

國立成功大學
機械工程系
NSAP 實驗室暑期課程
CNC 操作手冊

編輯：謝彥群

日期: 2026/07/29

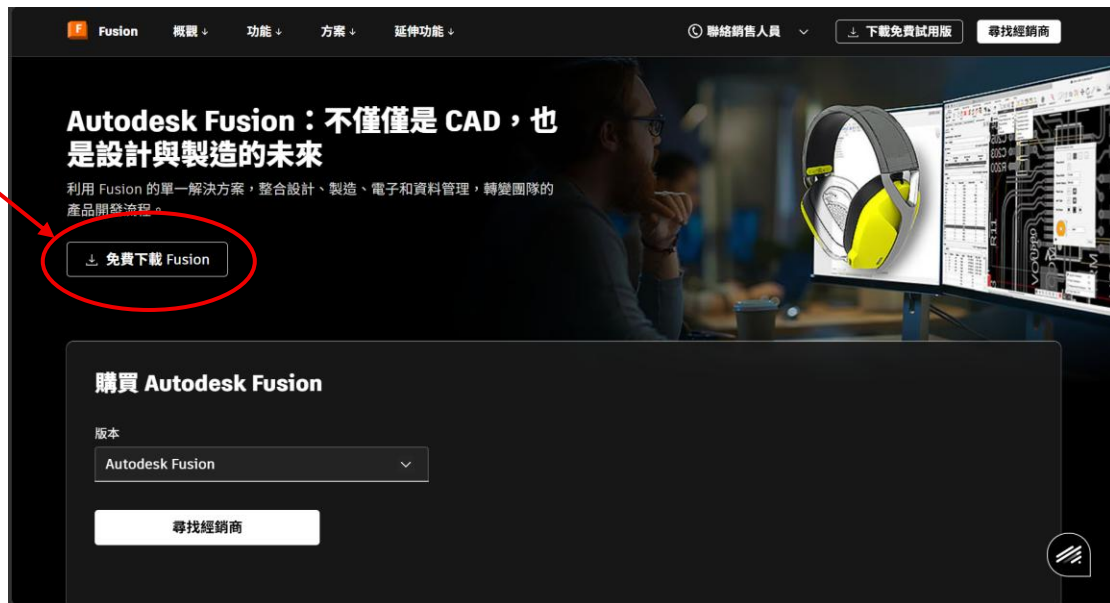
一、 Autodesk Fusion 介紹

Autodesk Fusion (Fusion 360) 是 Autodesk 所開發的雲端 CAD/CAM/CAE 整合軟體，可同時完成產品設計、工程分析及 CNC 加工規劃。相較於傳統需要使用多套軟體完成不同工作，Fusion 將建模、組裝、模擬以及加工路徑規劃整合於同一平台，大幅提升設計效率。

在本次教學中，將利用 Fusion 建立簡單零件模型，並學習如何將模型轉換為 CNC 加工路徑，最後輸出供 CNC 雕刻機使用的加工程式。

二、 Autodesk Fusion 安裝

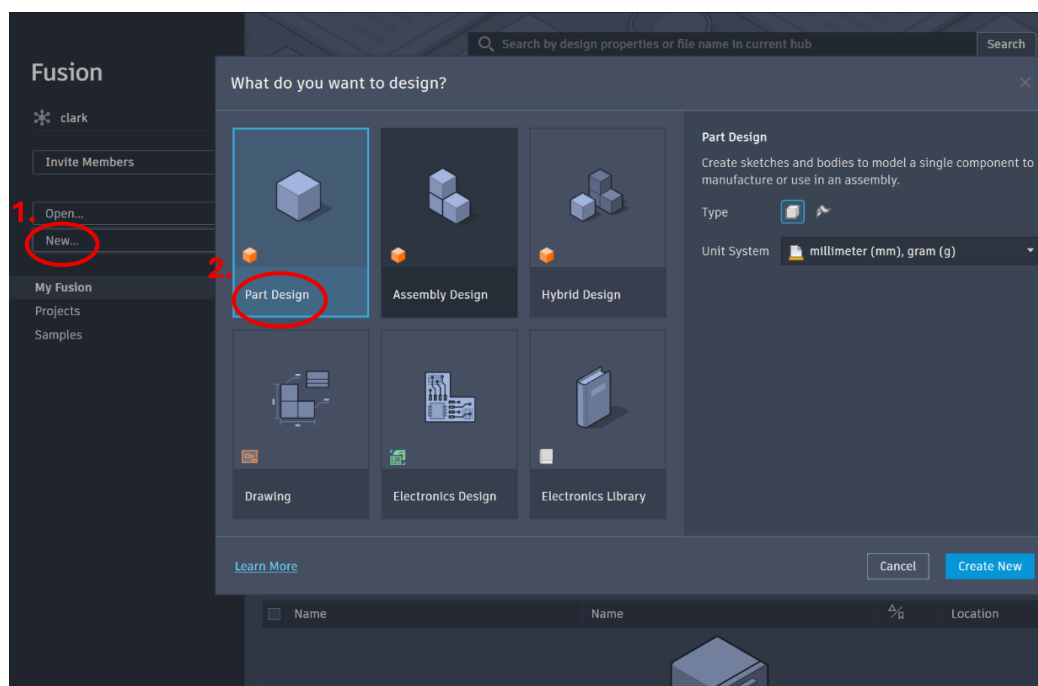
- (a) 下載網址: <https://www.autodesk.com/tw/products/fusion-360/overview>，選擇免費下載 Fusion 進行下載試用版(可使用 30 天)。



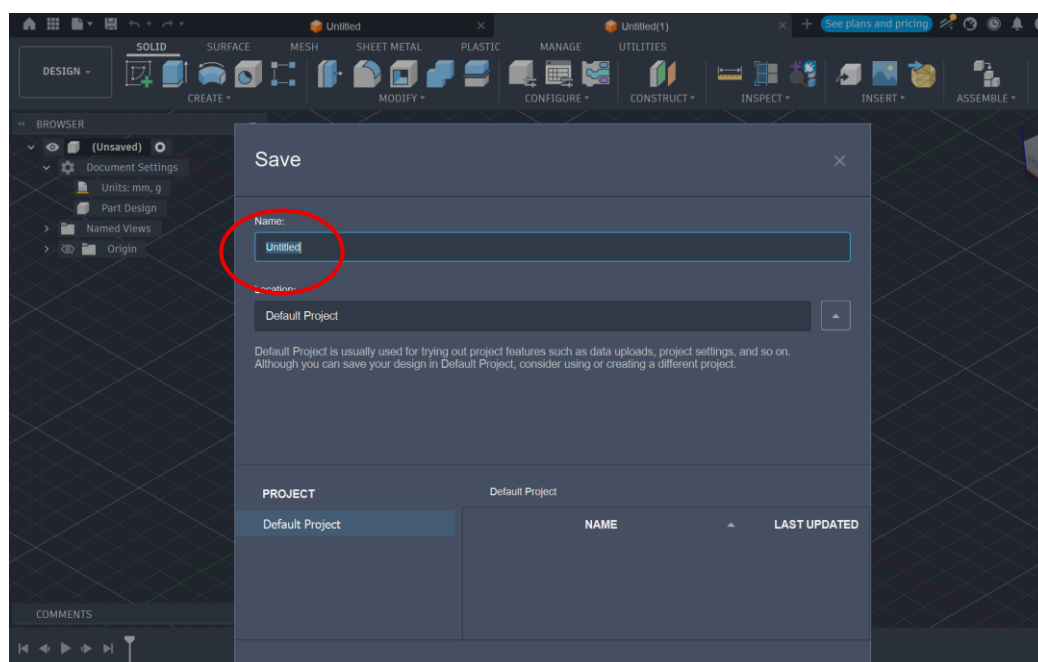
三、 草圖設計

在 CNC 加工之前，必須先建立零件的幾何模型。本章將介紹如何利用 Fusion 建立 2D 草圖，並透過拉伸（Extrude）建立 3D 實體，再加入文字雕刻，完成後續加工所需的模型。

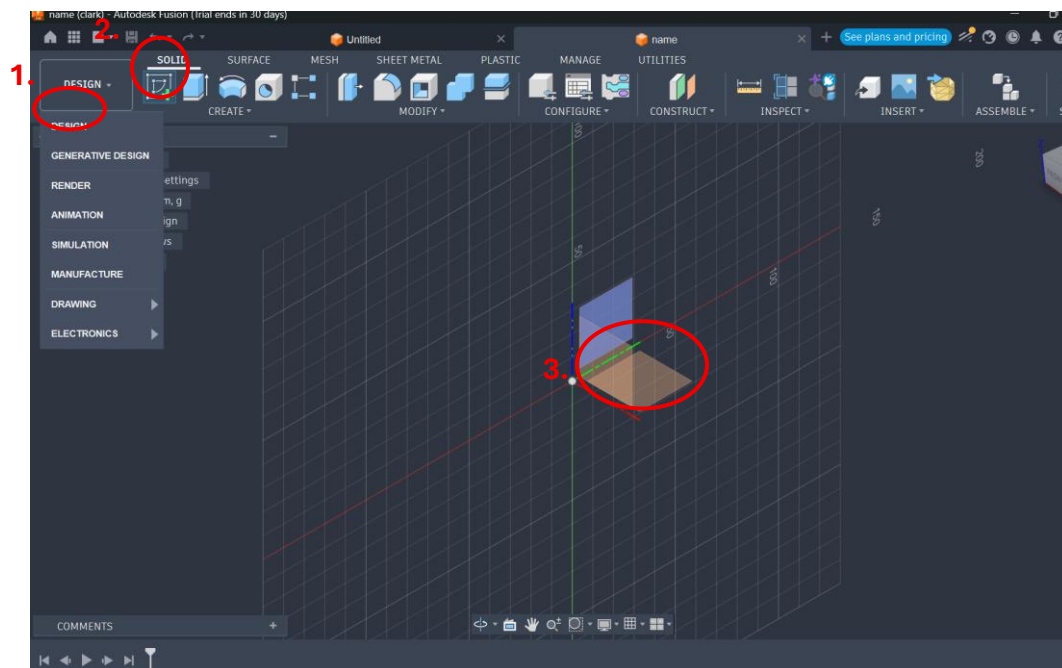
1. 選擇左方 New 開啟新檔，再選擇 Part Design 建立零件。



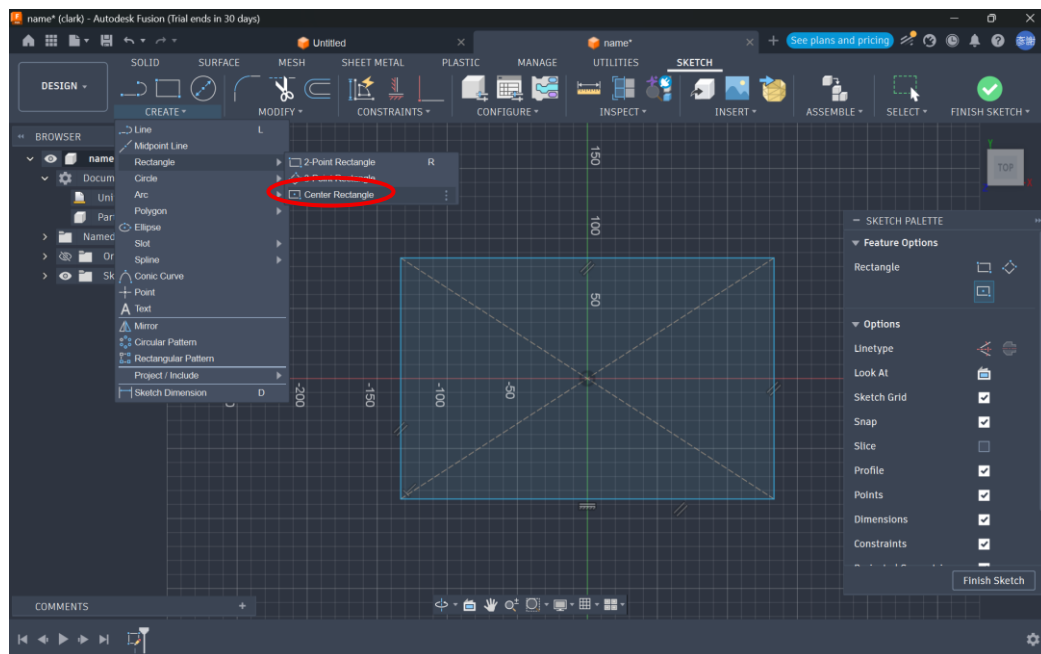
2. 按 ctrl + s 並輸入檔名，最後右下角按 save 存檔。



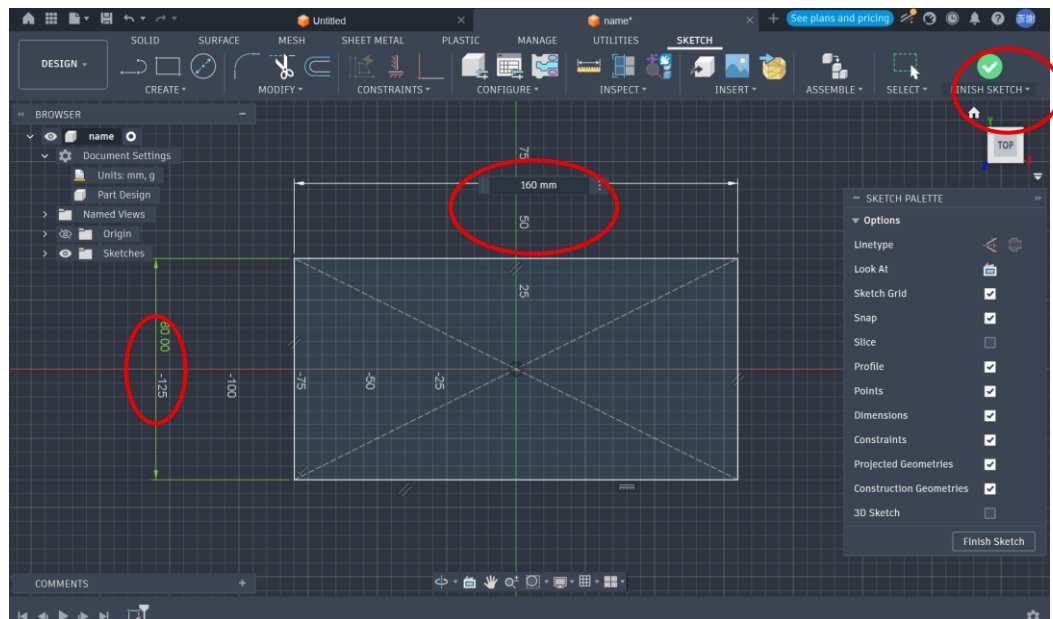
3. 選擇左上角 DESIGN，並選擇 CREATE 中的 Create Sketch，最後選擇 XY 平面建立草圖。



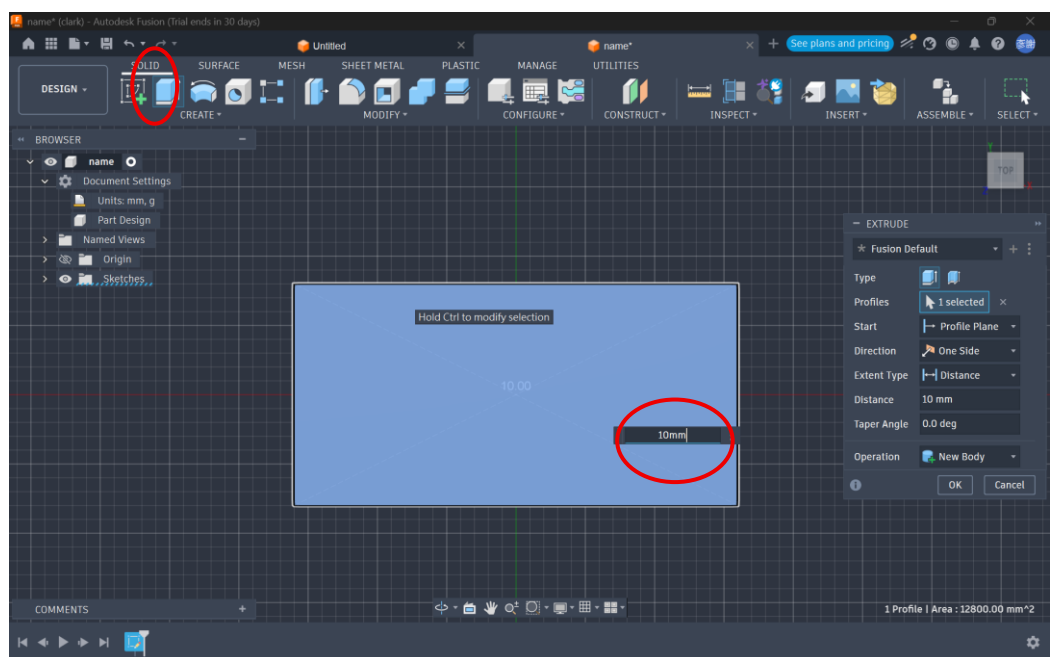
4. 點選 CREATE 中的下拉選單，並選擇 Rectangle 的 Center Rectangle，最後在原點建立矩形。



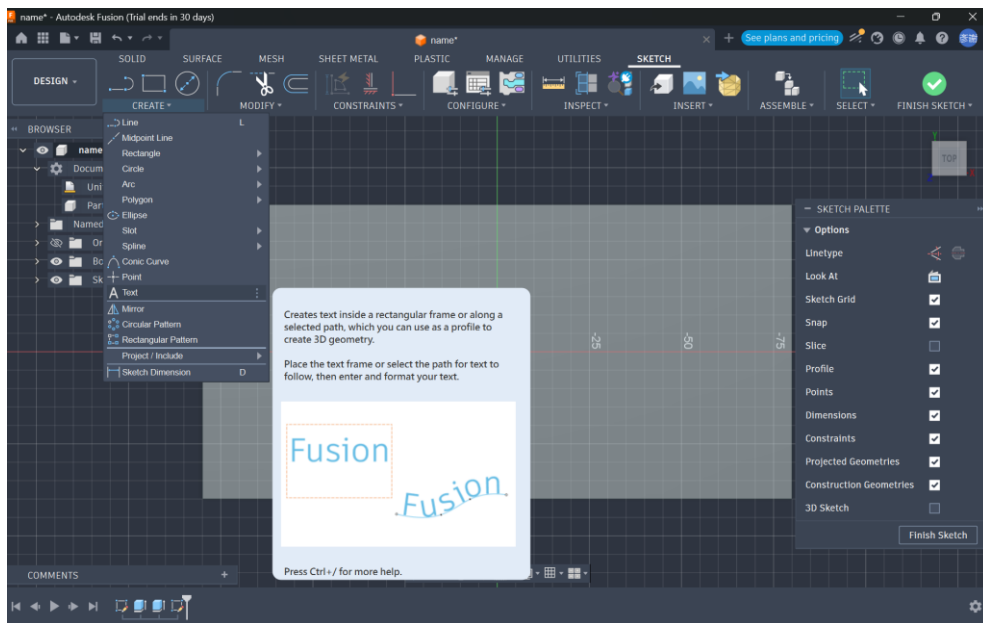
5. 長按 D 進入編輯模式，選擇矩形的兩邊修改長度，長邊設定 **160 mm**，短邊設定 **80 mm**，設定完成後按右上方的 FINISH SKETCH。



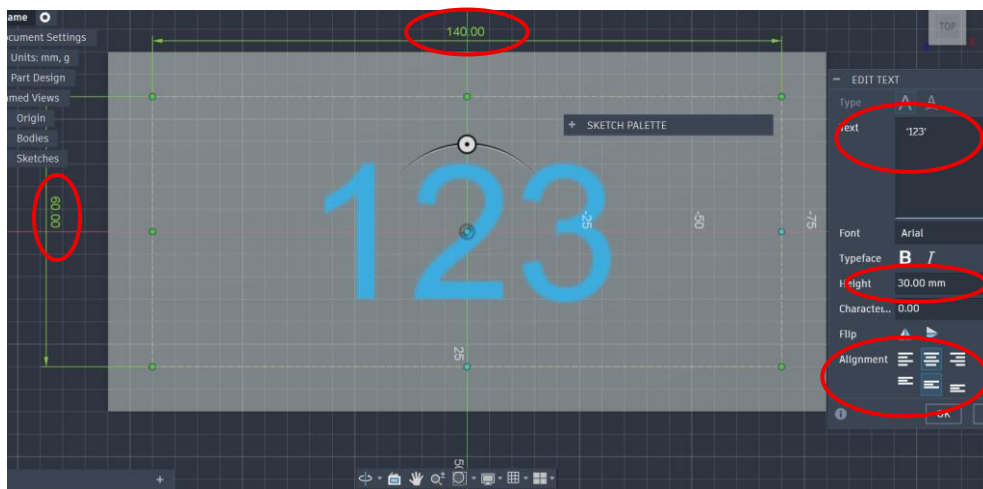
6. 選擇 CREATE 中的 Extrude 拉伸 2D 草圖，厚度設定為 **10 mm**。



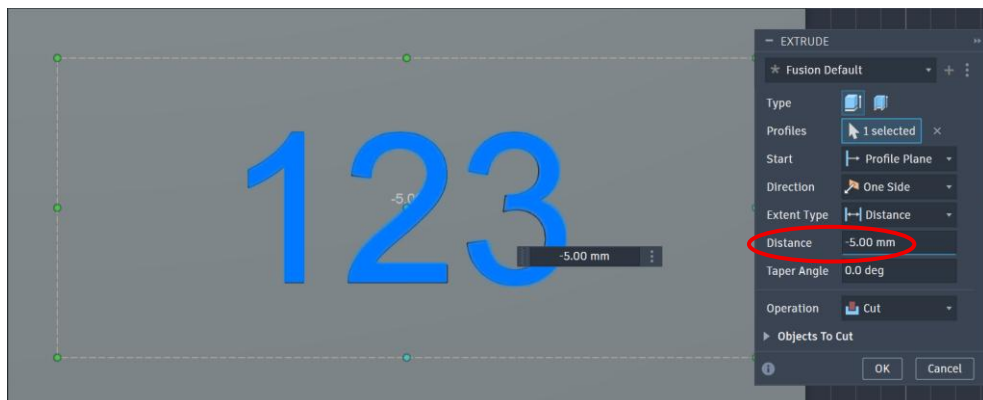
7. 點選 part 表面並建立新的草圖，選擇 CREATE 中的 Text 建立文字。



8. 在 part 表面建立文字，text 中輸入想要設計的文字(中文字建議選擇微軟正黑體，粗體)，Height 選擇 **30 mm**，Alignment 都選擇置中，最後按 D 設定文字外框尺寸(**140 mm x 60 mm**)。



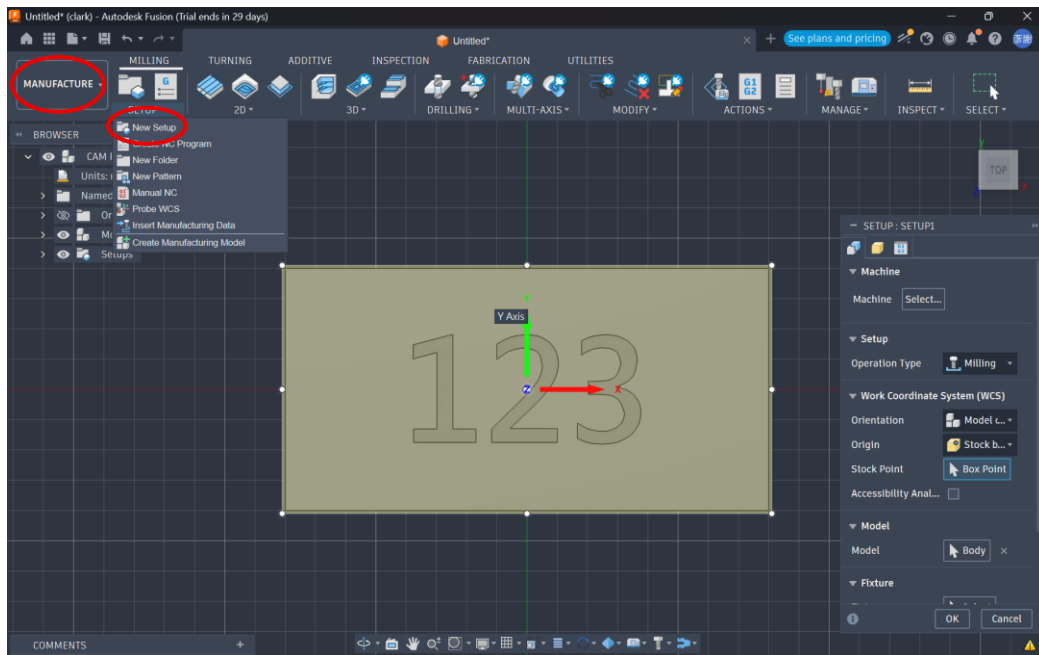
9. 對建立的文字點右鍵，選擇 Press Pull，將 Distance 設定為 **-5.00 mm**。



四、 自動生成加工路徑

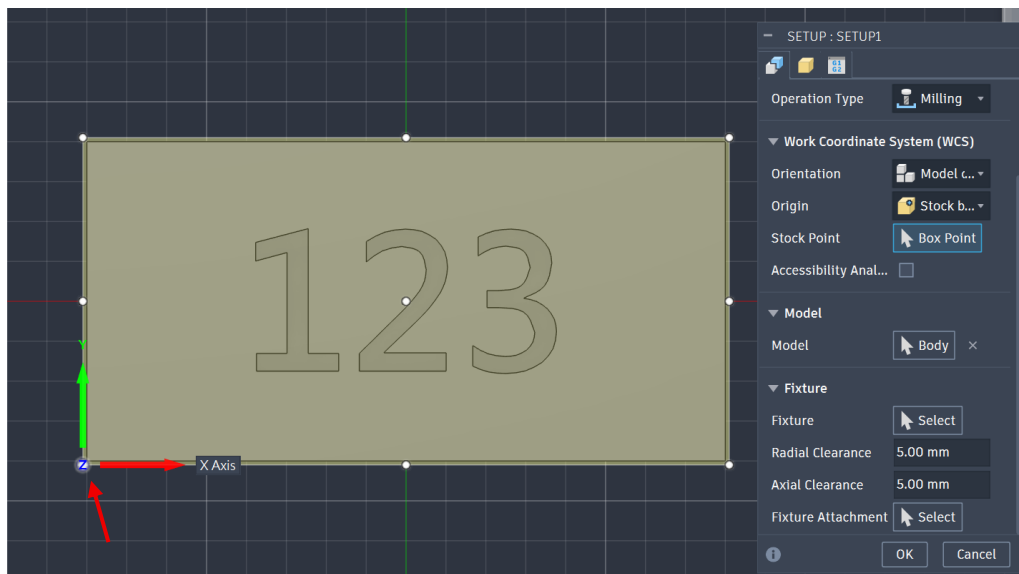
完成零件建模後，即可切換至 Manufacture（製造） 工作環境建立 CNC 加工路徑。加工路徑是指刀具在加工過程中的移動軌跡，Fusion 會根據零件幾何形狀、刀具種類、材料尺寸及加工參數，自動計算適當的切削路徑，並產生符合 CNC 機台使用的加工程式（G-code）。

1. 左上角選擇 MANUFACTURE 後，從 SETUP 選單中點選 NEW SETUP。



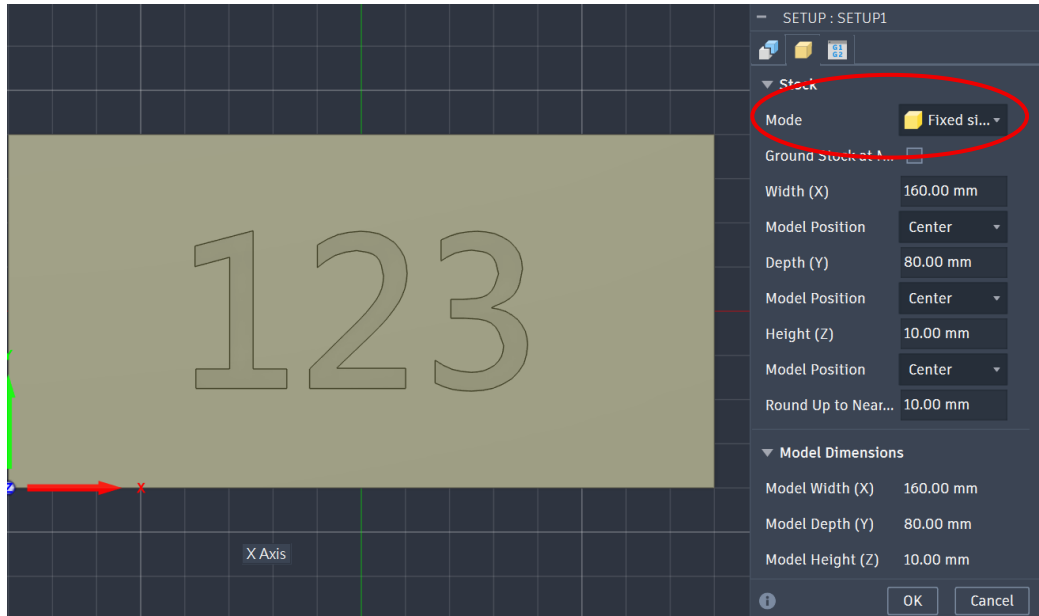
2. SETUP-MACHINE

- (a) 從 SETUP 中可以設定加工方式，這邊我們選擇預設的 Milling
- (b) 設定座標原點，點選左下角的點為座標原點。



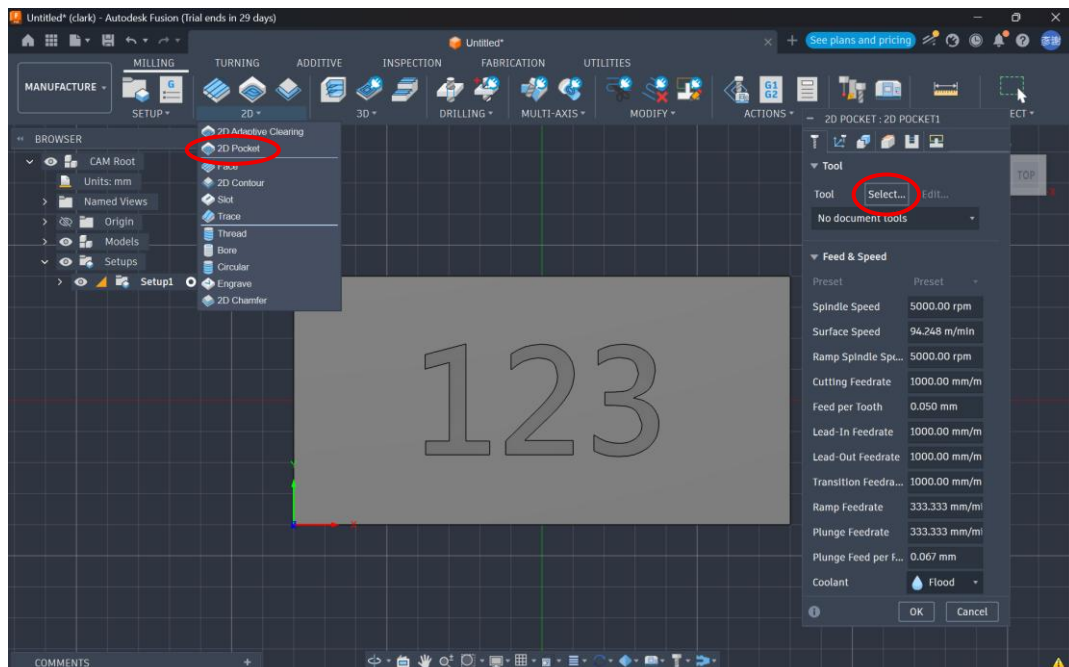
3. SETUP-STOCK

- (a) 設定毛胚的 Mode 為 Fixed size box。
- (b) 設定毛胚的尺寸為 $160\text{mm} \times 80\text{mm} \times 10\text{mm}$ (壓克力板的原始尺寸)，設定完成後按 ok。



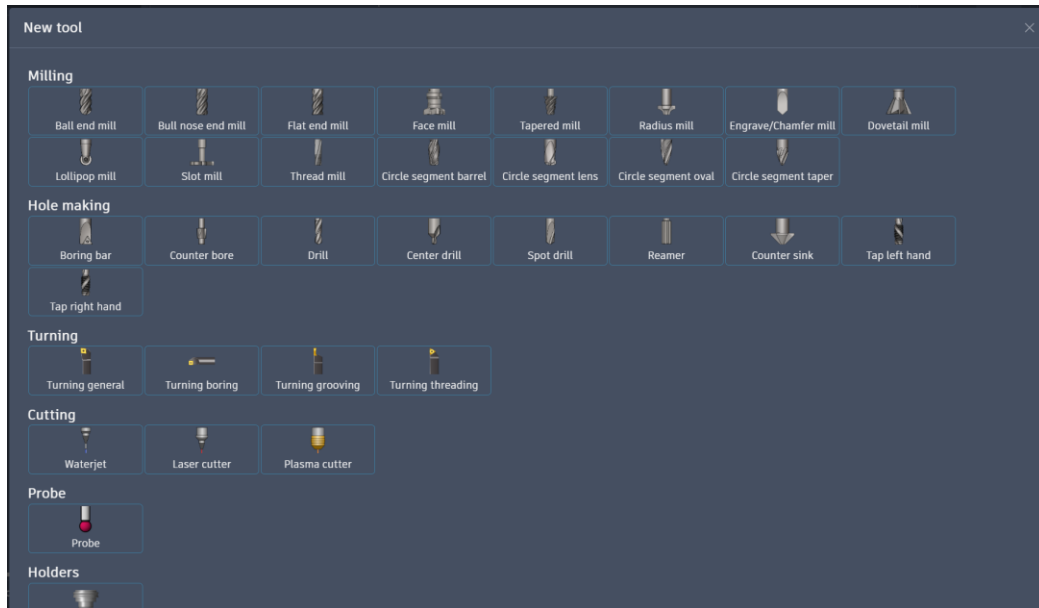
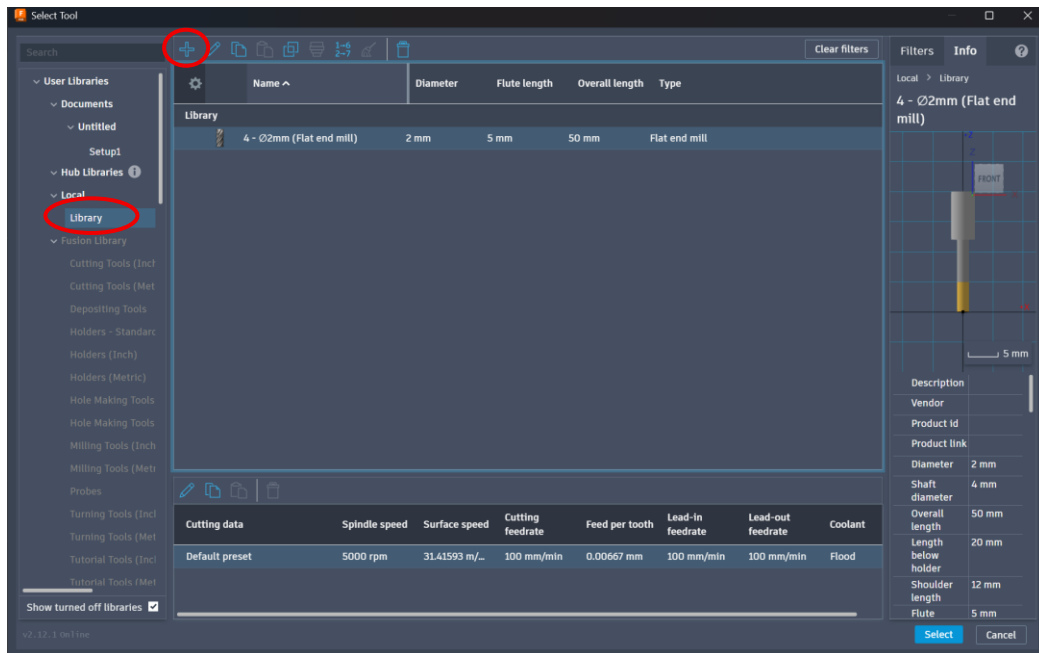
4. 2D-POCKET-Tool

- (a) 選擇 MILLING 中的 2D，並在下拉選單中選擇 2D-POCKET。
- (b) 在 Tool 設定中選擇點選 Select 建立刀具。



5. Select Tool

- 點選左邊的 Local 中的 Library，並在上方點選 New Tool
- 選擇 Flat end mill 並設定刀具。



6. 刀具設定: 請根據以下圖片更改刀具設定，其中包含 Cutter、Cutting data 和 Post pocesser，設定完成後點選 ok，再點選 select 就設置完成了。

The image shows two panels of the software interface. The left panel is the 'Cutter' tab, and the right panel is the 'Speed' tab.

Cutter Tab Settings:

- Type: Flat end mill
- Unit: Millimeters
- Clockwise spindle rotation: ☒
- Number of flutes: 3
- Material: HSS
- Geometry:**
 - Diameter: 2 mm
 - Shaft diameter: 4 mm
 - Overall length: 50 mm
 - Length below holder: 20 mm
 - Shoulder length: 12 mm
 - Flute length: 5 mm
- Tool Assembly:**
 - Gauge length: 20 mm f_x

Speed Tab Settings:

- Spindle speed: 5000 rpm
- Surface speed: 31.41593 m/min f_x
- Ramp spindle speed: 5000 rpm f_x
- Feedrates:**
 - Cutting feedrate: 100 mm/min
 - Feed per tooth: 0.00667 mm f_x
 - Lead-in feedrate: 100 mm/min f_x
 - Lead-out feedrate: 100 mm/min f_x
 - Transition feedrate: 100 mm/min f_x
 - Ramp feedrate: 333.33 mm/min
 - Ramp angle: 2 degrees
- Vertical feedrates:**
 - Plunge feedrate: 333.33 mm/min
 - Plunge feed per revolution: 0.06667 mm f_x
- Passes and linking**

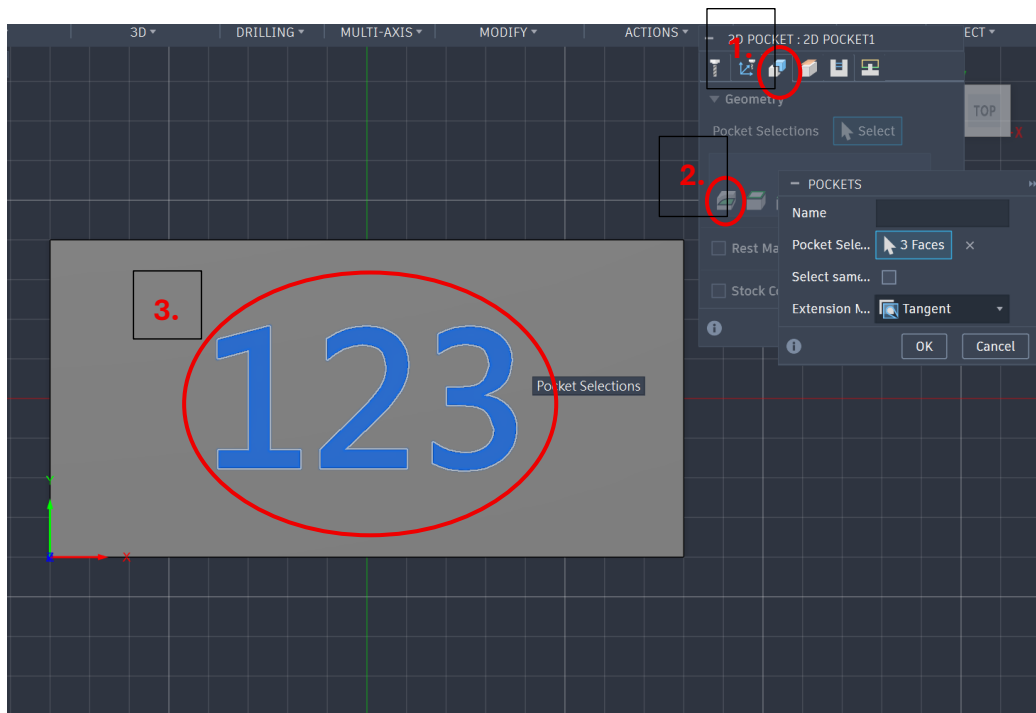
The image shows the 'Post processor' tab of the software interface.

Post processor Tab Settings:

- Number: 4
- Length offset: 4
- Diameter offset: 4 f_x
- Turret: 0
- Comment:
- Manual tool change: ☐
- Live tool: ☒
- Break control: ☐

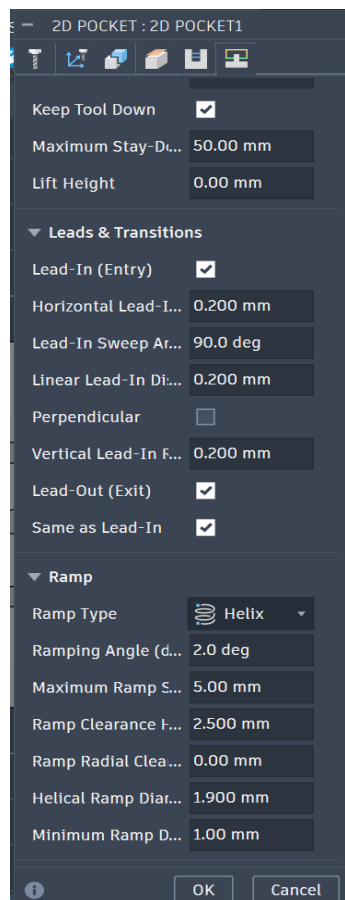
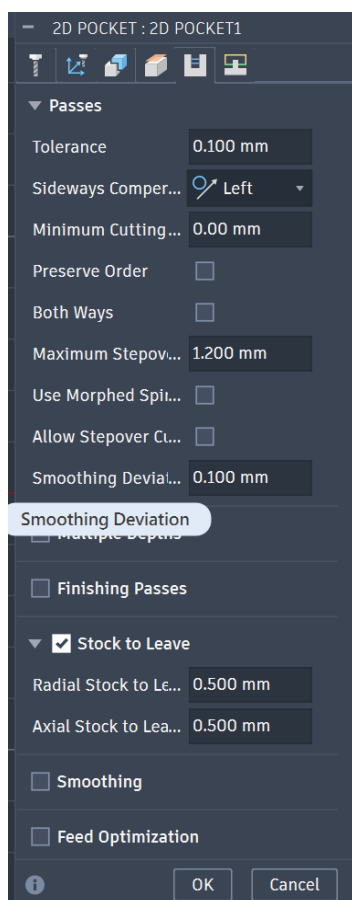
7. 2D POCKET-Geometry

(a) 點選第三個 Geometry，並選擇 Pockets，最後點選要文字的輪廓，最後按 ok。



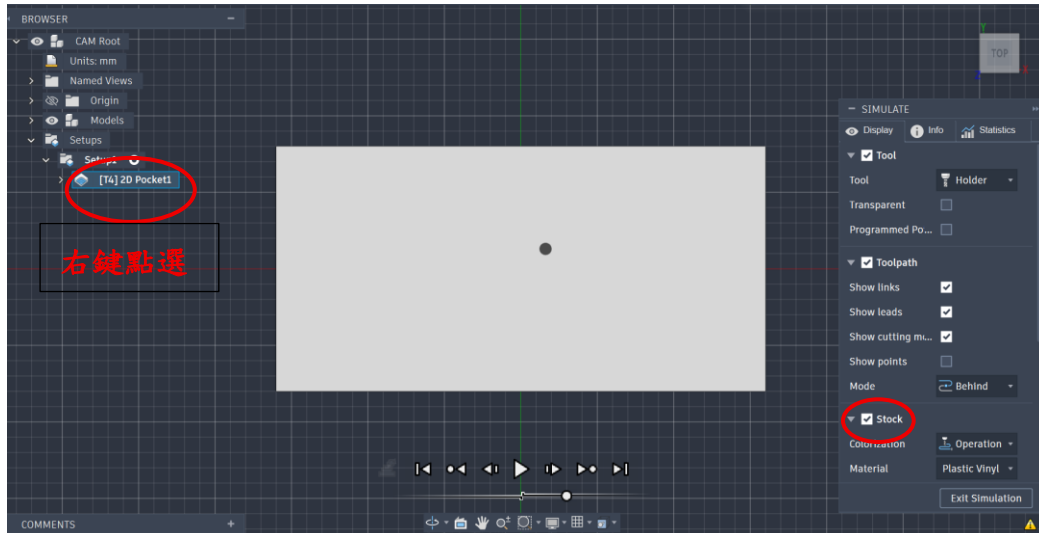
8. 2D POCKET- Passes and linking

Passes 主要設定刀具如何逐層加工材料，Linking 則設定刀具如何在不同刀路之間移動，請依照以下圖片檢查設定，避免斷刀，設定完成按 ok。



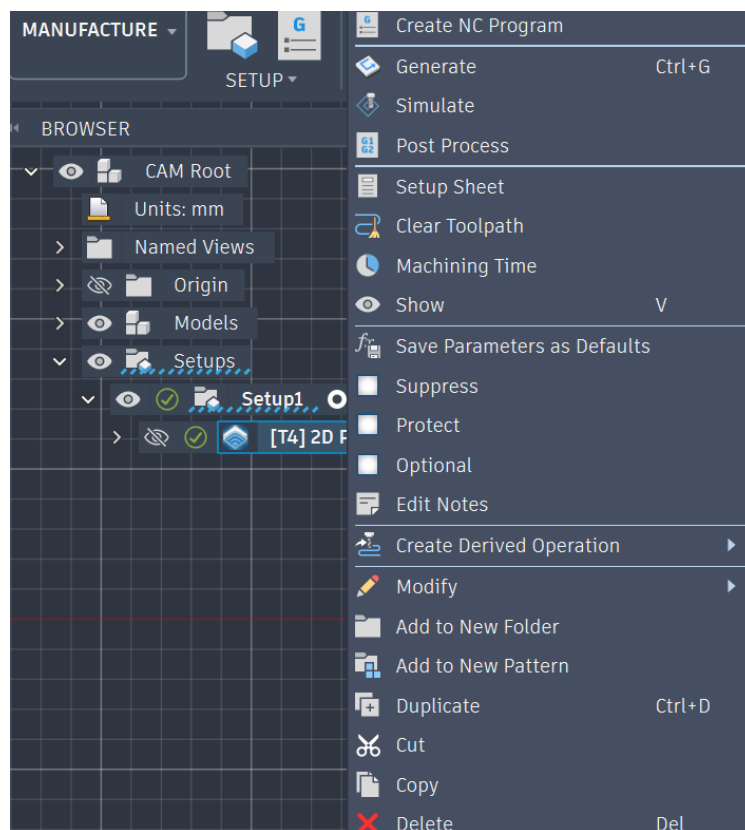
9. Simulate

(a) 在左方 2D POCKET 點右鍵選擇 Simulate，並勾選設定中的 Stock，就能夠模擬零件的加工狀態，請檢查加工的過程中刀具是否有確實切到零件。



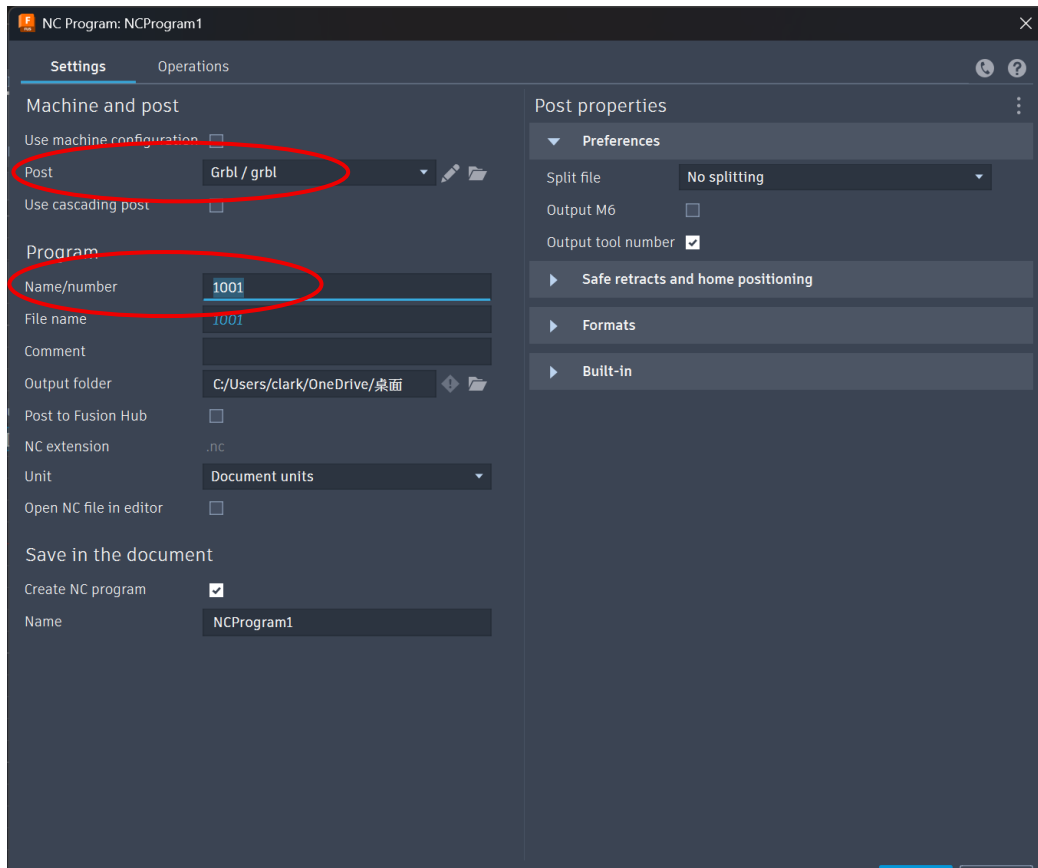
10. Post Process

在確認模擬結果沒問題後，點選上方 EXIT SIMULATION 退出模擬，再右鍵點選 2D POCKET 並選擇 Post Process 匯出 G code。



11. Save G code

- (a) 將 Post 設定為 Grbl/grbl。
- (b) 設定 Program name，最後點選 Post。



五、 Candle

Candle 是一套開源（Open Source）的 CNC 控制軟體，主要用於搭配 GRBL 韌體控制的 CNC 雕刻機、雷射雕刻機及小型數值控制設備。使用者可透過 Candle 匯入由 CAM 軟體（如 Autodesk Fusion）產生的 G-code，加工前設定工件原點（Work Zero）、調整機台位置、控制主軸及執行加工。

1. 下載

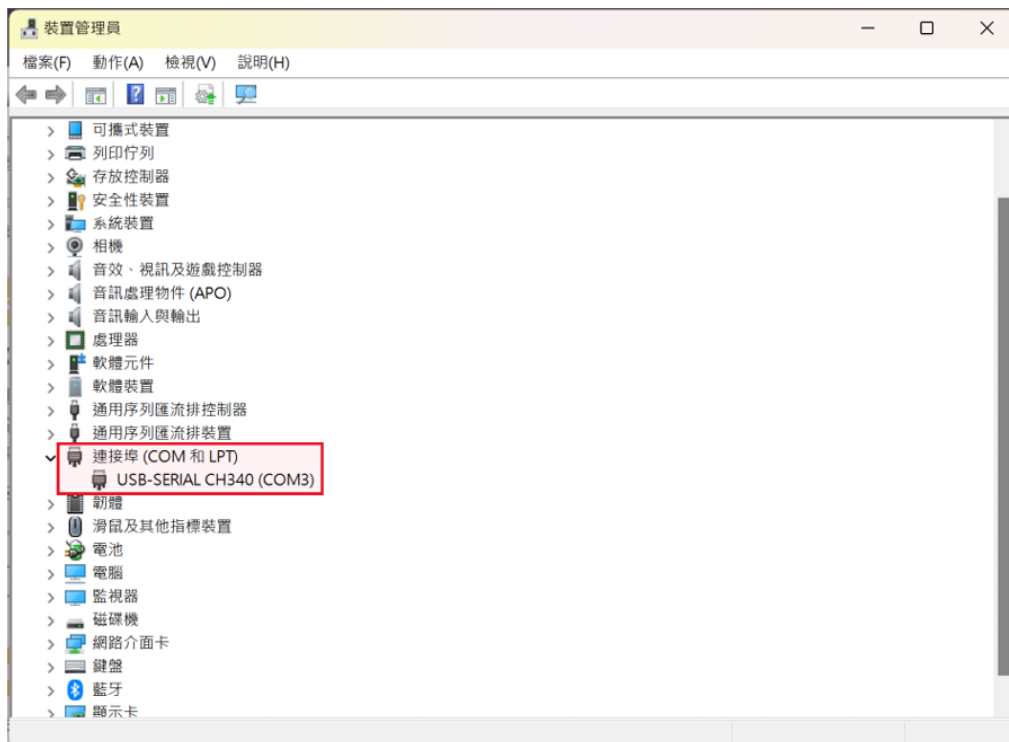
前往 Google 搜尋 candle CNC 尋找載點，或是在瀏覽器貼上

<https://github.com/Denvi/Candle>

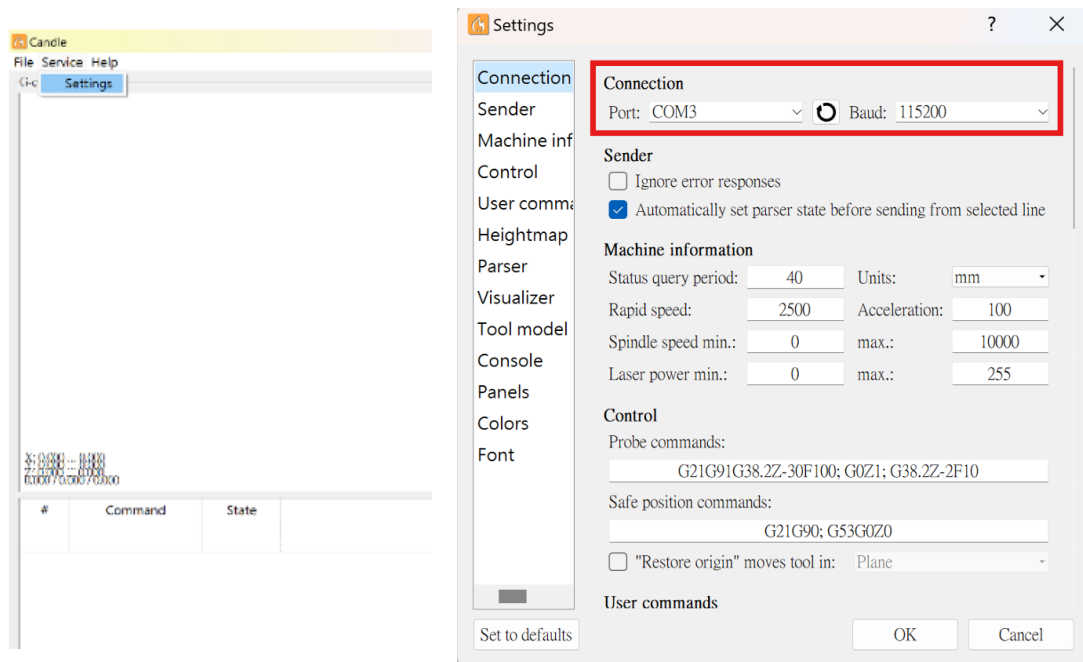
2. 連接機台控制器：將此 USB 線連接筆電和 CNC 銑床之控制器。



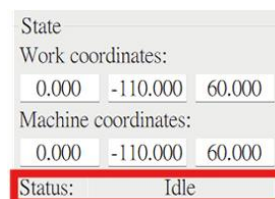
3. 尋找控制源



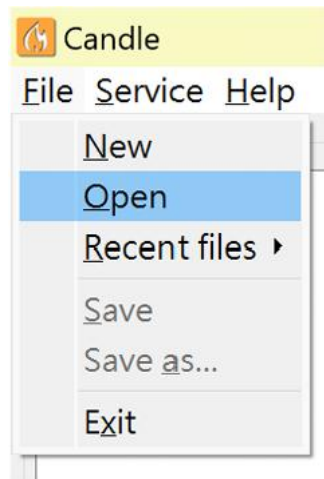
4. 檢查設定中的 Port 是否與電腦的相同



5. 確認 Status 狀態是否有連接上



6. 將之前存好的 G code 匯入



7. 調整機台：

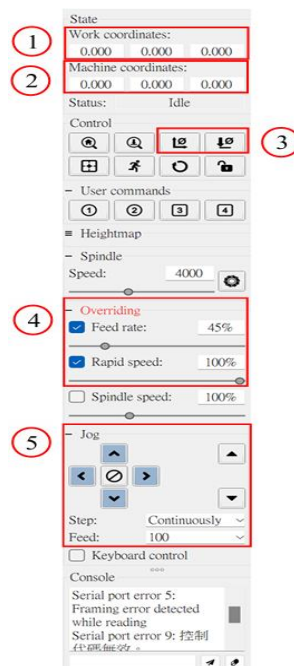
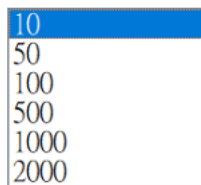
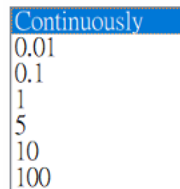
- (1) 工作座標：根據要加工的工件所定之座標，通常是刀具出發的位置。
- (2) 機械座標：CNC 銑床原始座標。
- (3) XY 軸清零、Z 軸清零：訂定工作座標原點。
- (4) Feed rate：根據加工工件所定之進給速率去調整快慢。

Rapid rate：指機器在切割之間行進的材料上方時移動的速度。

- (5) 控制機台的 XYZ 軸運作方向。

Step：機台移動的距離

Feed：機台移動速度



8. 開始工作

按下 send 即可開始工作

Pause：暫停程序

Abort：跳出程序

Reset：回到第一步

Autoscroll：跟隨目前程序

#	Command	State	Response
1	(r2)	In queue	
2	(T1 D=4 CR=0 - ZMIN=-2.5 - flat end mill)	In queue	
3	G90 G94	In queue	
4	G17	In queue	
5	G21	In queue	
6	G28 G91 Z0	In queue	
7	G90	In queue	
8	(ZD 3)	In queue	

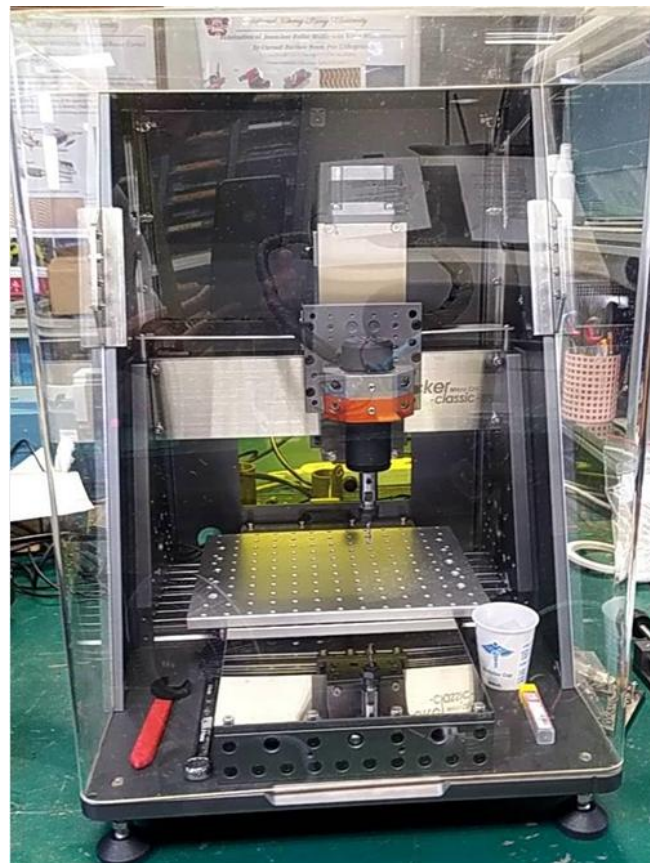
☐ Check mode ☒ Autoscroll

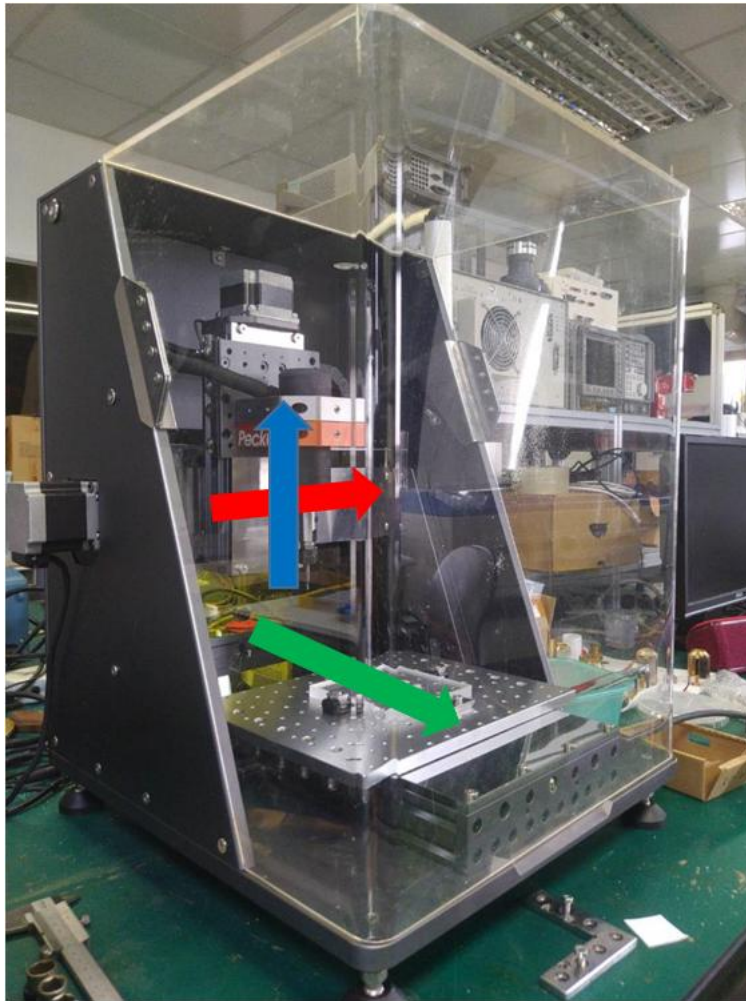
Open Reset Send Pause Abort

六、 CNC 機台

1. 機台介紹

這是一台桌上型 CNC 銑床，配有透明防護罩以保護操作人員並防止飛屑。機台正中央是一個固定工作台，上方有一個可上下移動的主軸頭，並配有切削工具。此機台適用於小型零件的精密加工，常見於小型工廠或實驗室中，用於製作各種金屬或塑膠零件。





藍色箭頭：Z 軸

紅色箭頭：X 軸

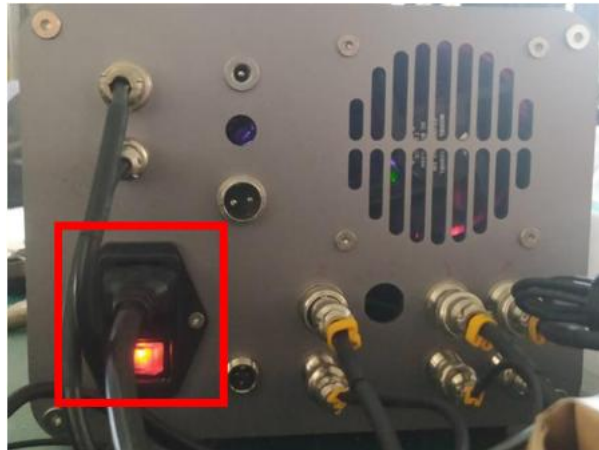
綠色箭頭：Y 軸

- 箭頭的指向代表每一軸之正向。
- 床台的螺絲孔皆是 M5 的螺絲。

2. 控制台功能: CNC 銑床的所有功能以及控制皆由這台控制器操作。



3. **開啟電源：**電源開關在控制器後方，需先開啟才做操作其他作業。



4. 介面介紹

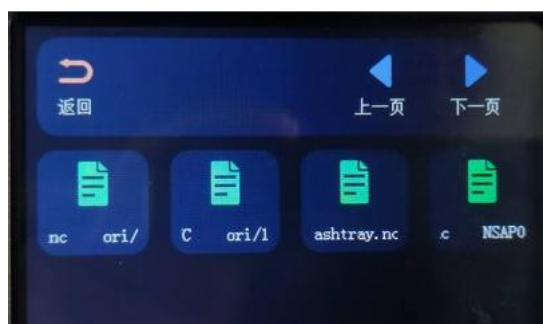
1. 調整轉速的地方，上面的錶會顯示目前轉速。轉速需手動調整，按下 Start 鍵刀具就會開始旋轉，再轉動旁邊的旋鈕調整刀具轉速。刀具能調整之最大轉速大約為 6000rpm。
2. 緊急按鈕，如果加工出現問題或是緊急狀況請不要猶豫把它按下去。還可以控制的話可以在 candle 的 Pause 暫停工作就好。
3. 控制面板，這是觸控面板，所有功能都在這裡面操作。
4. 左邊的接孔可以用 USB 線接到電腦並可以使用軟體 candle 控制 CNC 機台。右邊是 SD 卡插槽，若身邊無電腦可以先在自己的電腦輸出檔案到 SD 卡再藉由 SD 卡把檔案輸入至控制器裡工作。
5. 目前沒有這些功能。



首先會看到這個頁面，它顯示了工作座標以及機械座標。



雕刻頁面顯示的是你存在 SD 卡裡面的檔案，選擇你要銑削的檔案進行作業。



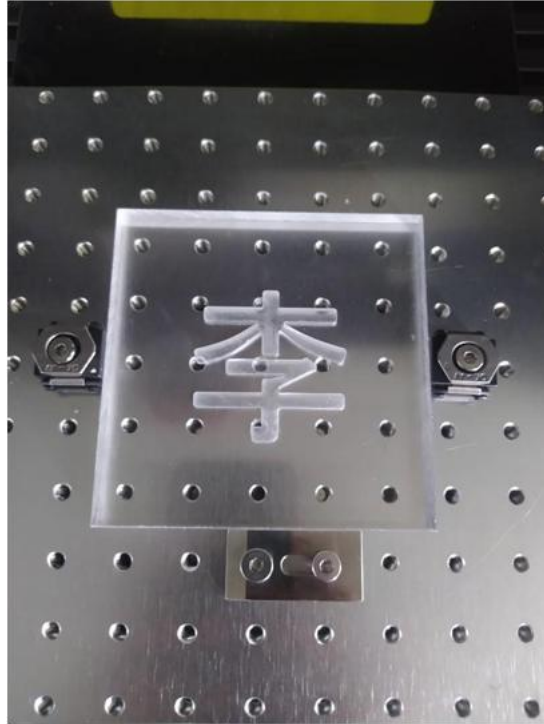
接下來是最重要的控制介面。畫面中的 XYZ 軸是工作座標，按下右邊的清零 XY 和清零 Z 可以定下你的工作座標原點。對刀要手動對刀，所以畫面中的對刀按鍵是沒用的。下方是控制機台的 XYZ 軸，按下中間的按鍵可以讓機台回到工作座標原點。

右邊的顯示由上到下的第一個是移動距離，有 10mm、1mm、0.1mm 可以選。第二個是移動的速度，有高中低速可以做選擇。



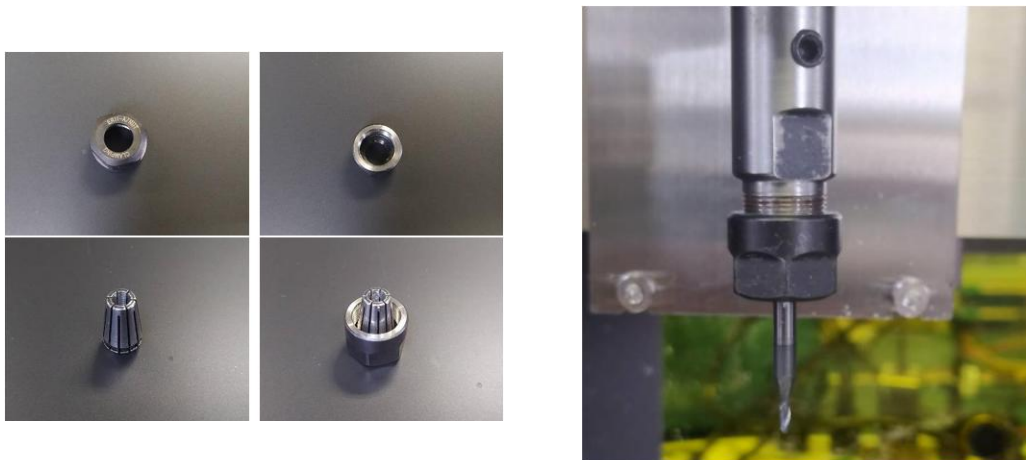
5. 安裝刀具

將你要加工的工件放置在床台上，並用夾具固定工件以免工件在加工時鬆脫。並選擇適合的刀具以及筒夾，圖二由右到左分別為夾頭螺絲、筒夾、刀具。



6. 安裝套筒

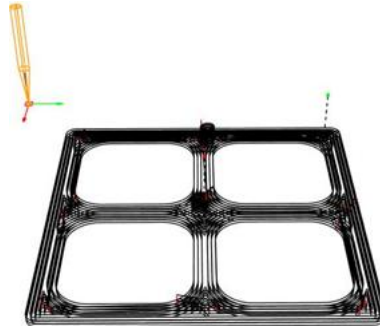
把夾頭螺絲與筒夾組合在一起，再將刀具放入筒夾中間後鎖在主軸上。



7. 定位

我們根據機台的座標去做定位，標準的定位方式為 Z 軸先下降至工件上方，接近工件時把步進距離調小，慢慢一點一點下降。這時可以拿一張紙在 Z 軸下降的過程把紙放在工件表面滑動，測試刀具與工件間之距離，若紙滑動的感覺沒有一開始順就可以把 Z 軸清零了。

X 軸和 Y 軸的定位方式是將刀具下降到工件表面以下，然後慢慢靠近工件邊緣，再來與 Z 軸方式一樣用紙去測試刀具與工件間距離。但側得之位置需要再扣掉刀具半徑才會是 X、Y 軸之零的位置。



8. 清潔

加工完床台上會有許多切屑，請用刷子將切屑掃出來後用吸塵器把切屑清除。

