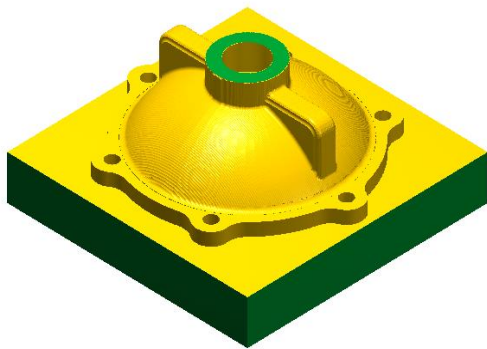


# 數值控制實習 成果報告

模擬加工後



實際切削加工  
成品



學 校：國立西螺高級農工職業學校

就讀科別：機械科

課程名稱：數值控制實習

學生姓名：劉小明

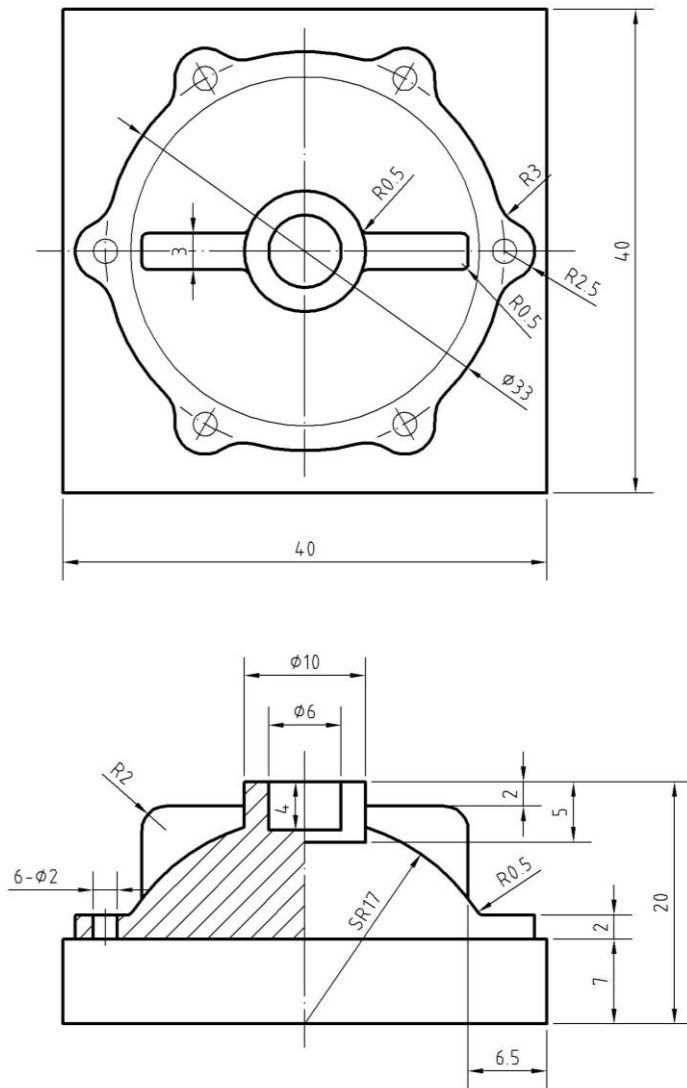
## 一、教學目標：

1. 了解 MasterCAM，並能利用已熟悉的 2D、3D 繪圖軟體，將已完成的圖檔匯入 CAM 軟體中，轉成刀具路徑來加工。
2. 具備 NC 程式製作能力、CNC 控制器操作基本能力。
3. 學會【小型雕銑機-操作】，以了解 CNC 基本加工程序與步驟。
4. 了解程式原點、刀長補正、刀徑補正等基本設定。
5. 學會 MasterCAM 基本操作、基本加工程序  
(從建立刀具路徑→設定刀具參數→模擬加工→轉 NC code)

## 二、課程內容：

本這門主要在學習 Mastercam，所以老師的教學策略是不再重新學習 MasterCAM 的繪圖，而是直接利用已學會的 3D 繪圖軟體，繪圖後，轉入到 Mastercam 來進行加工，所以可以讓學生學更多的加工技巧，以下是本學期在 3D 模型切削中的其中一個範例。

### 1. 工作圖



### 2. 學習時數：6 小時

電腦教室：3 小時

實習工廠：3 小時

### 3. 軟、硬設備：

(1) 工具機：小型 CNC 雕銑機

(2) CNC 控制器：Mach 3

(2) 軟體：Inventor 2016

Mastercam X9

### 4. 工具及材料準備與說明：

(1) 刀具：φ6mm 平刀、φ2mm 球刀

(2) 銑削材料：代木 40x40x20 mm

(3) 切削條件：

轉速：6000 rpm

進給：F=600 mm/分

### 5. 主要學習 mastercam 3D 切削加工：

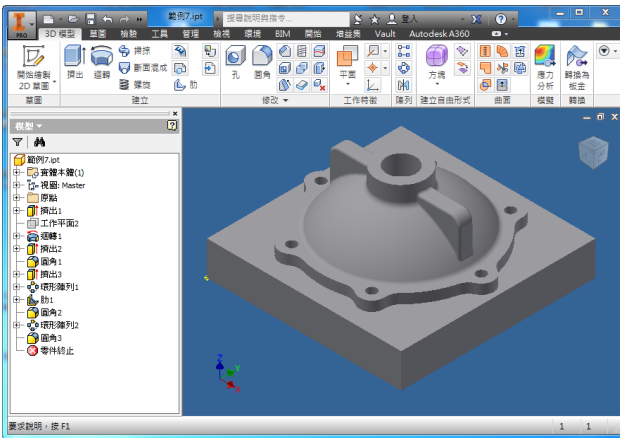
(1) 3D 路徑：曲面粗加工-挖槽刀具路徑 (及切削範圍之設定)

(2) 3D 路徑：曲面精加工-等距環切銑削刀具路徑

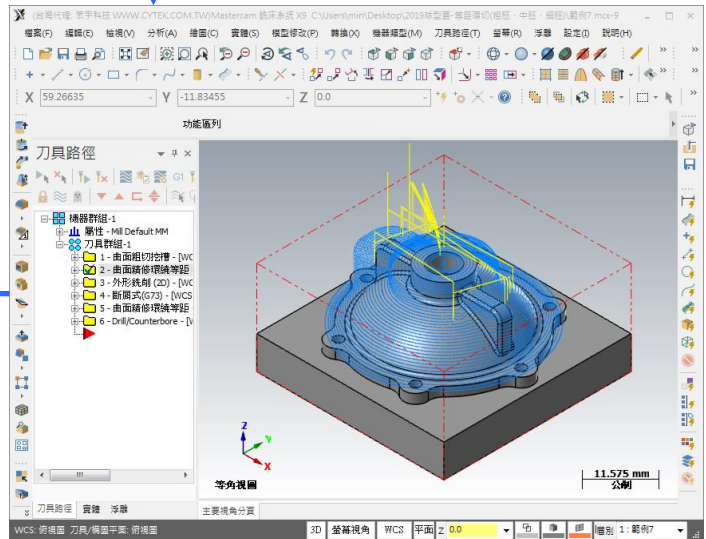
(3) 使用 G83 來鑽孔，了解深孔啄鑽 G83 的動作

## 本課程教學與實作流程

一、使用已熟悉的 3D 繪圖軟體  
Inventor，依工作圖繪製 3D 模型。



二、學習 MasterCAM，將 Inventor  
3D 模型轉入，完成所要的  
刀具路徑。



三、轉出 NC 程式碼  
完成後在 masterCAM  
中將刀具路徑轉出  
G-code。

```
00001(T1-6)
(DATE=DD-MM-YY - 17-03-19 TIME=HH:MM - 23:14)
(MCX FILE - C:\USERS\MIN\DESKTOP\2019球型蓋-等距環切
(NC FILE - C:\USERS\MIN\DESKTOP\T1-6.NC)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
( T1 | 6 FLAT ENDMILL | H1 | XY STOCK TO LEAVE - .2
( T2 | 2 SPHERICAL / BALL-NOSED ENDMILL | H2 )
N100 G21
N110 GO G17 G40 G49 G80 G90
( 粗胚 )
N120 T1 M6
N130 GO G90 G54 X-28.5 Y-3.038 A0. S6000 M3
N140 G43 H1 Z10.
N150 Z-.8
N160 G1 Z-1.8 F300.
N170 X-22.5 F600.
N180 X-7.615
N190 G2 X-8.244 Y-1.995 I2.171 J2.021
N200 X-8.485 Y.078 I8.778 J2.073
N210 X-8.367 Y1.538 I9.019 J0.
N220 X-7.61 Y3.045 I2.636 J-.381
N230 X-3.707 Y7.31 I7.598 J-3.034
N240 X-1.324 Y8.086 I3.268 J-5.987
```

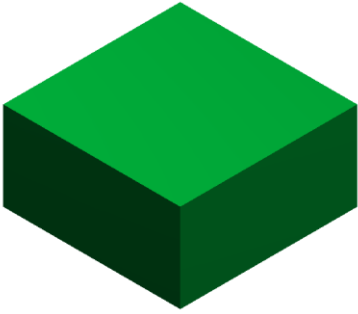
四、使用小型 CNC 雕銑機，實  
機切削，完成作品。



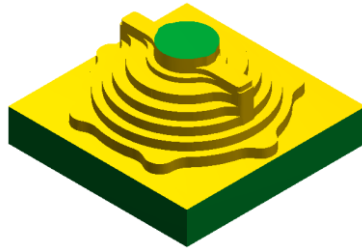
完成作品

## MasterCAM 刀具路徑，加工步驟：

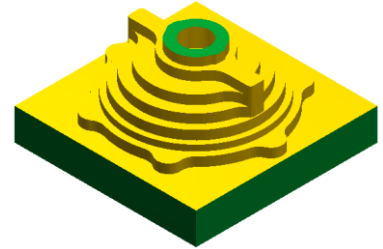
(0)素材



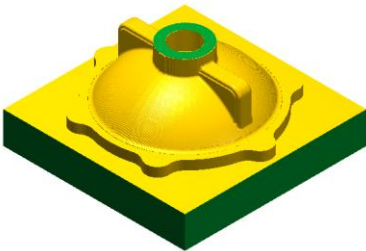
(1)3D-曲面粗加工-挖槽



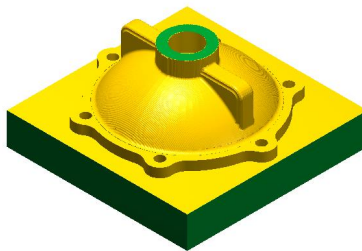
(2)鑽孔



(3)3D-曲面精加工-等距環切



(4)挖槽(6 小孔)



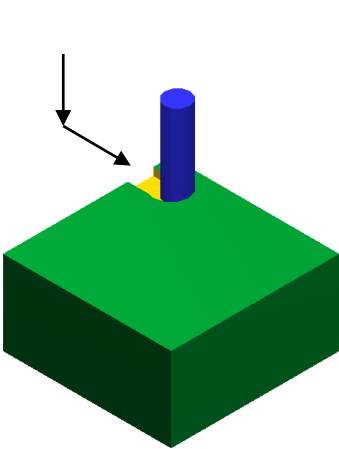
完成

## 三、學習歷程：

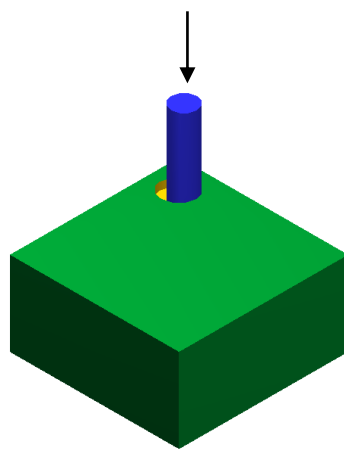
### 1.在學習 MasterCAM 時

老師解說下刀時，要我們特別注意，尤其是第 1 支刀具在做粗切削加工時，要特別注意下刀方式，老師說不要直接插刀，要由範圍外下刀或螺旋式下刀，因為不是很懂老師說的，**所以這 3 種方式，我都試著去做看看，觀察下刀的方式**，由模擬切削的 3D 圖，就更清楚老師說明，所以把這 3 種的下刀方式，用下圖的方式呈現。

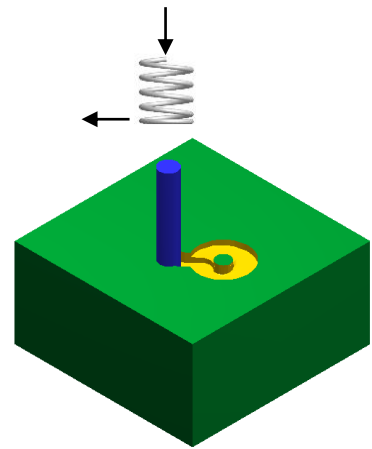
### 下刀方式比較



由切削範圍外下刀  
佳



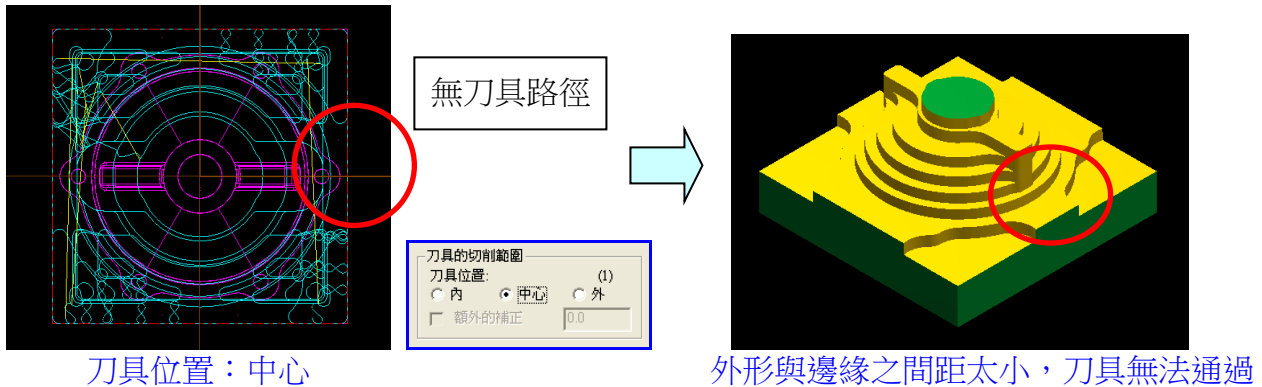
直接下刀  
最差



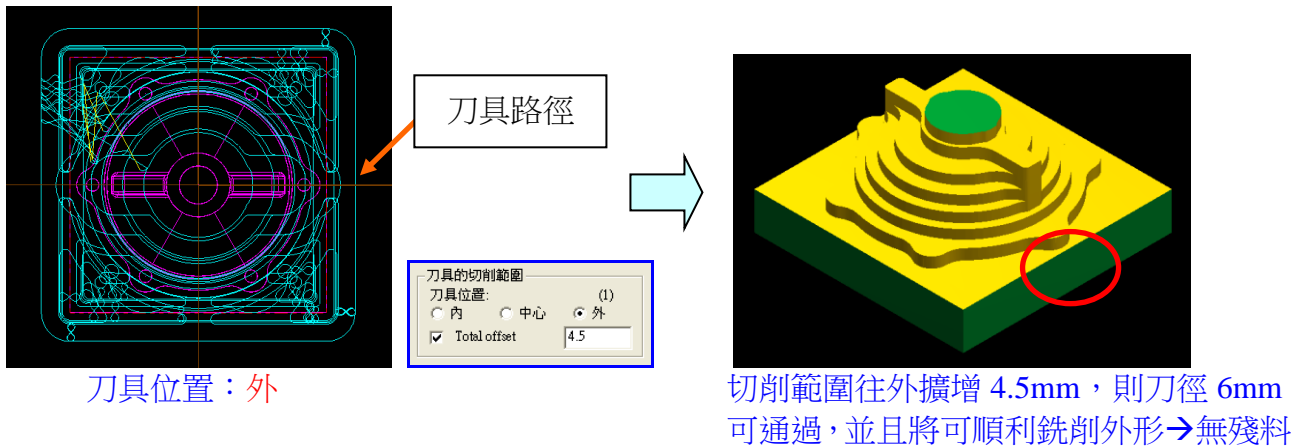
螺旋式下刀  
佳

## 2. MasterCAM 的細項設定真多! 一不小心，就無法完成所要的

**心得：**我在製作 3D 曲面粗加工時，發現我和同學的不一樣，因為我漏掉了刀具切削範圍的選項，當沒有設定好，就會有殘料(如下圖所示)。找了很多久，最後問同學，才知道，原來是這個地方忘設定。

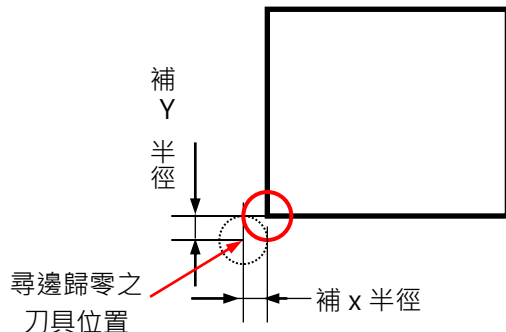


修改後



## 3. 操作小型 CNC 雕銑機對刀-當刀具碰到材料邊緣時，並不是真正的程式原點!

當 X、Y、Z 皆完成對刀後，只是刀具邊緣與材料相切(虛線表示目前程式原點位置)，而刀具中心未在材料邊界點，也就是必須再補刀具半徑值 X、Y，如下圖所示：



X：刀具須往右 3mm  
 Y：刀具須往上 3mm 才可將刀尖移至材料左下角點  
 所以，應將刀具目前位置移至真的位置。

**必須再要 MDI 的方式，下指令，讓刀具移至所要的位置。**

**心得：**

原本不太懂，後來終於懂了，就是要看刀具的中心位置，另外同學也有發生補半徑時，正、負號弄錯的，其實只要看刀子，要往那個方向移動，若是刀子要往右，就是+，要往前就是+。所以，對我來說，小意思!



#### 4.操作小型 CNC 雕銑機-裝刀具



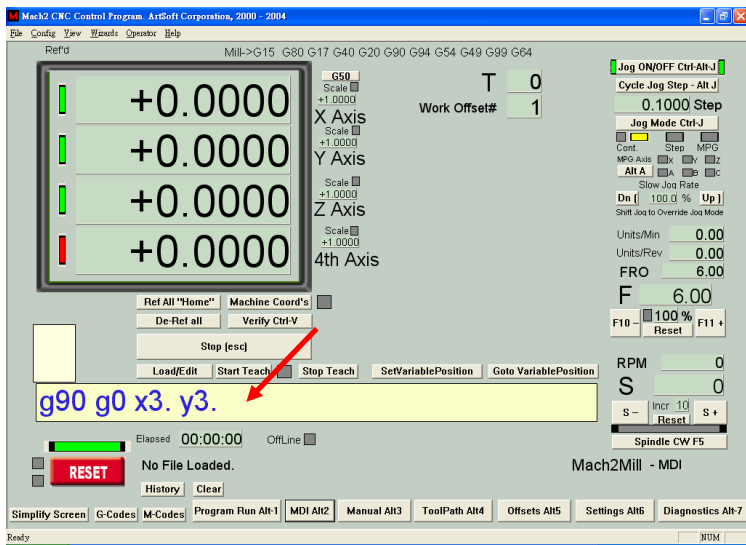
**心得：**

不是很好裝，鎖太緊，等一下拆刀具時很難拆，沒鎖緊，又怕切削出狀況，不過老師特別強調，因為切削的是代木，屬於輕切削，刀具有緊即可，不用過度鎖緊。

如果有廠商開發這種小型的 CNC 可以自動換刀的，那就太棒了！

#### 5.用 MDI 的方式，下指令，讓刀具移至所要的位置！

要執行手動程式，請確定動作是 ok 的，尤其是 Z 軸，是否在工件表面上方，需特別注意。



**心得：**

1. 有同學沒有提刀，就下指令，結果就是刀具往材料削下去!! 就缺一個角了!!

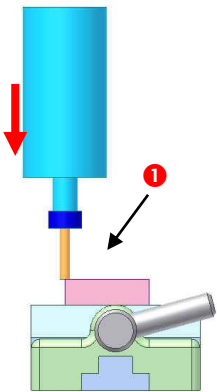
2. 在下指令時，因為對程式代碼不是很清楚，所以老師又特別再解說。所以我對這指令更清楚了。

G90 是絕對座標，而 G0 是快速移動。所以：G90 G0 X3. Y3. 刀具會依剛才設定的座標，移動至剛才的座標位置的右方 3mm、前方 3mm 的位置。

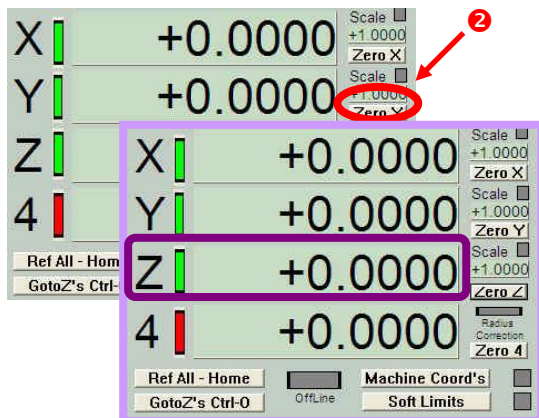
#### 6.在操作小型 CNC 雕銑機時，對刀，眼睛要看清楚!

**心得：**因為小型 CNC 雕銑機，只是為了快速驗證所學，所以在對刀上，老師教我們簡易的對刀方式，就是用眼睛看，當刀子下來碰到材料表面時，這時的 Z 值歸零。

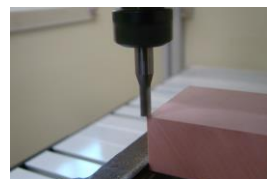
但是一不小心就會過切，不過，老師說，這個並沒有要求精度，只是看我們的程式完成的正不正確，是不是可以將成品順利完成。 所以也讓我們體驗到另類的對刀方式!



右側視圖



- ① 一步一步慢慢的往下移動，直到接觸表面發出摩擦聲音後，則停止移動。
- ② 於主畫面按 Zero Z，將 Z 為歸 0。



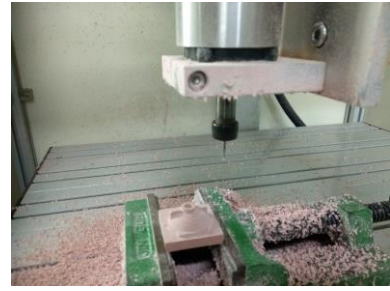
## 7. 以下是我用小台 CNC 雕銑機，切削成品的過程



操作 Mac3 控制器軟體



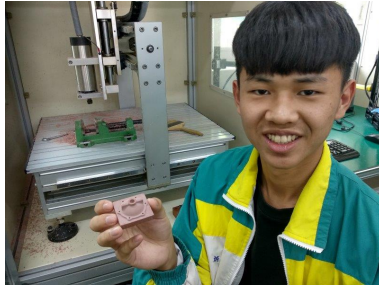
6mm 平刀 3D 曲面粗加工



換 2mm 球刀



3D 曲面精加工



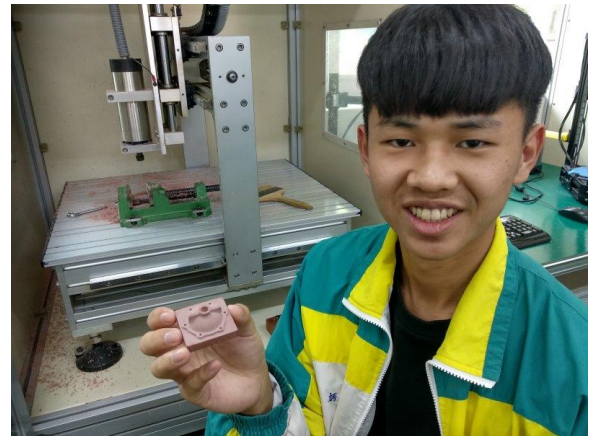
完成，開心



作品上油後，更有質感

## 四、學習心得：

這個課程的設計非常的棒，因為這個 3D 圖檔就是我們 3D 檢定的圖檔修改版，讓我了解，畫 3D 圖的目的，除了可以完成工作圖，也可以用 3D 圖檔來完成自動切削加工程式。而 MasterCAM 比想像的簡單，並不難，學習流程就是 3D 繪圖、轉 CAM 的刀具路徑、轉出程式後使用 CNC 來切削加工。而 3D 已是學過的東西，所以老師這樣的編排教學，可以讓我們學到更多的 MasterCAM 技巧。老師也說，業界除了自家公司在開發模具會自己畫圖，若是客戶委託製作模具，幾乎都是用客戶的圖檔轉入、拆模，所以老師要我們不要浪費過多的時間在 masterCAM 的繪圖上，我覺得很有道理，因為短短的兩週的課程，我就可以完成實體作品。



雖然成品是木材，不過我覺得可以省切削時間，快速驗證所學，非常的有效率，期待下一個階段可以進行金屬切削加工，不過我想難度會再增加。因為要切削金屬就無法再用這種小台的 CNC 雕銑機，而是真正業界在用的大台的 CNC，想必操作更嚴謹、更複雜、切削條件更不可馬虎。

整個學期課程學習下來，我有 5、6 件成品，覺得非常有成就感，老師說，當年他還是學生時，他一學期才完成 1 件作品，我覺得我幸福多了，在現的科技、環境都比以前好，教材也越來越棒，所以我們才能學到更多、更好的加工技術，不過這一切都是因為本校積極投入才有的教學環境，感謝學校老師的辛苦付出。