，回歸主程式繼續往下執行。

副程式之製作與執行：

一般副程式之程式格式如下：

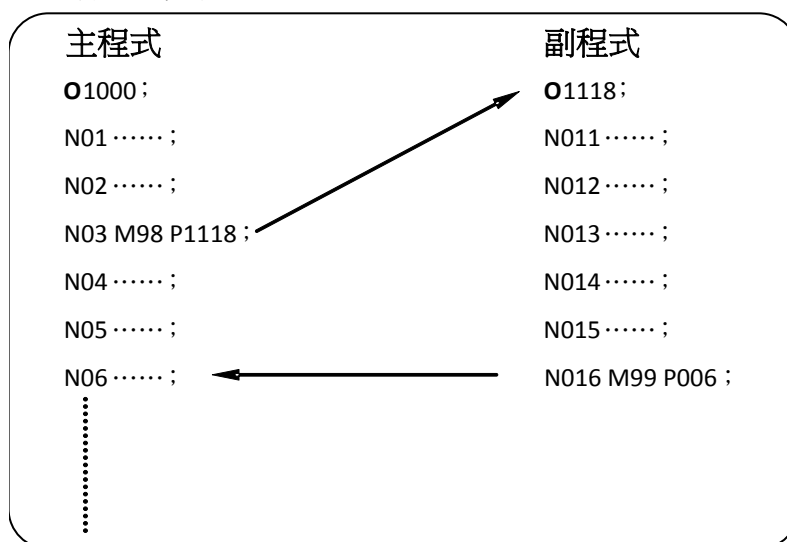


主程式配合副程式呼叫指令，執行順序：

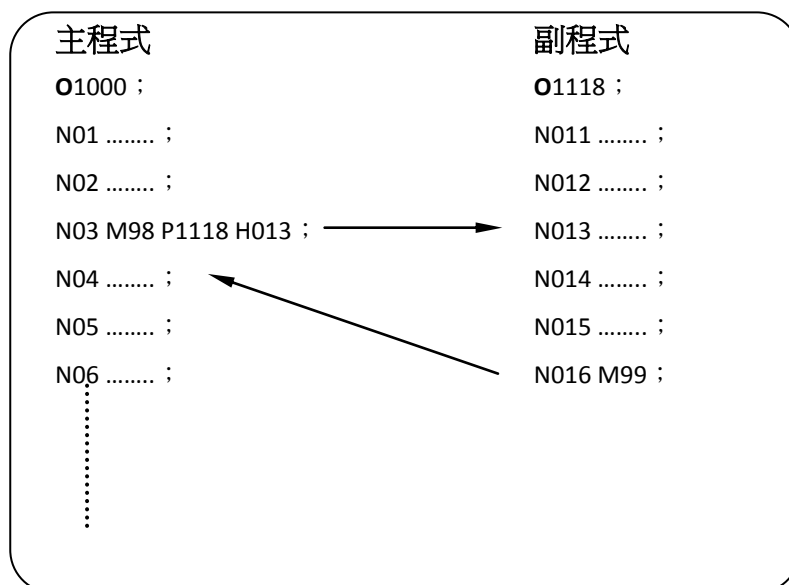


副程式之特殊用法：

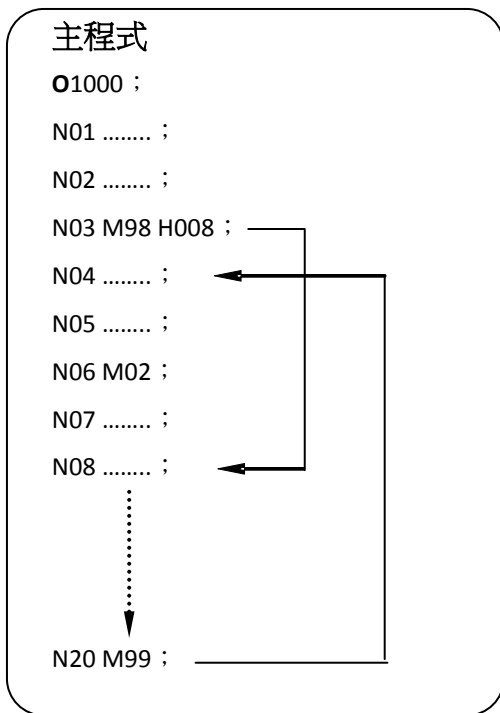
(1). 副程式除了上述之執行方法，尚可於最後結束單節指令 M99 之後，附加 P__ 指令，則此程式執行完畢後，將回到主程式，執行 P__ 指令之順序號碼所在之單節。



(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，免除佔用記憶體空間。

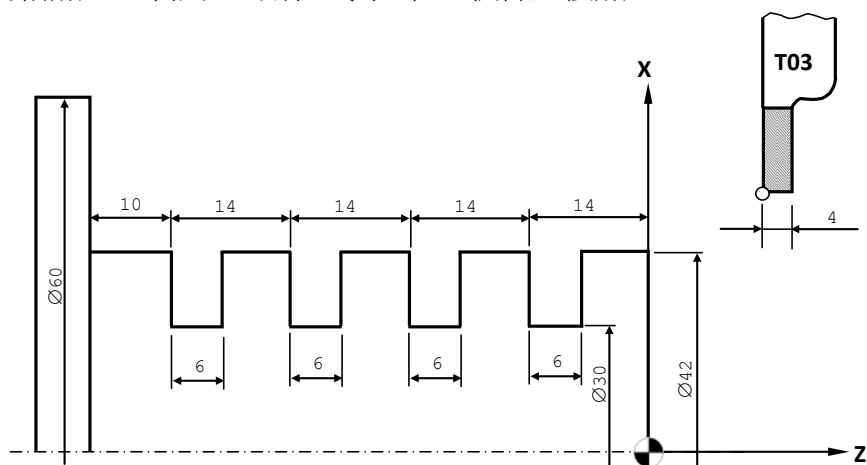


(3). 副程式在 M98 之內，若沒有下 P__ 指令，而只有下 H__ 指令，呼叫結果，便是執行主程式 H__ 指令所指定的單節號數開始執行，執行後到 M99 自動返回 M98 之下一單節繼續執行程式。



範例：

切槽加工，利用“副程式呼叫”執行重覆加工



程式說明：

(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; //開啓切削劑
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“01234”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.

01234

```
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 μm/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;          //開啓切削劑
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
```

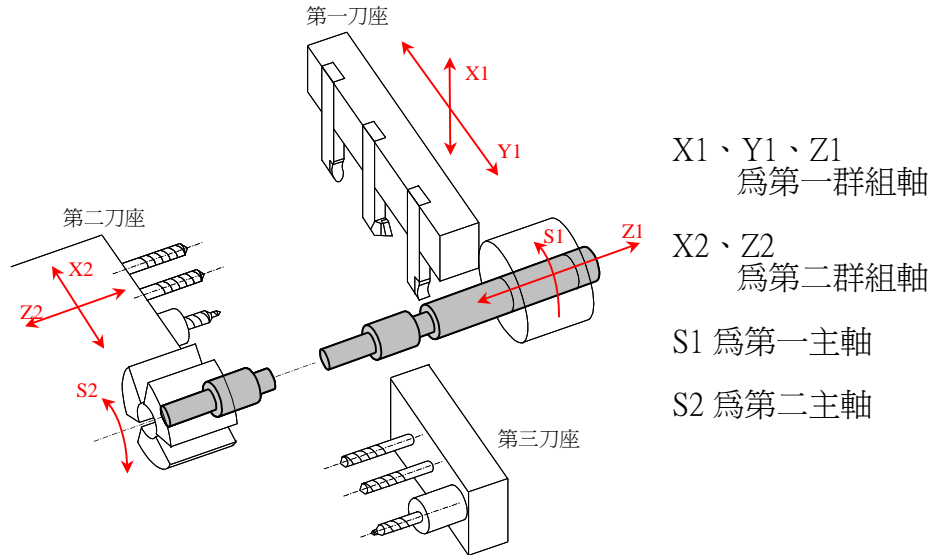
三、附錄

附錄 1：車床專用參數說明

編號	說明	輸入範圍	單位	使用詳細說明
4001	啄鑽型態	[0, 1]		0:高速;1:一般
4002	鑽孔循環退刀量	[0, 999999999]	LIU	LIU最小輸入單位，此單位會受公英制輸入模式影響。
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。
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	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	型車粗循環重覆次數	[1, 999]	次	
4018	螺紋上升角度G21	[0, 89]	度	
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]		
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	複式切削循環, 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。

附錄 2：車床雙程式使用說明

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。



一、與雙程式相關指令說明：

\$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。

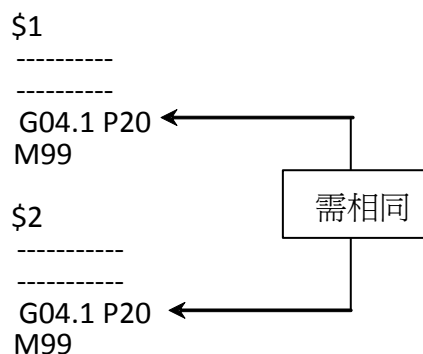
二、與雙程式相關相關 M_code：

M_code	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
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

三、程式編輯注意事項：

- 甲、第一群組程式需以\$1 開頭，第二群組程式需以\$2 開頭，
- 乙、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。
- 丙、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。
- 丁、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，但需注意爲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：



- 戊、設定爲第二群組之軸向，僅能在第二群組程式中發 G_code 運動指令。設定爲第一群組之軸向，如在第二群組程式中發 G_code 運動指令，該軸向不會運轉。
- 己、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。

四、程式編輯：

開啓新檔並依照如下範例編寫加工程式

```

$1
G00 X50.          //移動第一群組之 X 軸
G04.1 P1 ←-----
Z100.            //移動第一群組之 Z 軸
-----
-----
G04 P30 ←-----
M30
                                     同步
-----
$2
G00 X250          //移動第二群組之 X 軸
Z500. . ←-----
G04.1 P1
-----
-----
-----
G04.1 P30 ←-----
M99
    
```

五、加工程式範例：

```

//使用直角座標
//系X—C’ 平面編寫程式
    
```

```

$1                      //第一群組程式
G50 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 A ₀
G01 Z90.0 F0.6;	//直線切削 A ₀ →A ₂
X26.0;	//A ₂ →A ₃
X30.0 Z88.0;	//A ₃ →A ₄
Z60.0;	//A ₄ →A ₅
G04.1 P2;	
X40.0 Z20.0;	//A ₅ →A ₆
Z0.0;	//A ₆ →A ₇
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 B ₀
G01 Z60. F0.5;	//鑽頭進刀鑽孔 B ₀ →B ₁
G00 Z120.;	//鑽頭退刀 B ₁ →B ₀
G04.1 P3;	
G00 Z200.;	//鑽頭退刀
G04.1 P4;	
M99	

