

68053 – CNC 四軸雕刻機

人機介面

自動化工程部-台灣廠

組別：RD 組

姓名：謝伯楷

日期：2013.09.30

目次

- 一、開發目的
- 二、執行項目
- 三、設計歷程
- 四、程式架構
- 五、結論

一、開發目的：

因應公司內部自動化設備的需求，進而希望能自行研發 CNC 工具機。目前本 CNC 四軸雕刻機，使用 PC-based 開放式架構的控制器，操作者須透過一台電腦主機與其進行溝通，來達成控制的效果。而開發的第一階段，包括基本的運動控制、銑床加工、精度調整和人機介面開發等。

二、執行項目：

1. Monitor：

● 監視：

機械座標		程式座標		X20 /G54X55Y10Z-100S5000 G0 G90 G54 X0 Y0 G43 H2 G1 Z-5. F1000 X30 Y-30 X100. Y-100. /X50. Y-50. M30	座標系 <div>G54 .000</div>
X	-1000.123	X	label19		
Y	label19	Y	label19		
Z	label19	Z	label19		
C	0.000	C	0.000		
<div>Feedrate Max. Feed: 8000 Rapid (%): 25 Normal (%): 100 Feed: 24000</div>		<div>Spindle Status: OFF Max. Speed: 36000 Speed: 0 Override (%): 100</div>		<div>加工相關資訊 已完成數量 0 總加工時間 00:02:54 加工時間 00:00:00</div>	
				<div>T-Codes T 0 H 0 D 0</div>	

- 顯示目前座標位置（機械、程式、相對座標）。
- 顯示目前的座標系。
- 顯示目前正在執行的加工碼。
- 顯示目前使用的刀號，其刀長、刀長磨耗、刀徑、刀徑磨耗。
- 顯示進給率的資訊；搭配功能按鈕，可調整正常進給率和快速進給率。
- 顯示主軸資訊；搭配功能按鈕，可調整轉速比例；最大轉速限制，則需透過參數設定頁面設定。
- 顯示加工資訊，如完成數量與時間。

● 座標轉換：

程式座標		相對座標		X20 /G54X55Y10Z-100S5000 G0 G90 G54 X0 Y0 G43 H2 G1 Z-5. F1000 X30 Y-30 X100. Y-100. /X50. Y-50. M30	座標系 <div>G54 .000</div>
X	-1000.123	X	label19		
Y	label19	Y	label19		
Z	label19	Z	label19		
C	0.000	C	0.000		
Feedrate		Spindle			
Max. Feed: 8000	Status: OFF	已完成數量 0		總加工時間 00:02:54	
Rapid (%): 25	Max. Speed: 36000	總加工時間		00:00:00	
Normal (%): 100	Speed: 0	加工時間		00:00:00	
Feed: 24000	Override (%): 100				

- 顯示不同的座標組合。

2. Program :

● MDI :

機械座標		相對座標	
X	-1000.123	X	label19
Y	label19	Y	label19
Z	label19	Z	label19
C	0.000	C	0.000

刪除檔案	行清除	行跳躍	行複製
	行刪除	行插入	行貼上

01	M03S5000
02	

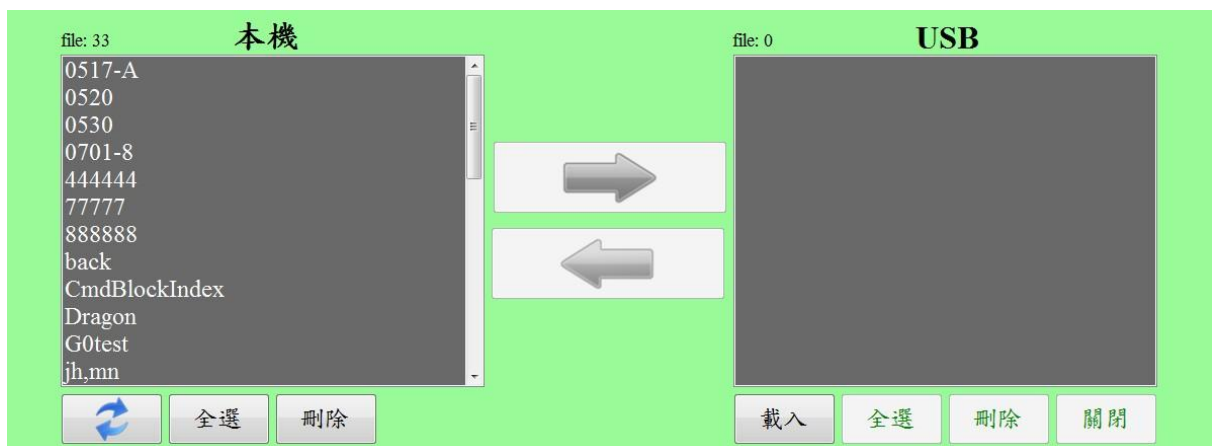
- 顯示目前機械座標與相對座標。
- 實作編輯加工碼的操作功能。
- 顯示加工碼。

● 程式編輯：

檔案名稱	檔案開啟	LN: 0	檔案內容	多行編輯
0517-A	檔案開啟			行複製
0520	上傳			行貼上
0530	檔案新增			行刪除
0701-8	更新檔名			行插入
444444	檔案刪除			行清除
77777				行跳躍
888888				字串搜尋
back				字串取代
CmdBlockIndex				檔案儲存
Dragon				另存新檔
G0test				檔案關閉
jh,mn				
kljkljk				
MDIFunc				

- 顯示本機儲存檔案列表。
- 實作檔案列表操作功能。
- 顯示加工碼。
- 實作編輯加工碼的操作功能。

● 檔案管理：



- 顯示本機儲存檔案列表。
- 實作檔案列表操作功能。
- 檔案傳輸。

3. Offset：

顯示目前機械座標與相對座標。

● 刀具補正：

相對座標							1
X	0.000	刀號	刀長補正	刀長磨損	刀徑補正	刀徑磨損	刀號搜尋
Y	0.000	1	0.000	0.000	0.000	0.000	複製
Z	0.000	2	0.000	0.000	0.000	0.000	貼上
C	0.000	3	0.000	0.000	0.000	0.000	清除
機械座標		4	0.000	0.000	0.000	0.000	復原
X	0.000	5	0.000	0.000	0.000	0.000	
Y	0.000	6	0.000	0.000	0.000	0.000	
Z	0.000	7	0.000	0.000	0.000	0.000	
C	0.000	8	0.000	0.000	0.000	0.000	
		9	0.000	0.000	0.000	0.000	
		10	0.000	0.000	0.000	0.000	
		11	0.000	0.000	0.000	0.000	

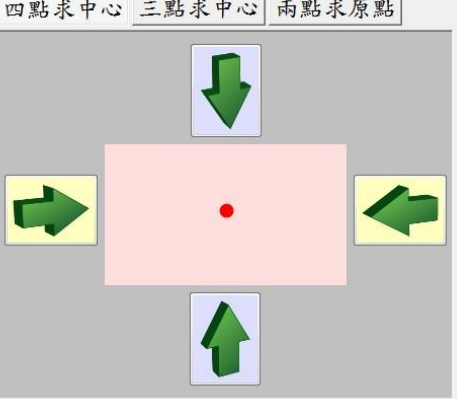
- 顯示刀號與刀長補正值、刀長磨耗值、刀徑補正值、刀徑磨耗值的對照表。
- 實作編輯刀長補正、刀長磨耗、刀徑補正、刀徑磨耗的操作功能。
- 顯示加工碼。

● 刀長量測：

相對座標		Settings		
X	0.000	刀號：	+10	
Y	0.000	1	-10	
Z	0.000	刀長補正值：	0.000	
C	0.000	Z	0.000	
機械座標		Reset Set		
X	0.000			
Y	0.000			
Z	0.000			
C	0.000			

- 實作刀長量測器設定的功能操作。
- 實作刀號選擇設定的功能操作。
- 顯示刀長補正值。
- 實作儲存設定及重設的功能操作。

● 工件量測：

相對座標		四點求中心 三點求中心 兩點求原點		
X	0.000	G54	Reset	
Y	0.000	X	0.000	
Z	0.000	Y	0.000	
C	0.000	Set		
機械座標				
X	0.000			
Y	0.000			
Z	0.000			
C	0.000			

- 實作四點求中心的功能操作。
- 實作三點求中心的功能操作。
- 實作兩點求原點的功能操作。

● 座標系：

相對座標				←		→			
X	0.000			G54	G55	G56			EXT
Y	0.000			X	0	0	0	X	10
Z	0.000			Y	0	0	0	Y	-10
C	0.000			Z	-5	0	0	Z	-10
機械座標				C	0	0	0	C	0
X	0.000								
Y	0.000								
Z	0.000								
C	0.000								

- 實作座標系選擇的功能操作。
- 實作各軸偏移量設定的功能操作。

4. Maintain：

● 日期時間：

時間	2013-09-24 02:07:22				2013年9月 週日 週一 週二 週三 週四 週五 週六 25 26 27 28 29 30 31 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 今天: 2013/9/24				2013年10月 週日 週一 週二 週三 週四 週五 週六 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31				2013年11月 週日 週一 週二 週三 週四 週五 週六 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30				2013年12月 週日 週一 週二 週三 週四 週五 週六 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31			
電源開啟：	2040:58:22		加工數量：		0		Reset													
總加工時間：	00:02:54		外部累計1：		0															
加工時間：	00:00:00		外部累計2：		0															

- 顯示當下的日期與時間。
- 顯示本機從電源第一次開啟時，累計到現在所經過的時間。
- 顯示總加工時間，開始時間由使用者決定，配合重設功能，可重新計數。
- 顯示單次加工所需的時間。
- 顯示加工總數量，起算時間由使用者決定，配合重設功能，可重新計數。

5. Parameter :

● 工作區間：

工作區間限制					
Axis	Minimum	Active	Maximum	Active	Unit
X	5	<input type="checkbox"/>	-486.1	<input type="checkbox"/>	mm
Y	88.99	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	mm
Z	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	mm
C	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	degree

- 實作各軸行程最大和最小值限制設定的功能操作。
- 實作各軸行程最大和最小值限制啟動的功能操作

● JOG :

Jog data		Spindle:	
G functions	<input type="text" value="G94"/> <small>說明</small>	Spindle speed	<input type="text" value="36000"/> rpm
Jog feedrate	<input type="text" value="1000"/> mm/min <small>說明</small>		
Jog continuous	<input type="text" value="Continuous"/> <small>說明</small>		
Increment variable	<input type="text" value="0"/>		

- 實作 JOG 進給率限制設定的功能操作。
- 實作主軸轉速限制設定的功能操作。

● Feed Rate :

Feedrate		Motor Speed	
Max Feedrate:	8000 mm/min	X Max Speed:	8000 mm/min
Rapid:	<ul style="list-style-type: none"> 0% 25% 50% 75% 100% 	Y Max Speed:	8000 mm/min
Normal:	100 %	Z Max Speed:	8000 mm/min

- 實作進給率最大限制設定的功能操作。
- 實作快速進給率百分比設定的功能操作。
- 實作一般進給率百分比設定的功能操作。
- 實作各軸馬達速度最大限制設定的功能操作。

6. 功能面板：

NORMAL	CW	UP	JOG	INCJOG	+4	+Z	+Y	SBK	CFP
100%	UP	OFF	100%	ZRN	MPG	-X	RAPID	+X	FEED HOLD
	DOWN	CCW	DOWN	MDI	MEM	-Y	-Z	-4	

● Feed Rate 操作：

NORMAL
100%
UP
DOWN

- 實作快速進給率與一般進給率切換的功能操作。
- 實作進給率百分比調整的功能操作。

● 主軸轉速操作：

CW	UP
OFF	100%
CCW	DOWN

- 實作主軸正、反轉的功能操作。
- 實作主軸轉速百分比調整的功能操作。

● 運動模式切換：

JOG	INCJOG
ZRN	MPG
MDI	MEM

- 實作運動模式切換的功能操作。

● JOG 操作：

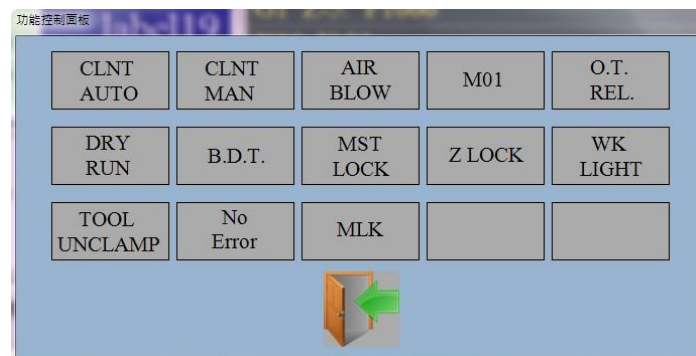
+4	+Z	+Y
-X	RAPID	+X
-Y	-Z	-4

- 實作快速與一般單動切換的功能操作。
- 實作各軸單動的功能操作。

● 其他功能操作：

SBK	CFP
FEED HOLD	

- 實作加工過程中，單節暫停與立即暫停的功能操作。
- 實作功能選擇面板。



- ✚ 實作「自動噴水」、「手動噴水」、「噴氣」、「程式暫停」、「MST 碼鎖定」、「Z 軸鎖定」、「工作燈開關」、「鬆刀開關」、「換刀錯誤關閉」和「機械鎖定」的功能操作。

三、設計歷程

由於操作者不能直接對控制器操作，所以需要操作介面供使用者操作。本次設計的操作介面，希望將大部分按鍵虛擬化，將其實作於觸控面板，而不用另外製作許多實體按鈕，因此，觸控介面須朝向操作者的使用習性設計，觸控的按鍵也須符合易按的大小。各畫面的設計如下：

1. Monitor：

● 監視：

機械座標		程式座標		X20	座標系
X	-1000.123	X	label19	/G54X55Y10Z-100S5000	G54
Y	label19	Y	label19	G0 G90 G54 X0 Y0	.000
Z	label19	Z	label19	G43 H2	
C	0.000	C	0.000	G1 Z-5. F1000	
				X30 Y-30	
				X100.	
				Y-100.	
				/X50.	
				Y-50.	
				M30	
Feedrate		Spindle		加工相關資訊	
Max. Feed:	8000	Status:	OFF	已完成數量	0
Rapid (%):	25	Max. Speed:	36000	總加工時間	00:02:54
Normal (%):	100	Speed:	0	加工時間	00:00:00
Feed:	24000	Override (%):	100		
				T-Codes	
				T	0
				H	0
					0.000
				D	0
					0.000

此畫面以顯示為主，將從控制器獲得的資訊和參數設定的資訊，顯示於畫面上，以利操作者在加工時查看。主要資訊有：各軸位置、加工碼、進給率、主軸轉速、加工個數與時間、座標系統、刀具資訊。

2. Program：

● MDI：

機械座標		相對座標		01 M03S5000 02
X	-1000.123	X	label19	
Y	label19	Y	label19	
Z	label19	Z	label19	
C	0.000	C	0.000	
		行清除	行跳躍	行複製
刪除檔案	行刪除	行插入	行貼上	

此畫面以手動編輯加工碼為主，輔以座標系讓操作者當參考。點擊右方編輯區的任

一行，就會有螢幕鍵盤跳出，讓使用者輸入加工碼；另外左下方也有編輯加工碼的功能，須先關閉螢幕鍵盤，即可對選取的行進行選擇的編輯功能。

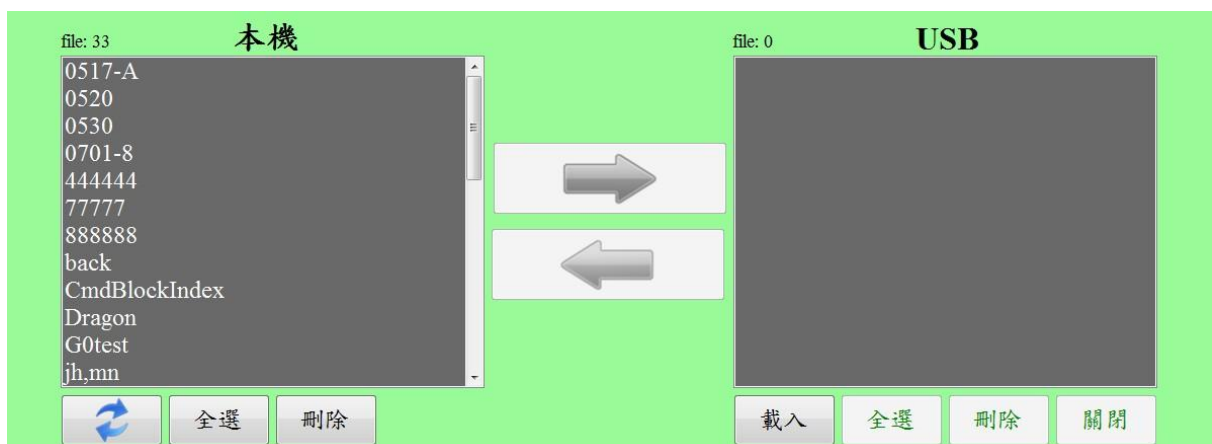
● 程式編輯：



此畫面以修改及上傳加工碼為主，將儲存於 PC 中的加工碼檔案，列表於左方。始操作者可選取任一檔案進行編輯，按下檔案開啟後，加工碼就會顯示於藍色的編輯區，其編輯與操作編輯功能的方式，與 MDI 相同。如果要修改原始檔名，可選擇檔案後按下更新檔名的按鈕；按下檔案新增可產生一新檔案供操作者使用；若要刪除檔案，則須先選擇一檔案後，按下檔案刪除即可。

當檔案編輯完成後，一定要按下檔案儲存的按鈕之後在上傳檔案，否則會上傳到修改前的檔案，若要重新選擇檔案，則將此檔案關閉後，就可以回到檔案選擇區。

● 檔案管理：



此畫面以本機與移動式儲存設備的檔案傳輸為主，目前是使用 USB 通訊模式的隨身碟。而載入模式是手動按下載入按鈕，進行搜尋；未來將朝向自動搜尋方式修改。將要進行傳輸的檔案選取後，依據要傳輸的方向按下方向按鈕，即可複製選取檔案到目的地。

3. Offset：

● 刀具補正：

相對座標		刀號					刀長補正					刀長磨損					刀徑補正					刀徑磨損				
X	0.000	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Y	0.000	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Z	0.000	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
C	0.000	4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
		11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			

此畫面以顯示各刀具的補正值為主，當操作者需要修改時，選擇欲修改的欄位，就會有螢幕鍵盤跳出，供操作者修改。預設刀號 100 組，單畫面約顯示 10 組，也可透過刀號搜尋，直接跳至所選刀號處；而其餘皆為一般編輯功能的按鈕。

● 刀長量測：

相對座標		Settings		刀長量測器	
X	0.000	刀號：	+10		
Y	0.000	1	-10		
Z	0.000	刀長補正值：	0.000		
C	0.000	Z	0.000		
		Reset	Set		

此畫面以量測刀長補正值為主，首先選取目前刀號並設定刀長量測器的高度，然後開始進行刀長補正值的量測，量測數據會出現在刀長補正值的方框內，按下 Set 按鈕之

後，就可以將此刀號的刀長補正值存入設定中；而按下 Reset 按鈕，可將此畫面中的數據全部清除。

● 工件量測：

相對座標		機械座標	
X	0.000		
Y	0.000		
Z	0.000		
C	0.000		
X	0.000		
Y	0.000		
Z	0.000		
C	0.000		

四點求中心 三點求中心 兩點求原點

G54 **Reset**

X 0.000

Y 0.000 **Set**

此畫面以三種工件量測方式為主，分別為四點求中心、三點求中心和兩點求原點。量測時，先得到各方向的值，之後按下各自在右方的 Set 按鈕，即可得到所求之值，並將此值更新到所選的座標系。

● 座標系：

相對座標		機械座標	
X	0.000		
Y	0.000		
Z	0.000		
C	0.000		
X	0.000		
Y	0.000		
Z	0.000		
C	0.000		

← →

	G54	G55	G56
X	0	0	0
Y	0	0	0
Z	-5	0	0
C	0	0	0

	EXT
X	10
Y	-10
Z	-10
C	0

此畫面以修改各座標系偏移值為主，左方的座標值方便操作者修改時查看；上方可選擇要修改的座標系，選取要修改的偏移值，會跳出螢幕鍵盤供操作者修改數值，確定後就會將偏移值設定到控制系統中。

4. Maintain：

- 日期時間：

時間

2013-09-24

02:07:22

2013年9月

2013年10月

2013年11月

2013年12月

電源開啟：2040:58:22

加工數量：0

Reset

總加工時間：00:02:54

Reset

外部累計1：0

加工時間：00:00:00

外部累計2：0

此畫面以顯示時間與數量為主，都是由系統內部控制，能修改歸零的只有總加工時間與加工數量，其餘皆依其定義執行。

5. Parameter：

- 工作區間：

Axis	Minimum	Active	Maxmum	Active	Unit
X	5	<input type="checkbox"/>	-486.1	<input type="checkbox"/>	mm
Y	88.99	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	mm
Z	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	mm
C	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	degree

此畫面以設定各軸行程的最大與最小值為主，設定數值完成後，還需啟動此設定，才會有效果。但目前還未與控制器做結合，純屬於 HMI 端的功能而已。

● JOG :

Jog data		Spindle:	
G functions	<input type="text" value="G94"/> <small>說明</small>	Spindle speed	<input type="text" value="36000"/> rpm
Jog feedrate	<input type="text" value="1000"/> mm/min <small>說明</small>		
Jog continuous	<input type="text" value="Continuous"/> <small>說明</small>		
Increment variable	<input type="text" value="0"/>		

此畫面以設定 Jog 進給率與主軸轉速限制為主，點擊數值框後，會跳出螢幕鍵盤供操作者修改數值，確定後就會將限制值設定到控制系統中。

● Feed Rate :

Feedrate		Motor Speed	
Max Feedrate:	<input type="text" value="8000"/> mm/min	X Max Speed:	<input type="text" value="8000"/> mm/min
Rapid:	<input type="text" value="0%"/> <input checked="" type="radio"/> 25% <input type="radio"/> 50% <input type="radio"/> 75% <input type="radio"/> 100%	Y Max Speed:	<input type="text" value="8000"/> mm/min
Normal:	<input type="text" value="100"/> %	Z Max Speed:	<input type="text" value="8000"/> mm/min

此畫面以設定進給率與馬達轉速限制為主，點擊數值框後，會跳出螢幕鍵盤供操作者修改數值，確定後就會將限制值設定到控制系統中。

四、程式架構：

本程式架構以一主程序執行，運作期間再加入各個畫面的動態連結檔結合而成；而各自獨立的連結檔與系統，透過共享記憶體獲取所需的資料。程式運作後，以輪詢方式來獲取及設定系統資料的變化；以事件響應來反應操作者的使用。

五、結論：

目前此 CNC 確實可搭配此控制器與人機介面(HMI)，完成大多數的加工。但仍有些許不夠穩定的地方，不論是控制器，抑或是 HMI，都需再加強。之後可朝著其他較符合公司內需求的功能開發，一來可以減少公司外購的花費，一來也可以透過公司內部的使用，回饋問題來促進 CNC 研發的步伐。