

108年度教育部國民及學前教育署推動高級中等學校創新教學工作

創新教學獎評選 初選書面審查資料

我愛工具機

新民高級中學

SHIN MIN HIGH SCHOOL



# 108 年度教育部國民及學前教育署推動高級中等學校

## 創新教學工作創新教學獎評選 教學方案摘要表

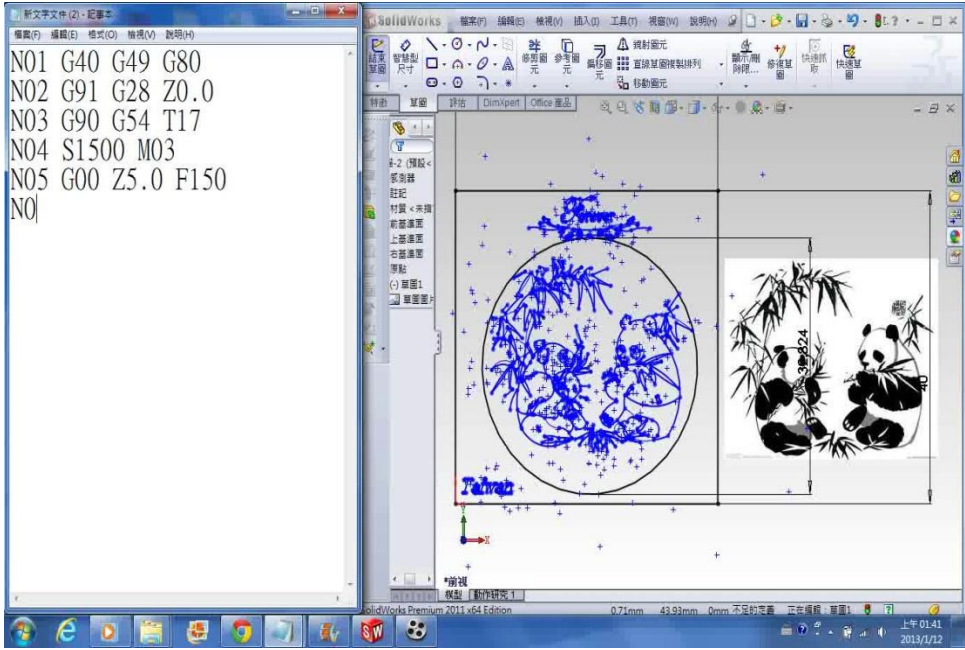
教學方案名稱	我愛工具機
<p>一、教學方案發展的動機與目的</p> <p>(一) 教學方案的動機</p> <p>從五軸、工具機、日本的 CNC 發展、台灣的 CNC 發展、五軸工具機發展種類以上五個面向出發認識工具機，以及配合本校機械科電腦輔助機械製圖與數值控制機械實習的課程，因而讓我們有著想讓機械群的學生「愛」上工具機的動機。</p> <p>藉由學生自己喜愛吊飾、鑰匙圈所產生的興趣，運用自己所讀的科系所學，轉化成 DIY 的實現，選圖、電繪、程式、模擬、上機、成品，一氣呵成由自己完成，讓學生愛上工具機加工。</p> <div data-bbox="389 1064 1358 1711">The screenshot shows a computer interface with two main windows. On the left is a text editor window titled '新文字文件 (2) - 記事本' containing a CNC program with the following code:<pre>N01 G40 G49 G80 N02 G91 G28 Z0.0 N03 G90 G54 T17 N04 S1500 M03 N05 G00 Z5.0 F150 NO1</pre>On the right is the SolidWorks software interface. The main workspace shows a 3D model of a circular keychain with a panda design. The design is rendered in blue wireframe. To the right of the main workspace, there is a smaller window showing a 2D image of the panda keychain. The SolidWorks interface includes a menu bar at the top, a toolbar, and a left-hand panel with various tool icons. The status bar at the bottom indicates 'SolidWorks Premium 2011 x64 Edition' and shows dimensions like '0.71mm' and '43.93mm'.</div>	

圖 1 取座標與開記事本寫程式

## (二) 教學方案的目的是

本課程方案之目的與教學方略有以下三點：

1. 架構出 2.5D 創新學習階段流程。
2. 具備未來就業後駕馭工具機能量。
3. 由愛認識五軸工具機。

## 二、教學方案發展歷程與作法

(一) 培養機械科學生專業本能，提高愛工具機的原動力，注入勇敢操作

CNC 活力，逐一架構出 2.5D 創新學習階段流程

(二) 將 2.5D 創新學習流程經由業師協助認證

## 三、具體成果

(一) 教學方案的規畫本著我愛工具機為基本精神

因此在課程編排上從電腦繪圖設計開始，確認後再輔以電腦繪圖內的座標，撰寫 CNC 程式於記事本、CNC 程式模擬，最後操控軟體與雕銑機機台完成成品。

(二) 教學課程完後擁有實體作品

隨著各種完成的 2.5D 產品產出，學生們將擁有實體作品的紀念與 DIY 自己名牌的吊飾。

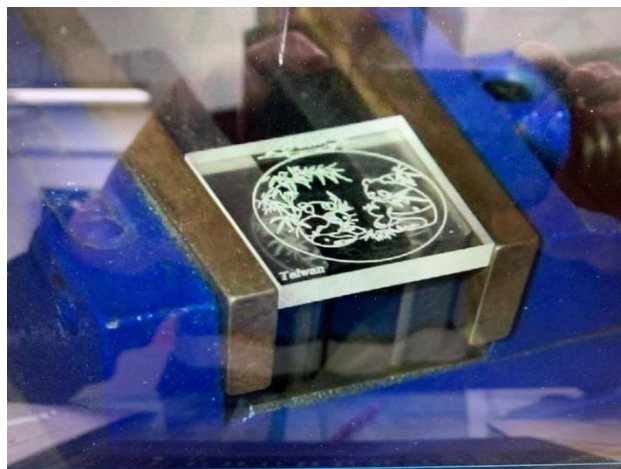


圖 2 完成 2.5D 吊飾產品

## 一、教學方案發展的動機與目的

### (一) 教學方案的動機

#### 1. 五軸

五軸加工 (5 Axis Machining)，數控機床(數控工具機)加工的一種模式。根據 ISO 的規定，在描述數控工具機的運動時，採用右手直角坐標系。平行於主軸的坐標軸定義為 z 軸，繞 x、y、z 軸的旋轉坐標分別為 A、B、C。各坐標軸的運動可由工作台，也可以由刀具的運動來實現，但方向均以刀具相對於工件的運動方向來定義。通常五軸聯動是指 x、y、z、A、B、C 中任意 5 個坐標的線性運動。換言之，五軸，指 x、y、z 三個移動軸加任意兩個旋轉軸。相對於常見的三軸 (x、y、z 三個自由度) 加工而言，五軸加工是指加工幾何形狀比較複雜的零件時，需要加工刀具能夠在五個自由度上進行定位和連接。

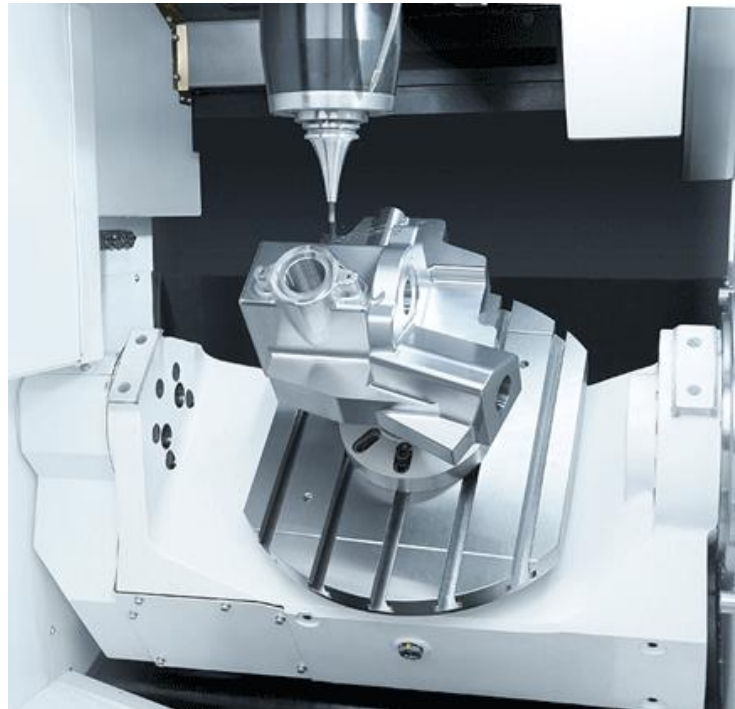


圖 1 五軸

## 2. 工具機

工具機習稱「工作母機」，為製造各種機器及加工設備的機械，在整個機械工業發展中居極關鍵的地位，故有「機械之母」之稱。

工具機依其功能可分為金屬切削工具機及金屬成型工具機兩大類，前者係以碎屑、灰粉、放電融蝕、雷射等方法將金屬工件部份除去，產品包括車床（圓形加工）、鑽床（鑽孔）、銑床（平面加工）、磨床（研磨）、鉋床（大平面切削）、放電加工機等；後者則以沖壓方式使工件成型，產品包括沖床（沖壓加工）、剪床、鍛造床等。

工具機是指動力機械製造裝置，通常用於精密切削金屬以生產其他機器或加工的金屬零件。為了加工工件，工具機在工件和刀具之間製造出一個相對運動。這個運動又可分為主運動和進給運動。這兩個運動重疊在一起，才使得加工成為可能。工具機一般可用作成型，切削和連接。隨著用途的不同，工具機又分為車床、銑床、磨床、鑽床等等。在電腦化程度又可分為傳統金屬切削機（完全手工控制），數值控制 NC（未加數控器，但有自動化控制）與電腦數值控制 CNC（完全電腦控制）工具機。



圖 2 工具機



### 3. 日本的 CNC 發展

1958 年，牧野與富士通兩大公司合作出日本第一部銑床。1959 年，富士通公司做出兩大突破：發明油壓脈衝馬達與代數演算方式脈衝補間迴路，這加快了數值控制的進步。1961 年，日立工業完成其第一台加工中心機，並於 1964 年附加自動刀具交換裝置 (ATC 裝置)，1975 年開始，Fanuc (中譯：發那科，由富士通公司 NC 部門獨立) 公司量產銷售的 CNC 工具機佔下了相當國際市場。近年來日本則成功研發出快速、多軸的工具機。

另，日本山崎馬紮克 (MAZAK) 公司是一家全球知名的機床生產製造商。公司成立於 1919 年，主要生產 CNC 車床、複合車銑加工中心、立式加工中心、臥式加工中心、CNC 雷射系統、FMS 柔性生產系統、CAD/CAM 系統、CNC 裝置和生產支持軟件等。



圖 3 Fanuc 公司

#### 4. 台灣的 CNC 發展

台灣的 CNC 發展始自 1974 年楊鐵機械開始研究數控車床，1978 至 1979 年，楊鐵機械、大興機械、永進機械、聯邦電子等公司都開始銷售數控工具機。至此都是以孔帶指令操作為主。1980 年代初楊鐵機械再推出電腦化數值控制車床、綜合切削中心機等。碩誠公司、新訊公司、工研院等機構則成功研製出台灣自製各種數值控制器。

至 2001 年為止，台灣已能跟進「PC Based」控制器。但無法自製工具機系統中的另外兩大部分：主軸馬達與伺服馬達，多向日本大廠購買。此二部份各佔工具機價格三分之一。

至 2011 年，台灣 PC Based 控制器廠商，已有代表性的兩家廠商，寶元數控與新代，台灣的工具機產業已逐漸朝向自主研發走向，關鍵性的組件不再受日本的限制。

多年來，在德國與日本，工具機產值佔有率合計近 50%；前幾年政府投入資助以力挽頹勢的英就可窺見工具機的重要性。在國內，根據 2000 年工研院機械所 IT IS 向國內大公司負責人及專家進行調選出機械業下一世紀最具潛力的十一項產品中，就包括了工具機、高速切削工具機、半固態金屬成型機及關係密切的線性滑軌、線性馬達、PC-Based 控制器等六項產品，足見工具機的影響力被各界肯定的程度。



圖 4 新代公司控制器



# 寶元數控 LNC-

Your Best Partner

圖 5 寶元公司控制器



## 5. 五軸工具機發展種類

### (1) 五軸工具機的基本分類 a

- 五軸工具機的兩個旋轉軸附加於刀具軸。
- 其中一個旋轉軸改變角度時會影響到另一旋轉軸的位置此時這個旋轉軸就是主動軸而另一個軸就是從動軸。
- 一般來說主動軸是第四軸從動軸是第五軸。
- 旋轉軸的正反向及轉軸代號以機械組裝與控制器設定的結果為基準。
- 粉紅色(B 軸)的部份不做成旋轉軸，換成橘色的部份做成旋轉軸的形式(即 C 軸)。

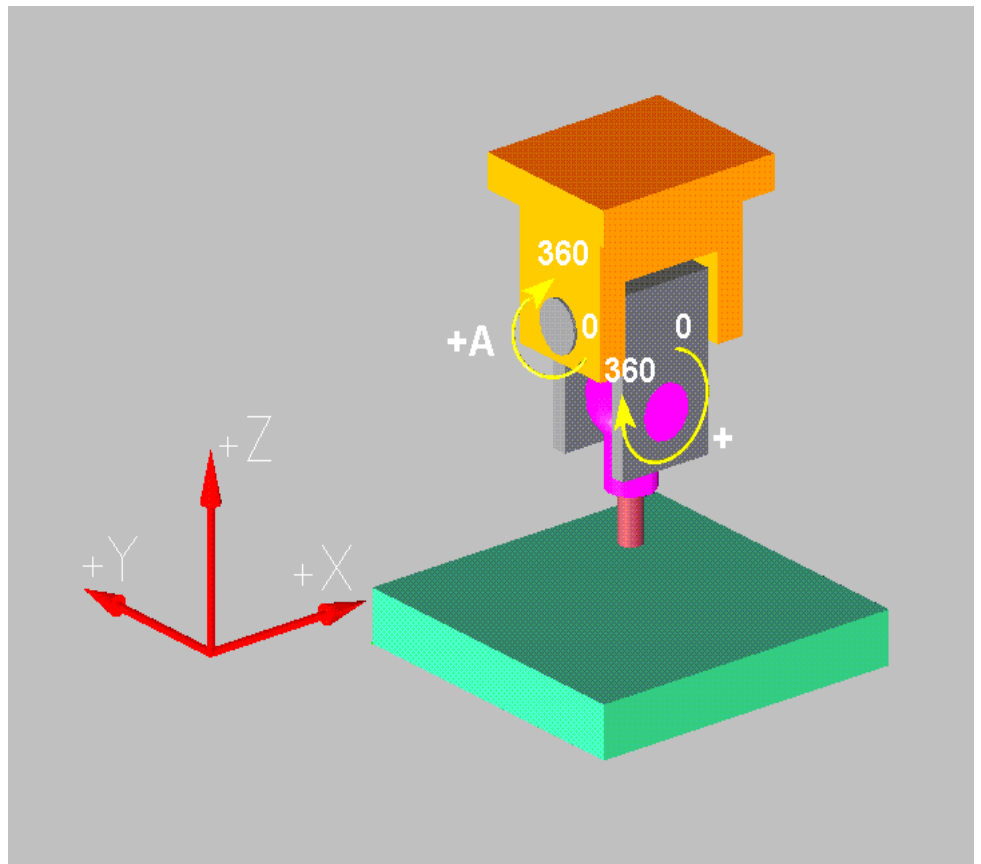


圖 6 基本分類 a

## (2)五軸工具機的基本分類 b

- 五軸工具機的兩個旋轉軸附加於工作檯面上。
- 其中一個旋轉軸改變角度時會影響到另一旋轉軸的位置此時這個旋轉軸就是主動軸而另一個軸就是從動軸。
- 一般來說主動軸是第四軸從動軸是第五軸。
- 旋轉軸的正反向及轉軸代號以機械組裝與控制器設定的結果為基準(綠色的部份 B 軸旋轉,讓紫色的部份繞 X 軸旋轉即 A 軸),其實我們也可以定義紫色的部份為 C 軸。

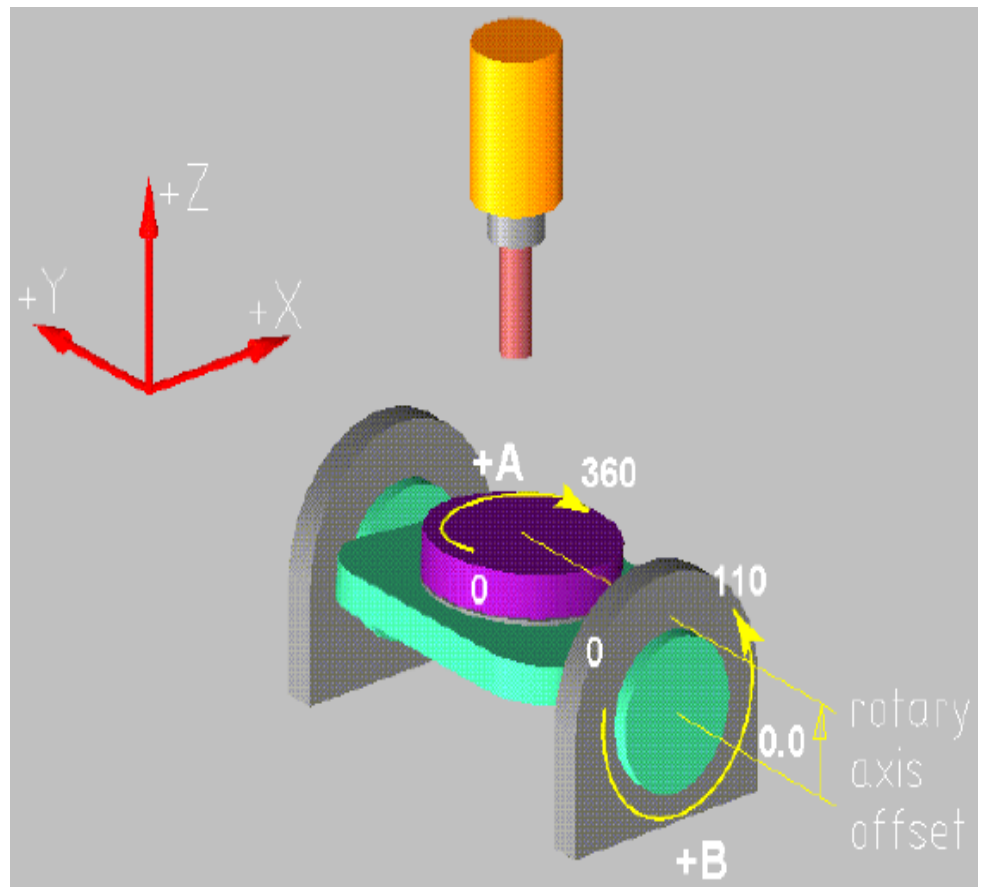


圖 7 基本分類 b

### (3)五軸工具機的基本分類 c

- 五軸工具機的兩個旋轉軸，一個旋轉軸附加於刀具軸上，一個旋轉軸附加於工具機的工作檯面上。
- 附加於主動軸上的旋轉軸是主動軸，附加於床檯上的旋轉軸是從動軸。
- 一般來說主動軸是第四軸從動軸是第五軸。
- 旋轉軸的正反向及轉軸代號以機械組裝與控制器設定的結果為基準。

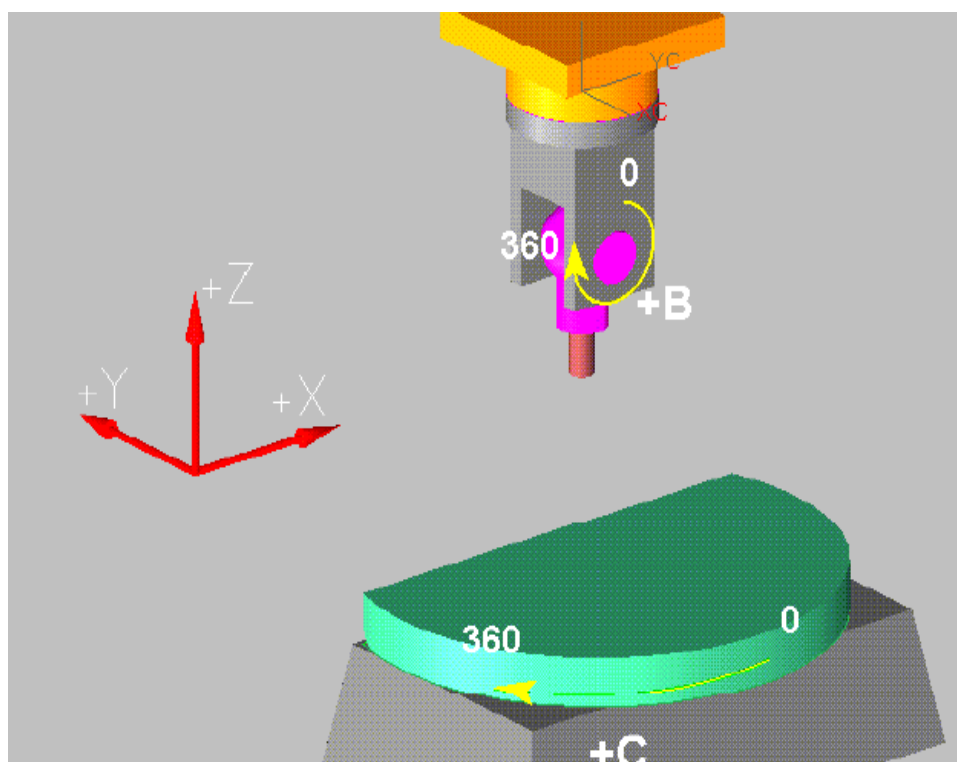


圖 8 基本分類 c

## 6. 培養 2.5D 創新學習流程

有了從五軸、工具機、日本的 CNC 發展、台灣的 CNC 發展、五軸工具機發展種類以上五個面向出發認識工具機，以及配合本校機械科電腦輔助機械製圖與數值控制機械實習的課程，因而讓我們有著想讓機械群的學生「愛」上工具機的動機。

藉由學生自己喜愛吊飾、鑰匙圈所產生的興趣，運用自己所讀的科系所學，轉化成 DIY 的實現，選圖、電繪、程式、模擬、上機、成品，一氣呵成由自己完成，讓學生愛上工具機加工。

## (二) 教學方案的目的

本課程方案之目的與教學方略有以下三點：

1. 架構出 2.5D 創新學習階段流程。
2. 具備未來就業後駕馭工具機能量。
3. 由愛認識五軸工具機。

## 二、教學方案發展歷程與作法

(一) 培養機械科學生專業本能，提高愛工具機的原動力，

注入勇敢操作 CNC 活力，逐一架構出 2.5D 創新學習階

段流程：

(1) 第一階段選定圖片

學生藉由圖形的選定，建立 DIY 興趣，進而自己動手  
選出自己喜愛的 2D 圖形出來。



圖 9-1 實物圖片



---

# Taiwan

---

圖 9-2 實物圖片

(2)第二階段 solid works 開始構圖

開啟 solid works 構圖，自己繪製出喜愛的 2D 圖形  
出來。

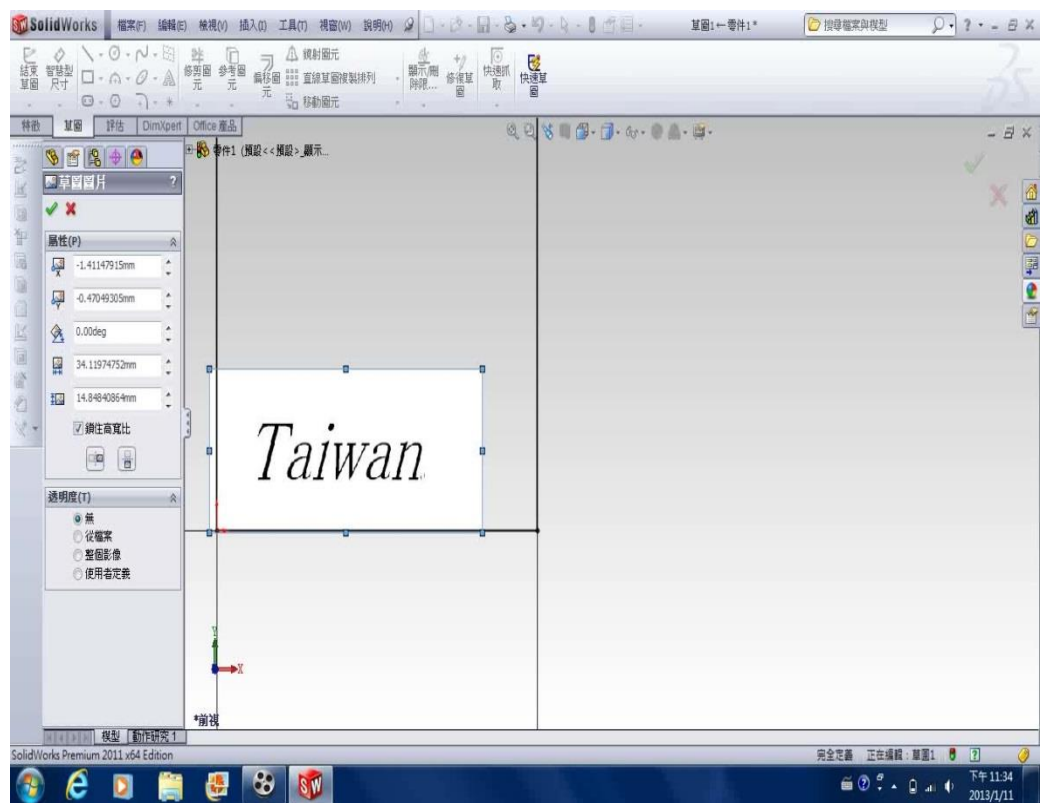


圖 10-1 solid works 構圖

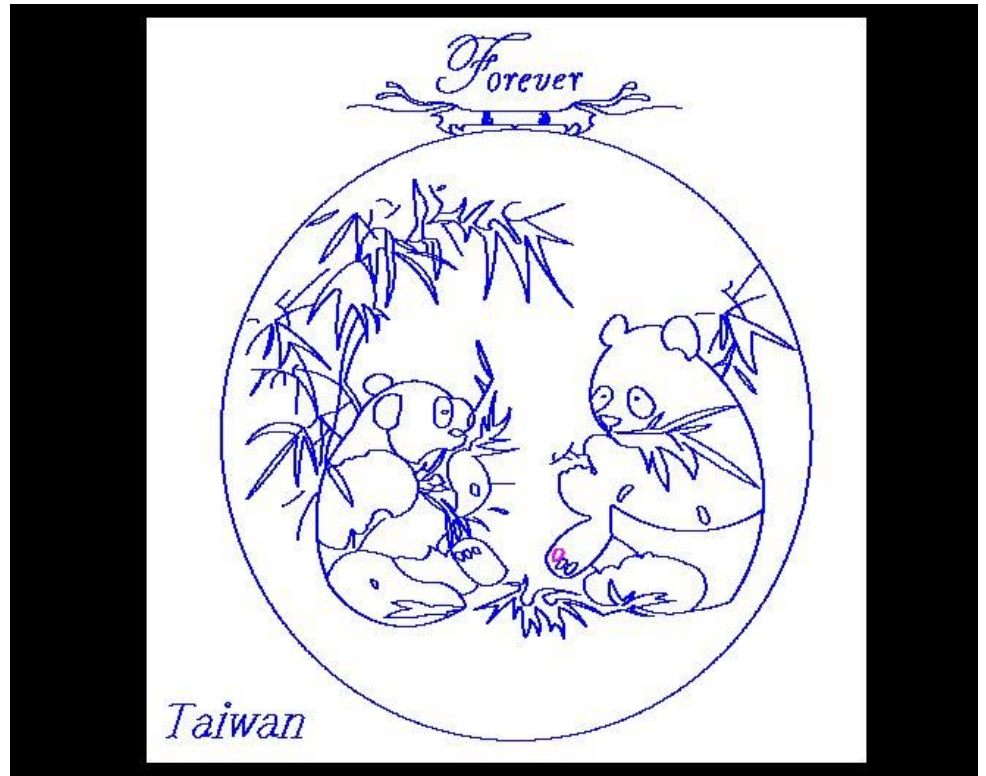


圖 10-2 solid works 構圖完成

(3) 第三階段抓取座標與開記事本寫程式

繪製出喜愛的 2D 圖形後，開啟記事本，螢幕調整成兩個視窗，一為記事本畫面，另一為 solid works 軟體畫面，接著從 SW 軟體上直接點選各點並抓取點座標，複製座標後貼上記事本，完成程式寫作。

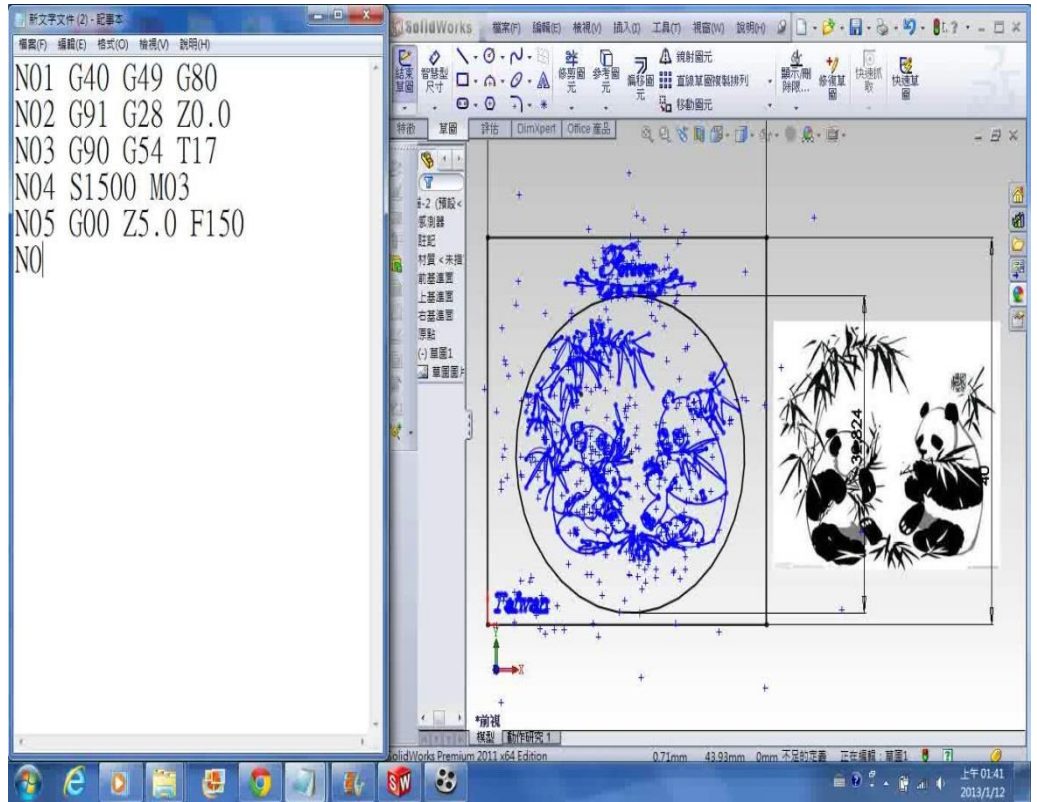


圖 11-1 抓取座標與開記事本寫程式

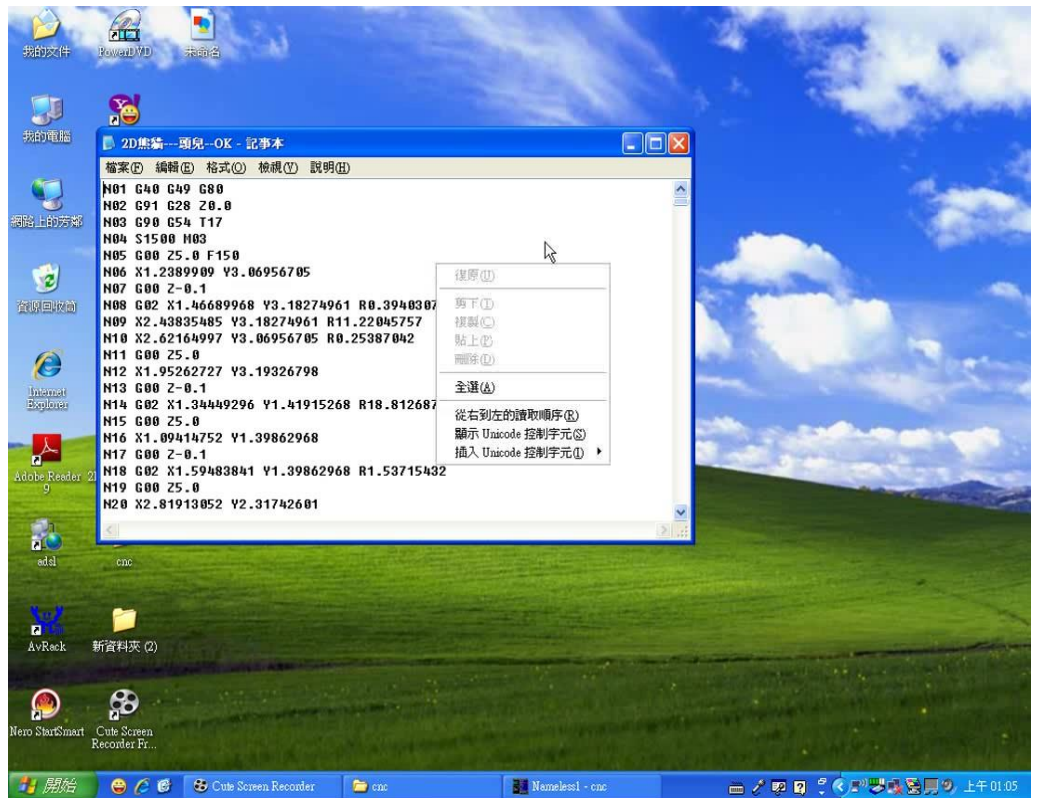


圖 11-2 完成的程式

(4) 第四階段完成程式即進行模擬器模擬

完成程式寫作後，隨即使用模擬器軟體進行模擬，先在模擬器上設定產品大小，再將剛剛完成記事本程式製作的程式，進行載入模擬。



圖 12-1 CNC 模擬器



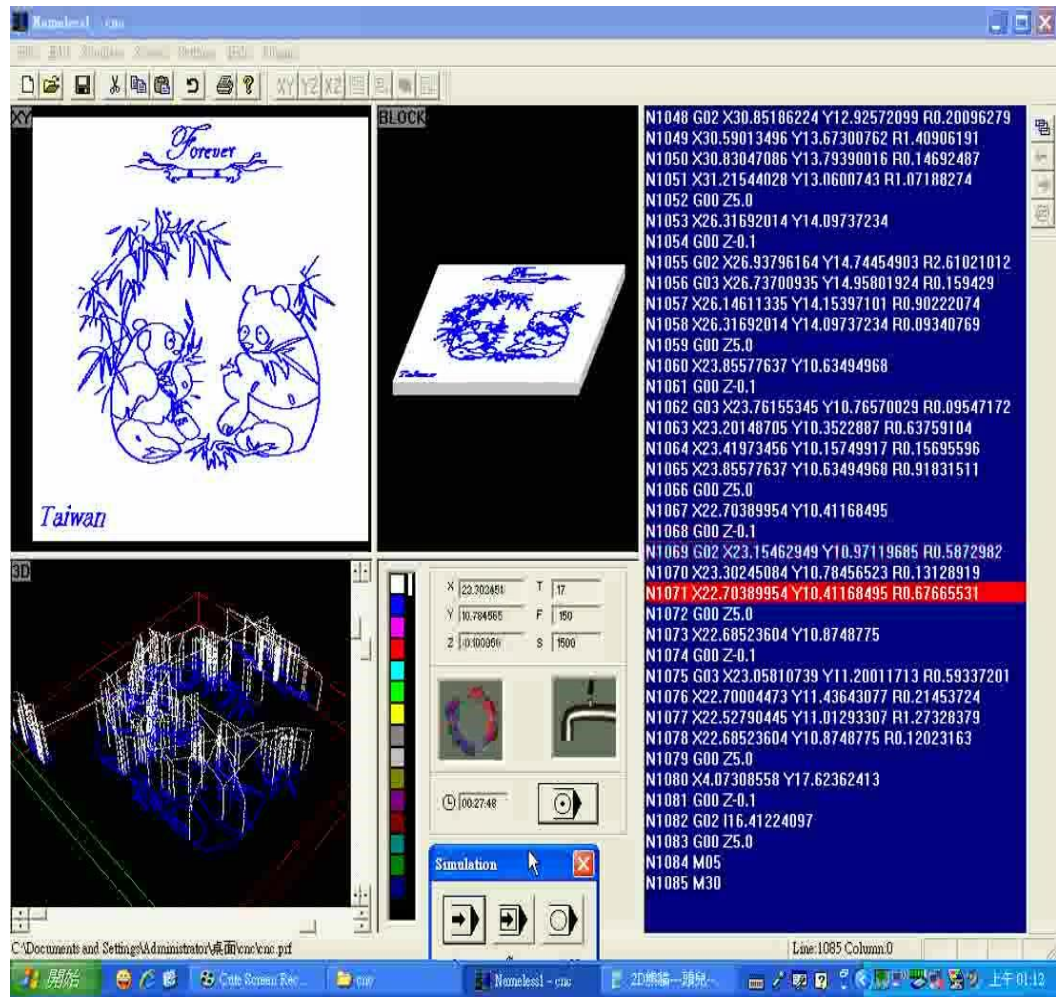


圖 12-2 模擬器模擬畫面

(5) 第五階段 mach 軟體操控及雕銑機工作操控

完成載入模擬後，開啟 mach 軟體操控 CNC 雕銑機，  
執行 2.5D 創新學習。



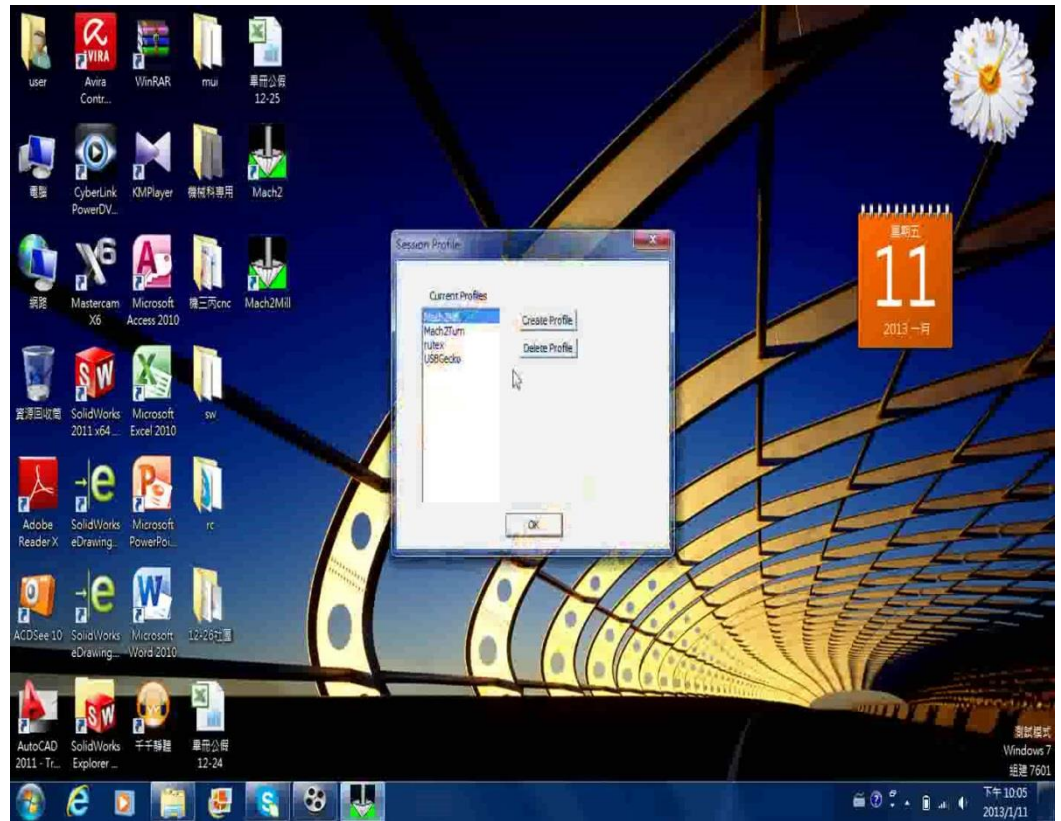


圖 13-1 mach 軟體

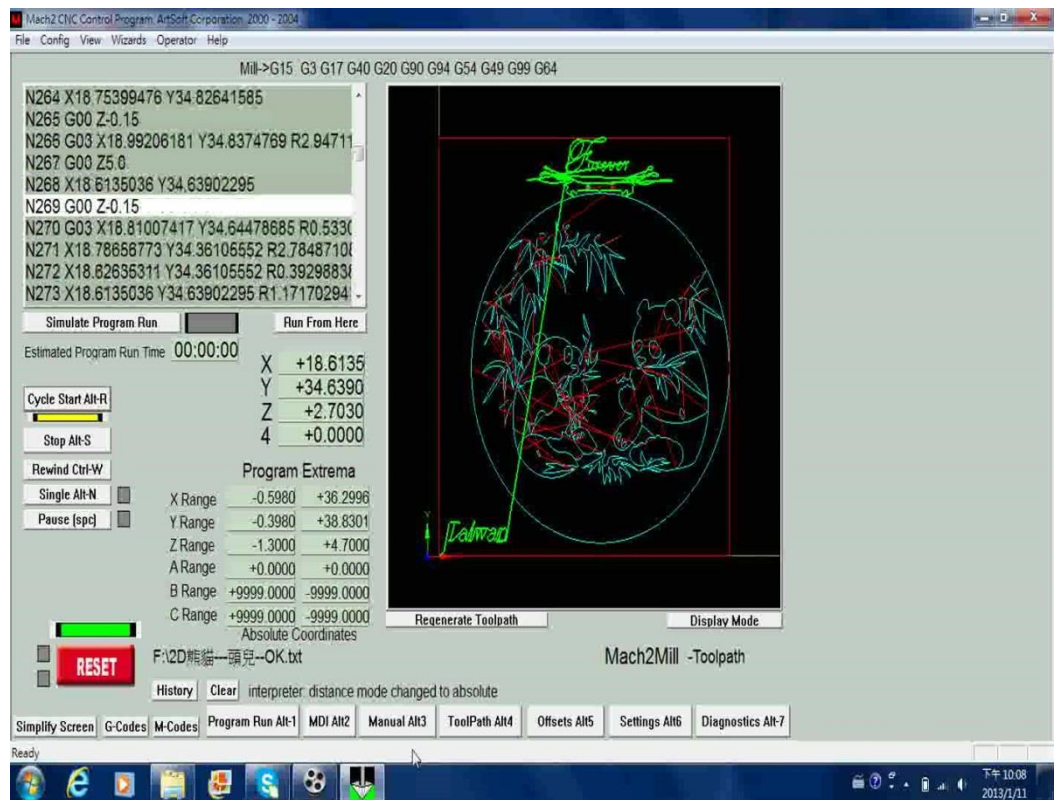


圖 13-2 mach 軟體載入程式切削實況



圖 13-3 操控 CNC 雕銑機



圖 13-4 CNC 雕銑機完成 2.5D 產品



(二) 將 2.5D 創新學習流程經由業師協助認證：

遴聘業界具備工具機專業技能且有豐富職場經歷講師，到校傳授職場實務技能，掌握現階段業界在工具機領域的技術發展趨勢，並提升本校機械群學生職場就業之競爭力。藉由業界師資協同教學之實施，增進本校專業教師實務技巧，激發學生學習與創造力。



圖 14 遴聘 BMT 業界講師加強 2.5D 創新學習強度

### 三、具體成果

#### (一)教學方案的規畫本著我愛工具機為基本精神：

因此在課程編排上從電腦繪圖設計開始，確認後再輔以電腦繪圖內的座標，撰寫 CNC 程式於記事本、CNC 程式模擬，最後操控軟體與雕銑機機台完成成品。



圖 15 各種完成的 2.5D 產品

(二)教學課程完後擁有實體作品：

隨著各種完成的 2.5D 產品產出，學生們將擁有實體作品的紀念與 DIY 自己名牌的吊飾。

## CNC雕銑機 銑削實體展現

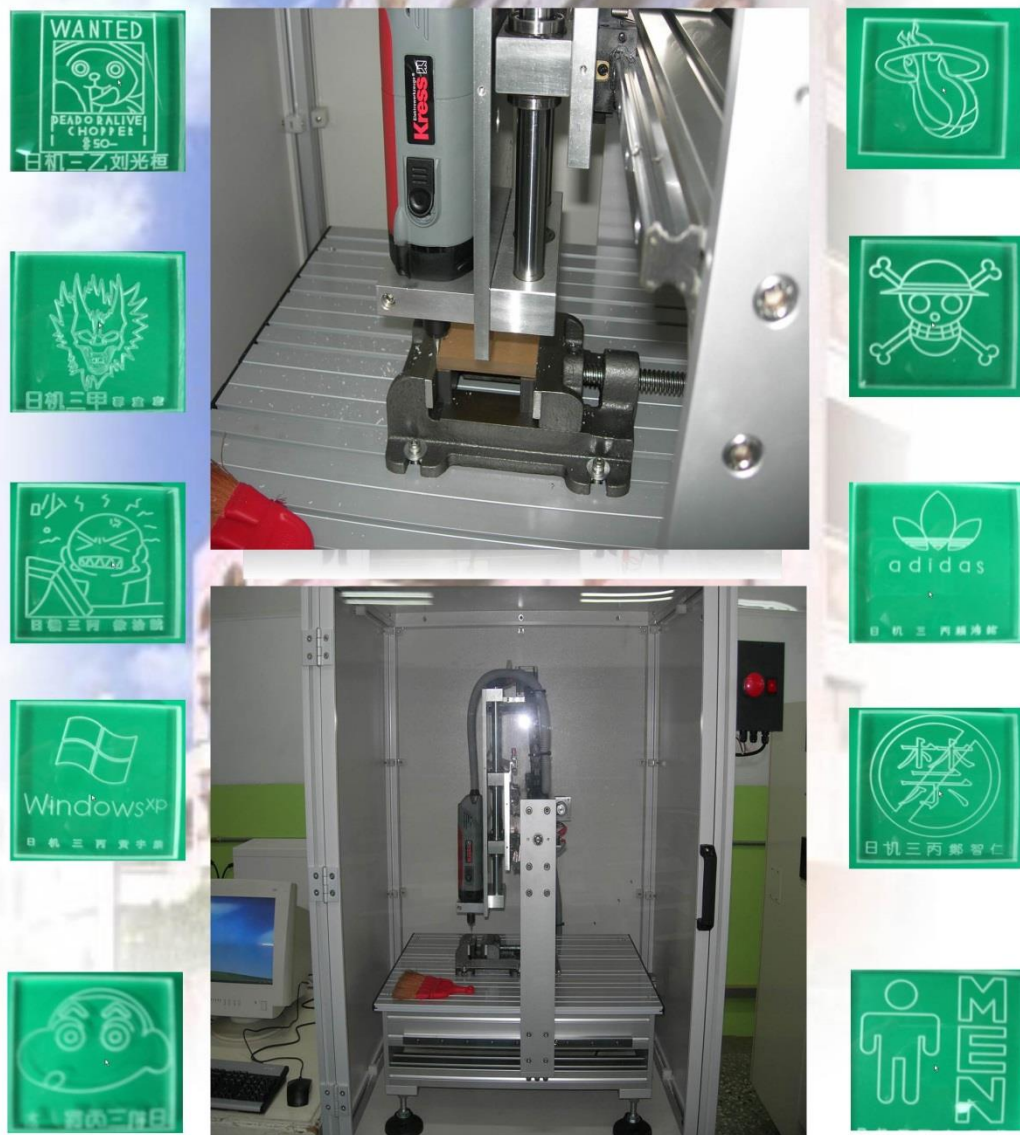


圖 16 實體作品