

## Computer Numerical Control

# Chapter 4

## CNC 車床工作程式設計

車床工作程式乃依據工作圖上工件之座標與數控工具機之規格，設定其加工條件，而後依加工程序撰寫成數值控制之語言即完成所謂程式之製作。一般而言，加工程式之撰寫，其程序如下：

- (1) 數控工具機機種、類型之選定。
- (2) 工件夾持方法，即夾具之製作與刀具之選擇。
- (3) 加工程序之設計，如原點之設定、刀具路徑之規劃等。
- (4) 切削條件如心軸轉速、進刀速率、切削劑等之決定。



### 4-1 CNC 車床程式製作之基本認識

一群為操作機器而給予數控系統之指令稱為程式，靠指令之設定，使刀具沿一直線或圓弧移動。並且於路徑程式中，依實際刀具移動之順序執行指令，以控制馬達之啟動或停止。

每一順序步驟之一群指令稱為單節，而程式乃由一系列加工之一群單節所組成；其中辨別每一程式之號碼，稱為程式號碼。單節與程式則如圖 4-1 之程式結構。

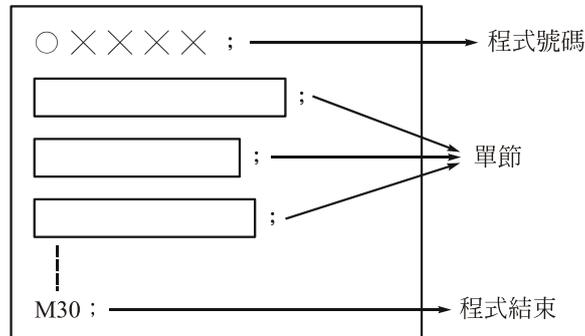


圖 4-1 程式之結構

每單節包含一順序號碼(位於單節之前頭，指示 CNC 操作之順序)，而以 EOB(End of Block)指示單節之結束。

通常每一程式之開始，有一程式號碼被指定在整個程式之最前頭，而以一程式結束之語碼(M02，M30)被指定於程式之結尾。

### 一、座標軸之設定

座標軸之設定決定刀具移動之方向與距離，座標字語則由刀具之移動方式、座標之移動方向及距離所組成。如 G01 X40.0 Z-15.0 F0.30；表示刀具作直線切削，終點座標為 X 軸直徑 40mm，Z 軸則位於原點之負向 15mm，進刀速率為 0.3mm/rev。

車床上僅選用 X 軸與 Z 軸為其座標軸，X 軸為垂直座標軸，Z 軸則為水平座標軸；設若以工件之端面與心軸之交點為原點，則原點之右方向為 Z 軸之正值，左方向為負值，原點之上方是為 X 軸正值，下方則為 X 軸之負值。如圖 4-2 所示。

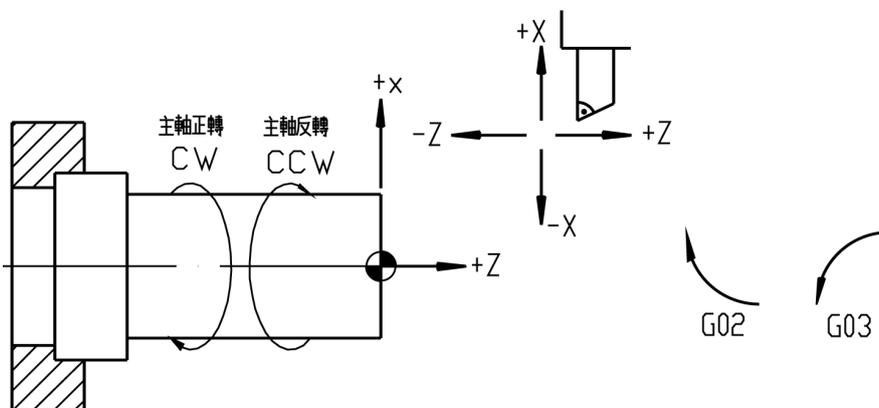


圖 4-2 CNC 車床座標軸

依據 CNC 車床座標軸向之設定，於處理刀具之座標位置與位移符號時，須注意以下幾點：

- (1) 設計程式時，應遵照右手直角座標系統，即標準座標系統。
- (2) 撰寫程式前應先確認工件原點與機械原點間之相對座標值，即工作座標系統須與程式座標系統一致(G50)，始能確保工件尺寸之精確性。如圖 4-3，車床中係以 G50 指令來確認程式之原點座標，即 G50 X\_\_Z\_\_；
- (3) 程式設計時，必須假設工件為固定不動，而刀具則沿著工作物移動，以做刀具路徑之切削。

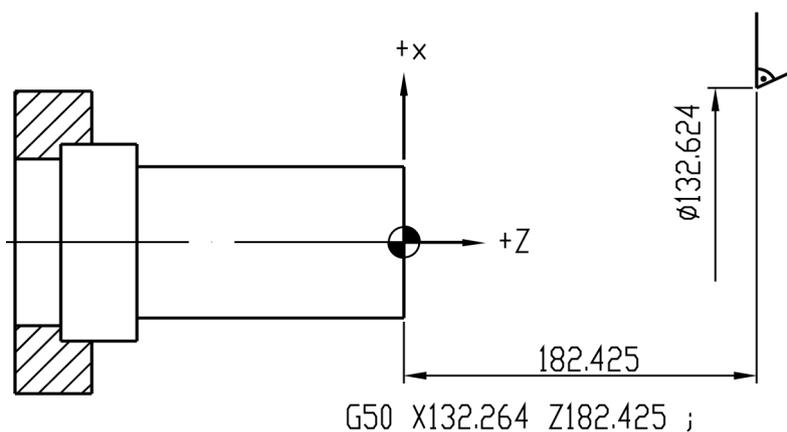


圖 4-3 程式原點座標設定

## 二、座標值與尺寸

CNC 車床上移動刀具的指令座標值，可用絕對值或增量值尺寸標示法來指出。

### 1. 絕對座標值表示法

刀具移動到另一點時，此點與座標系原點間之距離，即為此一位置於程式中之座標值。即座標值之設定，完全以座標系統設定之零點為基準者，稱為絕對座標值指令法。於 CNC 車床程式中，直接以 X、Z 之值表示之。



## 2. 增量座標值表示法

以前一刀具位置為基點，計算下一位置點之座標值，即每一切削動作之終點，同時為下一切削動作之起點，此種座標標示法，是為增量座標值指令法，CNC 車床程式中，以 U、W 表示其 X 軸與 Z 軸向之增量值。

## 3. 絕對與增量混合併用之座標值表示法

於 CNC 車床程式中，除絕對、增量座標值常用以標示加工件之切削路徑外，亦可混合兩種座標值表示法於同一加工程式中，即併用 X、Z、U、W 指令值於同一程式中，以標示加工途徑上各點之尺寸座標。圖 4-4 為各種座標值表示法之應用。

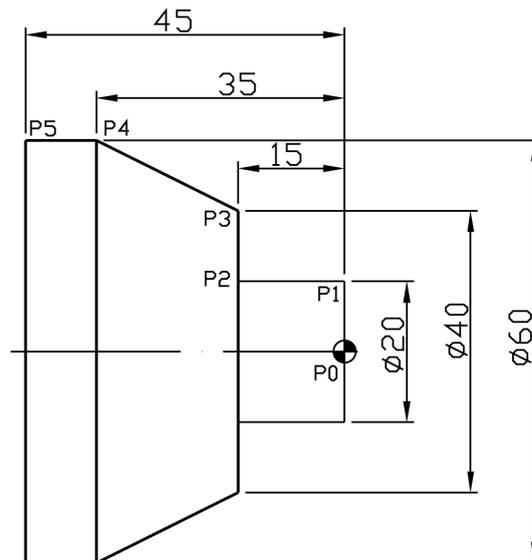


圖 4-4

絕對座標指令：

```
P0→P1 G01 X20.0 F0.3 ;  
P1→P2 Z-15.0 ;  
P2→P3 X40.0 ;  
P3→P4 X60.0 Z-35.0 ;  
P4→P5 Z-45.0 ;
```

### 增量座標指令

```
P0→P1 G01 U20.0 F0.3 ;  
P1→P2 W-15.0 ;  
P2→P3 U20.0 ;  
P3→P4 U20.0 W-20.0 ;  
P4→P5 W-10.0 ;
```

### 絕對與增量混合指令

```
P0→P1 G01 X20.0 F0.3 ;  
P1→P2 W-15.0 ;  
P2→P3 X40.0 ;  
P3→P4 U20.0 Z-35.0 ;  
P4→P5 W-10.0 ;
```

註 G01 為直線切削指令。

## 三、程式之組成

CNC 程式主要係由主程式(main program)與副程式(sub program)所組成。凡是包含於同一程式序號下之指令與機能，皆屬於主程式之範圍，而副程式則為當加工相同之模型出現於同一程式之許多部位時，為免浪費電腦記憶軟體之空間，並節省程式製作之時間，乃為此模型另外撰寫一程式，此一程式即為副程式。當執行主程式之過程中，若出現副程式之執行指令(M98)，副程式中之所有指令即被執行，而當副程式執行完成(M99)後，則依順序回到主程式，執行主程式中之下一單節指令。若於副程式中，仍有需要重複執行之指令組合時，則可另再撰寫“第二副程式”，此第二副程式為“第一副程式”所呼叫執行，執行完成後，回到“第一副程式”，依序執行第一副程式之下一單節指令，當第一副程式之動作指令皆執行完畢後，即回到主程式，以繼續執行主程式之下一指單節令。圖 4-5 為主程式與副程式間之加工流程。

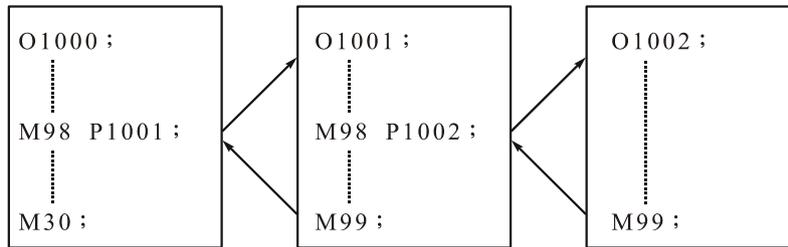


圖 4-5 加工程式流程圖

不論主程式抑或副程式，下列指令與機能均將涵蓋於其中，以下將逐一介紹：

### 1. 程式號碼

CNC 車床之數控系統可記憶若干程式，然爲了控制儲存於記憶中之程式以便叫出執行，及程式與程式間之區分，通常於程式之最前端標註一程式號碼。程式號碼由英文字母 O 和 4 位數值所組成(1~9999)，如 O2468 表示編號 2468 之程式。每一 CNC 程式均由程式號碼開始，而以 M02 或 M30 作爲程式之結束(副程式則以 M99 作爲結束之指令)。如

**O0001.....M02 ;** 表示編號 0001 之程式，M02 則表示主程式之結束(記憶停留於最後之單節)。

**O1000.....M30 ;** 表示編號 1000 之程式，M30 則表示主程式之結束(記憶回到原程式號碼所在之單節)。

**O0123.....M99 ;** 表示編號 0123 之副程式，M99 表示副程式之終止(並回復至主程式)。

編寫程式號碼時須注意下列事項：

- (1) /M02 ; , /M30 ; , /M99 ; 等主、副程式結束指令之前若附加(/)，即單節刪除指令時，則須注意此指令之是否執行，若答案肯定，並不表示程式之結束。
- (2) 若某一程式無程式號碼時，該程式最前端之順序號碼，將被視爲程式號碼。
- (3) 機械加工若以打孔紙帶之輸入進行，則可省略其程式號碼。