

修平技術學院日間部四年制機械工程系

專題製作報告

# 花紋不鏽鋼片模具製作之探討

指導教授：蔡登茂

班 級：四技四機四甲

組 長：江晉瑋 BA96021

組 員：顧淳旻 BA96004

何宗洋 BA96016

鄭金龍 BA96025

王柏智 BA96026

中華民國九十九年十二月二十二日

## 摘要

「花紋不銹鋼片」廣泛使用於各建築上，讓建築物更佳優美雅觀，以及抗汗防鏽、耐磨損、防刮傷、高強度…等等，各項優異處，而「花紋不銹鋼片」之生產以衝壓加工最為合適，易達到統一性、精準性、以及達高產量的效率。

本專題先初步繪製工作圖，深入探討模具加工所會遇到之難題，在繪製途中直接改良工作圖，以避免模具加工時，所發生之問題，再以 MasterCAM 模擬加工之方式，事先發現加工中所會遇到的種種問題，以避免多餘的成本產生，經過設計、繪製、模擬之過程，以驗證各項製作符合原設計。

由探討結果而知，模具加工設計，由於事先的模擬加工，可以大量減少誤差值，以及不斷的模擬，可得到最佳的設定數值，來減少加工時，所產生之成本消耗。

## 總目錄

摘要·····	II
總目錄·····	III
圖目錄·····	VI
表目錄·····	X
第一章 前言·····	1
第一節 衝壓加工的歷來·····	1
第二節 衝壓加工的應用·····	1
第三節 衝壓加工之花紋不銹鋼片·····	2
第四節 花紋不銹鋼片的探討過程·····	4
第二章 文獻探討·····	7
第一節 衝壓加工的原理·····	7
第二節 衝壓加工的優缺點·····	7
第三節 衝壓加工的種類·····	8
3-1 衝壓加工的變形特質·····	8
3-2 衝剪加工·····	9
3-3 彎曲加工·····	10
3-4 成形加工·····	11
3-5 引伸加工·····	16

3-6	壓縮加工	18
第四節	衝壓材料的選擇	19
4-1	衝壓模具材料的特性	20
4-2	衝壓模具的種類	21
4-2-1	鐵金屬類	21
4-2-2	非鐵金屬類	23
4-2-3	非金屬類	24
4-3	模具鋼料的分類與選用	25
4-3-1	模具鋼的種類	25
4-3-2	模具材料添加的元素	27
4-3-3	模具材料的選擇條件	29
4-4	熱處理與表面處理	33
第五節	衝壓工具機的種類	34
5-1	衝床的種類	34
5-2	衝床的構造	36
第三章	花紋不鏽鋼片模具的設計與製作	39
第一節	模具之設計	39
第二節	模具之製圖與加工	40
2-1	上模座	39

2-2	上模板	41
2-3	導引板	42
2-4	衝頭	43
2-5	衝頭固定板	44
2-6	下模座	45
2-7	CNC 加工機之加工過程	46
2-7-1	NC 線切割放電加工機	46
2-7-2	NC 銑床	48
2-8	模具加工之注意要點	48
第三節	MasterCAM 過程	54
3-1	上模板	54
3-2	導引板	60
3-3	衝頭外形切削模擬	63
3-4	衝頭固定板	69
第四章	結論	74
	參考文獻	76
	附錄	

## 圖目錄

圖 1-1	花紋不鏽鋼片	2
圖 1-2	花紋應用於門面 a	3
圖 1-3	花紋應用於門面 b	3
圖 1-4	繪圖與資料探討流程	4
圖 2-1	基本剪切型態	10
圖 2-2	彎曲部力的分佈	10
圖 2-3	彎曲成形	11
圖 2-4	圓緣成形	12
圖 2-5	捲邊成形	12
圖 2-6	凸緣成形	13
圖 2-7	彎曲凸緣加工之防止拉裂	14
圖 2-8	圓孔凸緣加工	14
圖 2-9	頸縮成形	15
圖 2-10	凸脹成形	15
圖 2-11	管子成形	16
圖 2-12	引伸成形	17
圖 2-13	壓縮成形	19
圖 2-14	依動作區分之工具機	35

圖 2-15 依形式區分之工具機	36
圖 3-1 上模座之模具 2D 圖	40
圖 3-2 上模板之模具 2D 圖	41
圖 3-3 導引板之模具 2D 圖	42
圖 3-4 衝頭之模具 2D 圖	43
圖 3-5 衝頭固定板之模具 2D 圖	44
圖 3-6 下模座之模具 2D 圖	45
圖 3-7 線切割放電加工機	46
圖 3-8 NC 銑床	48
圖 3-9 上模板之模具 3D 圖	54
圖 3-9a 上模板之模具實體圖	54
圖 3-10a 刀具參數設定	55
圖 3-10b 曲面加工參數設定	56
圖 3-10c 粗加工參數設定	56
圖 3-10d 挖槽參數設定	57
圖 3-10e 路徑模擬	57
圖 3-10f 切削模擬試驗	58
圖 3-10g 刀具參數設定	58
圖 3-10h 曲面加工參數設定	59

圖 3-10i 3D 環繞等距離加工參數設定	59
圖 3-10j 切削模擬完成	60
圖 3-11 導引板之模具 2D 圖	60
圖 3-11 a 導引板之模具實體照	61
圖 3-12a 外形切削刀具設定	61
圖 3-12b 外形切削一般設定	62
圖 3-12c 切削模擬完成	62
圖 3-13 衝頭外形之模具 3D 圖	63
圖 3-14a 切削外形刀具設定	64
圖 3-14b 切削外形一般設定	64
圖 3-14c 切削模擬試驗	65
圖 3-14 d 刀具參數設定	65
圖 3-14 e 外形銑削參數設定	66
圖 3-14 f 路徑模擬	66
圖 3-14 g 刀具參數設定	67
圖 3-14 h 外形銑削設定	67
圖 3-14 i 切削模擬試驗完成	68
圖 3-15 衝頭完成之模具 3D 圖	68
圖 3-15a 衝頭外形之模具實體圖	69

圖 3-16	衝頭固定板之模具 3D 圖	69
圖 3-16a	衝頭固定板之模具實體圖	70
圖 3-17a	刀具參數設定	71
圖 3-17b	曲面加工參數設定	71
圖 3-17c	粗加工參數設定	72
圖 3-17d	挖槽參數設定	72
圖 3-17e	路徑模擬	73
圖 3-17f	切削模擬完成	73

## 表目錄

表 1-1	工作進度表·····	5
表 1-2	工作分配表·····	6
表 2-1	球狀石墨鑄鐵的機械性質·····	23
表 2-2	鋼材材料的元素·····	28
表 2-3	主要模具鋼的用途·····	30
表 2-4	熱加工所用之模具金屬·····	31
表 2-5	壓鑄模具各部份之模具材質·····	32
表 3-1	選用材料之注意要點·····	49
表 3-2	線切割加工之注意要點·····	50
表 3-3	傳統銑床加工之注意要點·····	51
表 3-4	數控銑床加工之注意要點·····	52
表 3-5	檢驗模具之注意要點·····	53

# 第一章 前言

## 第一節 衝壓加工的歷來

金屬薄板製品在古老時代就已經由手工被製作出來，西元前 4000 年在埃及就有用於製作銅容器，西元前 1400 年則出現薄板的整體壓製，圓胚料的引伸成形則在十五世紀出現於瑞士，伸緣成形則在西元 1500 年起才開始應用。西元 1848 年用於剪切的手動曲柄衝床問世後，奠立薄板成形的里程碑，意味著機械式薄板成形的開始。其後隨著需求增加、生產技術的進步，各種機器已逐漸取代手工加工，西元 1913 年第一個薄鋼板汽車製品成功生產後，板材衝壓加工技術與應用突飛猛進。由於衝壓加工具有頗多特點與優異性，故從日常家用品至交通、國防等工業皆佔有舉足輕重的角色。

## 第二節 衝壓加工的應用

航太、機械、電子、交通、電器及輕工等產業都有衝壓加工。不但產業界廣泛用到它，而且每個人每天都與衝壓產品發生聯繫。衝壓加工可製造小且精緻的精密工件，例如：鐘錶及電子儀器中的小型精密零件。同樣的也可製造大且複雜的覆蓋工件，例如：汽機車、拖拉機的大型覆蓋件。

### 第三節 衝壓加工不銹鋼片之花紋

「花紋不銹鋼片」(如圖 1-1 所示)，常見於各建築上(如圖 1-2、1-3 所示)，讓建築物更佳優美雅觀，以及抗汙防鏽、耐磨損、防刮傷、高強度…等等，各項優異處，而「花紋不銹鋼片」之生產以衝壓加工最為合適，易達到統一性、精準性、以及高產量的效率，本組為對模具更進一步的了解，而探討「花紋不銹鋼片」模具的設計與製作流程。

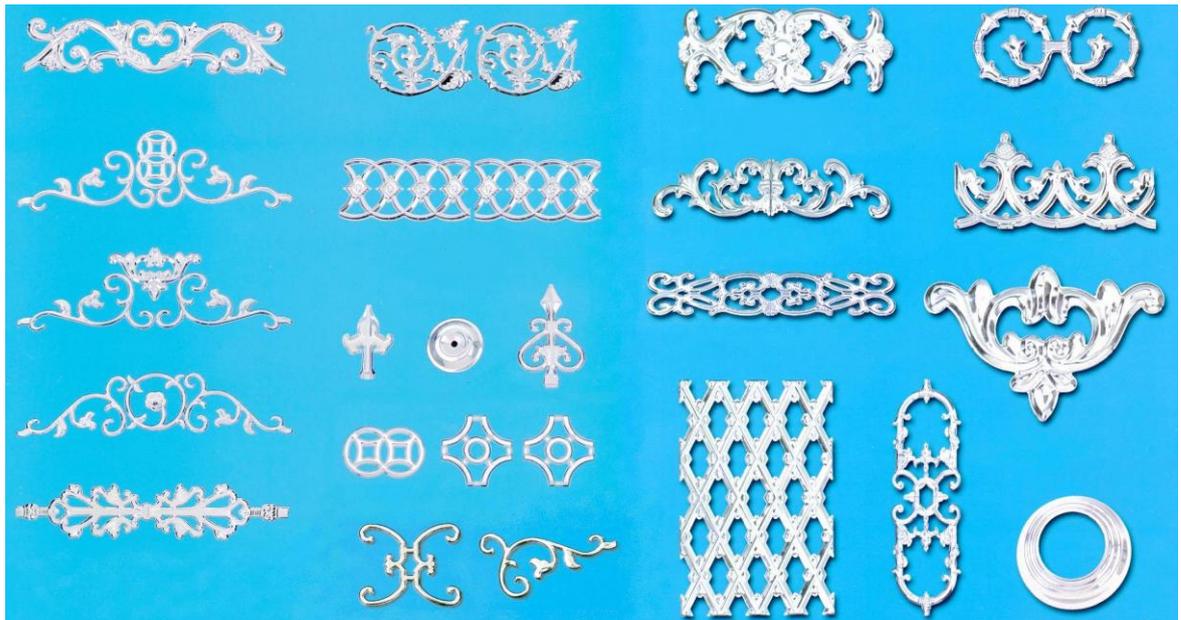


圖 1-1 花紋不銹鋼片



圖 1-2 花紋應用於門面 a



圖 1-3 花紋應用於門面 b

#### 第四節 花紋不銹鋼片的加工過程

本次探討「花紋不銹鋼片」之繪圖、資料流程如圖 1-4。

由江晉璋、顧淳旻、何宗洋、鄭金龍及王柏智等五位，於九十八年度第二學期至九十九年度第一學期共 40 周完成，其進度如表 1-1；工作分配如表 1-2。

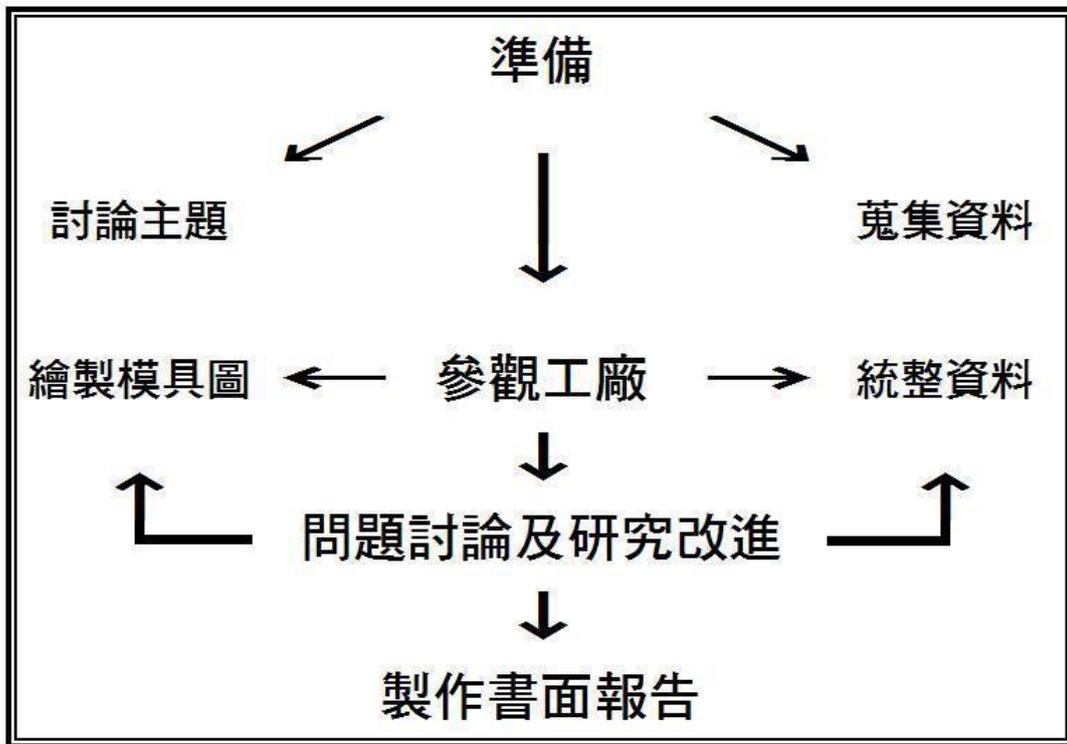


圖 1-4 繪圖與資料探討流程

表 1-1 工作進度表

週次	98 年度 第二學期					週次	99 年度 第一學期				
	1.	正						1.	正		
2.	正					2.	正				
3.	正					3.	正	正			
4.	正					4.		正			
5.	正					5.		正	正		
6.	正	正				6.			正		
7.	正	正				7.			正		
8.		正	正			8.			正		
9.		正	正			9.			正		
10.			正			10.			正	正	
11.			正	正		11.				正	
12.				正		12.				正	
13.				正		13.				正	
14.				正		14.				正	正
15.				正		15.					正
16.				正		16.					正
17.				正	正	17.					正
18.				正	正	18.					正
19.				正	正	19.					正
20.				正	正	20.					正
工作內容	討論內容	參觀工廠	工作分配	資料蒐集	學期報告	工作內容	討論內容	工作分配	模具繪製	模具模擬	學期報告

表 1-2 工作分配表

工作項目	工作內容	工作人員
設計模具	研討模具設計	全體人員
繪製工作圖	繪製 AutoCAD 2D 繪製 SolidWorks 3D Master CAM 模擬	江晉璋 何宗洋
模具資料搜尋	圖書資料搜尋 網路資料搜尋 研討模具設計方法	顧淳旻 鄭金龍 王柏智
書面整理報告	資料彙整 文書整理	顧淳旻

## 第二章 文獻探討

### 第一節 衝壓加工的原理

衝壓加工，乃指的是使用衝壓機械，將平坦的金屬材料，在常溫或加熱狀態下，由上模（衝頭）和下模（母模）來剪割或成形為各種形狀的作業，其中有衝剪、彎曲、成形、引伸和壓縮等加工法。

### 第二節 衝壓加工的優缺點

衝壓加工的發展相當迅速，適合製成品的大量生產。衝壓加工具有以下的特性：

#### ◎ 優點：

1. 在簡單的衝擊動作下，即能完成形狀複雜的工件。
2. 可得到尺寸精度相當高的互換性零件，並且不需要進一步的機械加工。
3. 材料耗費不大，且可得強度大、剛性高的工件。
4. 材料之利用率很高，廢料較少，甚至較大廢料可再利用，製成較小製品。
5. 生產過程簡單，使用自動化機械設備，生產效率頗高。
6. 所需加工技術水準不高，可由非熟練的工人來操作。

7. 由於產量很大，工作成本降低，競爭力強。

●缺點：

1. 產品因模具而異，形狀尺寸不同，模具亦不同。

2. 模具的製作成本較高，只適用於大量生產，否則製品之分攤成本較高。

3. 精度高的產品，其模具精度亦相對要更高，因而製造費時、成本高。

4. 成本以生產量來反應，較適於產量高的加工。

5. 衝床作業產生的噪音大，且操作時危險性大，故應有安全防護措施。

### 第三節 衝壓加工的種類

#### 3-1 衝壓加工的變形性質：

1. 剪斷分離加工：被加工材料在外力作用下產生變形，當變形區的相當應力達到材料的抗剪強度時，材料便產生剪裂而分離。

2. 塑性變形加工：被加工材料在外力作用下，變形區的相當應力達到材料的降伏強度與極限強度之間，產生塑性變形，而得到一定形狀和尺寸的零件。

因此，就基本變形方式而言，衝壓加工可分為下列五種基本型式：

(1)衝剪加工(Shearing)：沿著封閉或敞開的輪廓，將材料剪切分離。

(2)彎曲加工(Bending)：將平的材料作各種形狀的彎曲變形。

(3)成形加工(Forming)：將零件或材料的形狀作局部的變形。

(4)引伸加工(Drawing)：將平板材料製成任意形狀的空心件，或者將空心件的尺寸作進一步的改變。

(5)壓縮加工(Compression)：在材料上施加重壓，使其體積作重新分配，以改進材料的輪廓、外形或厚度。

### 3-2 衝剪加工：

衝剪加工是藉由相隔一定間隙的衝頭與母模，作用在金屬片上而製成得到坯件，如圖 2-1 所示。

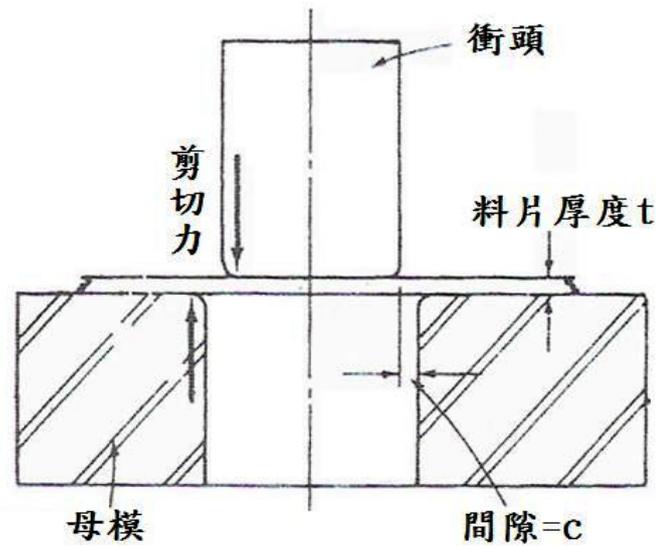


圖 2-1 基本剪切型態

### 3-3 彎曲加工：

彎曲加工是金屬成形加工的一種，彎曲後的金屬片，僅在半徑處受到局部應力，而其餘部分無應力存在，如圖 2-2 所示。彎曲部內側是在壓縮狀態，而外側則是在拉張狀態。

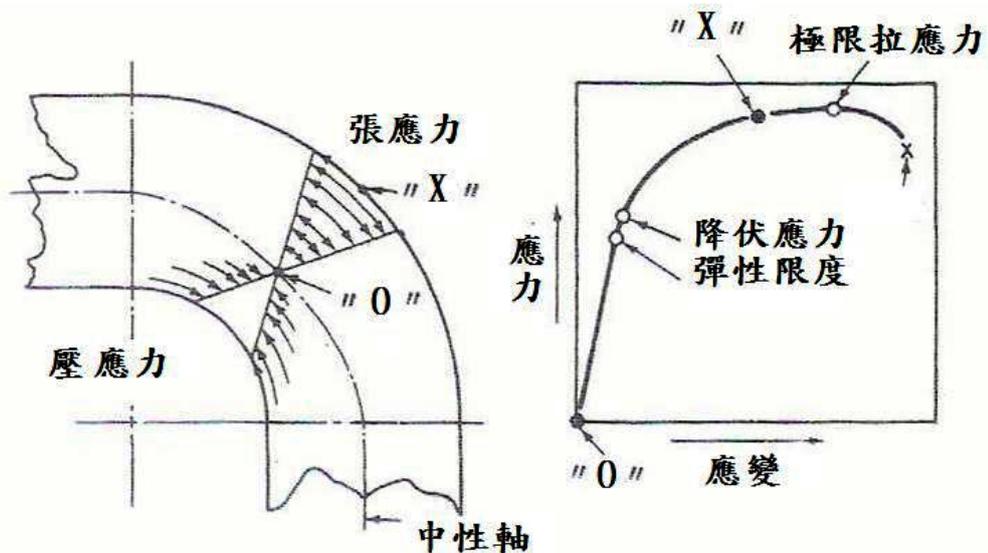


圖 2-2 彎曲部力的分佈

彎曲加工可分為 L 形彎曲、U 形彎曲 V 形彎曲，如圖 2-3 所示。

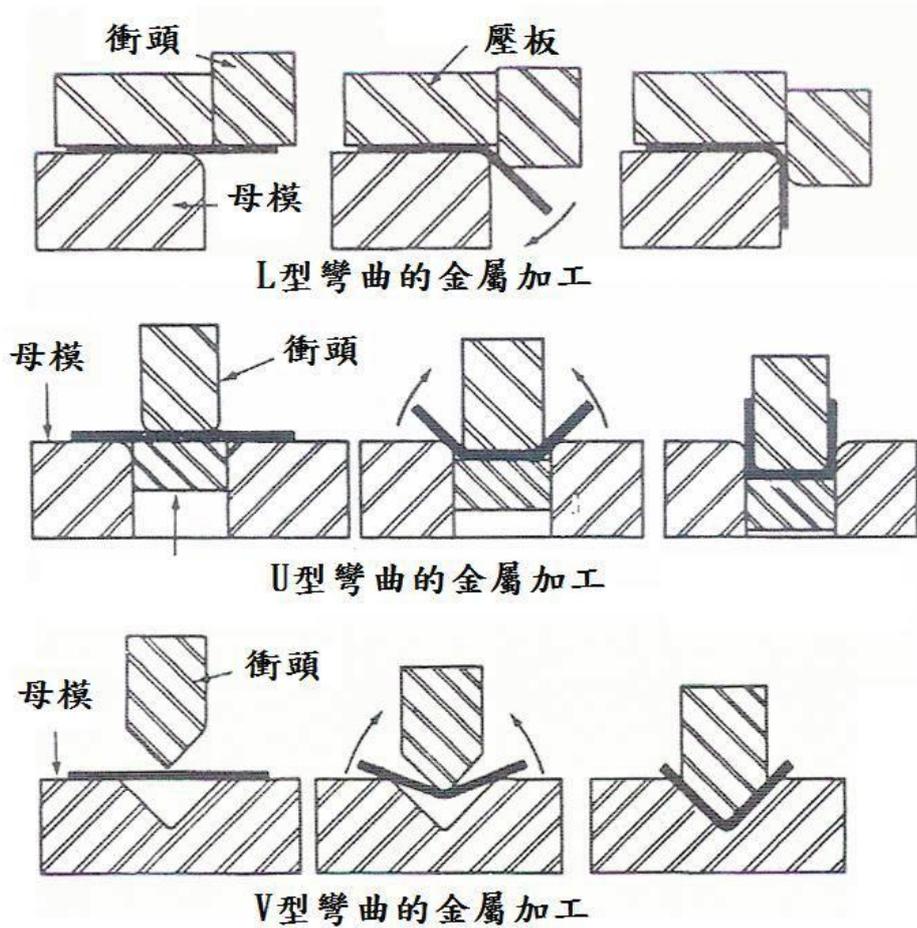


圖 2-3 彎曲加工

### 3-4 成形加工：

衝剪加工以外的全部塑性變形，可稱為廣義的成形加工。狹義的成形加工的成形或彎曲是沿著彎曲軸線，而彎曲加工是沿著直軸線來彎曲的。

成形加工除可製坯件形狀外，還可增加坯件的強度與剛性，消除尖銳的邊緣，及改進工件的外觀等。

金屬片的成形加工作業，分為很多類別，如下所示：

1. 圓緣成形：金屬片的厚度無法達到剛性要求，可藉圓緣加工使金屬片局部隆起，來增加金屬片的剛性。如圖 2-4 所示。

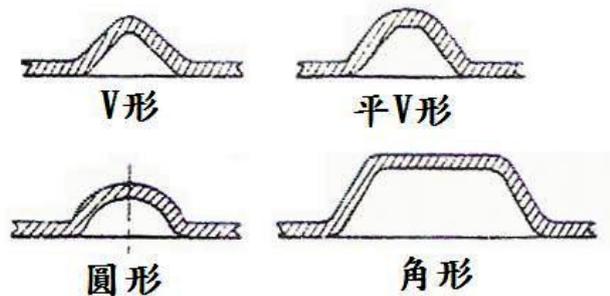


圖 2-4 圓緣成形

2. 捲邊成形：捲邊加工是將坯件邊沿著直線捲上，以強化坯件之邊緣並增進其剛性，如圖 2-5 所示。

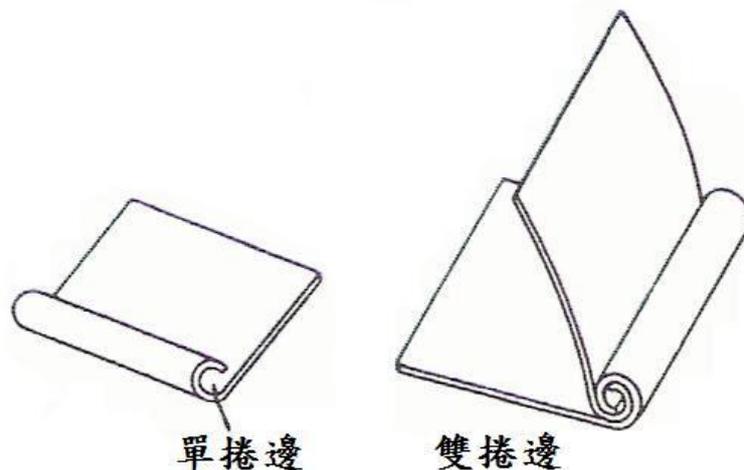


圖 2-5 捲邊成形

3. 凸緣成形：凸緣加工類似彎曲加工，將坯件的一部分沿著直線或彎曲作某角度之彎曲，如圖 2-6 所示。直線凸緣的

加工最容易，且寬度不受限制，曲線凸緣加工則因轉彎部份的坯件受到張力作用而有撕裂現象，所以寬度受限制，有時會在轉彎處做一些缺口，來防止撕裂，如圖 2-7 所示。圓孔凸緣加工會在凸緣發生很大的壓力，凸緣高度愈大，愈容易發生破裂，所以高度受到限制，如圖 2-8 所示。

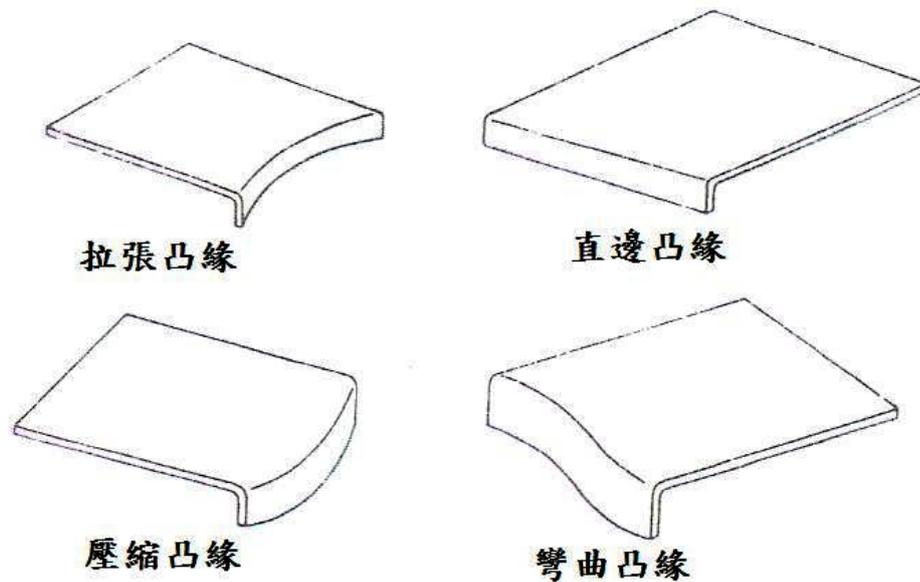


圖 2-6 凸緣成形

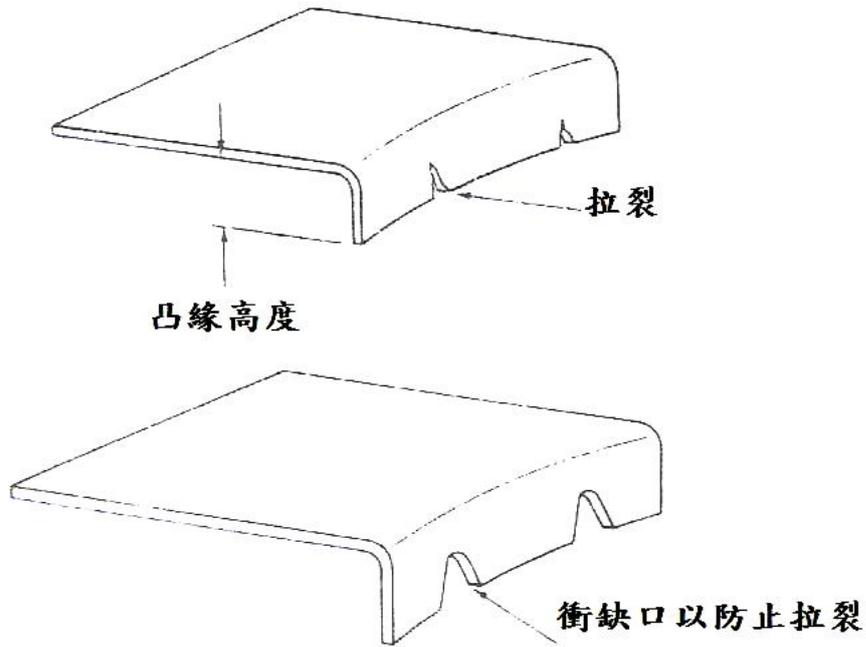


圖 2-7 彎曲凸緣加工之防止拉裂

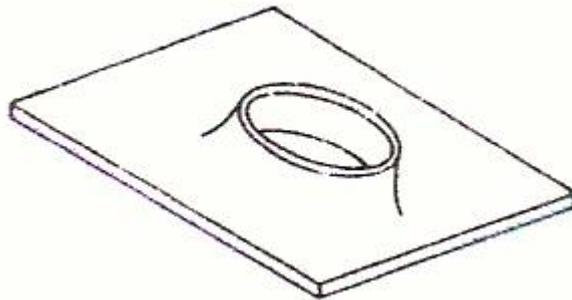


圖 2-8 圓孔凸緣加工

4. 頸縮成形：將圓筒形製品一端的直徑縮小的成形加工，稱為頸縮成形。通常頸縮成形需要很多道的成形加工才能得到所需要的製品。如圖 2-9 所示。

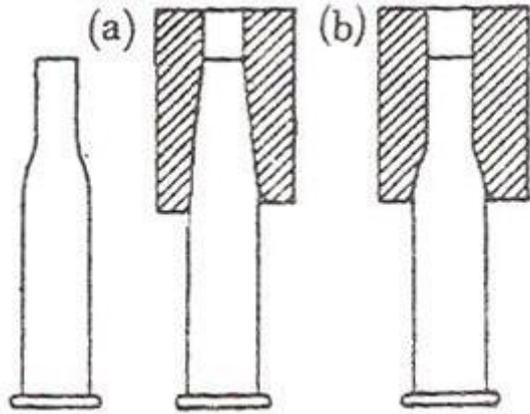


圖 2-9 頸縮成形

5. 凸脹成形：凸脹成形是由成形品內部來成形的加工方法，使局部擴大薄殼品或管子等製品，如圖 2-10 所示。

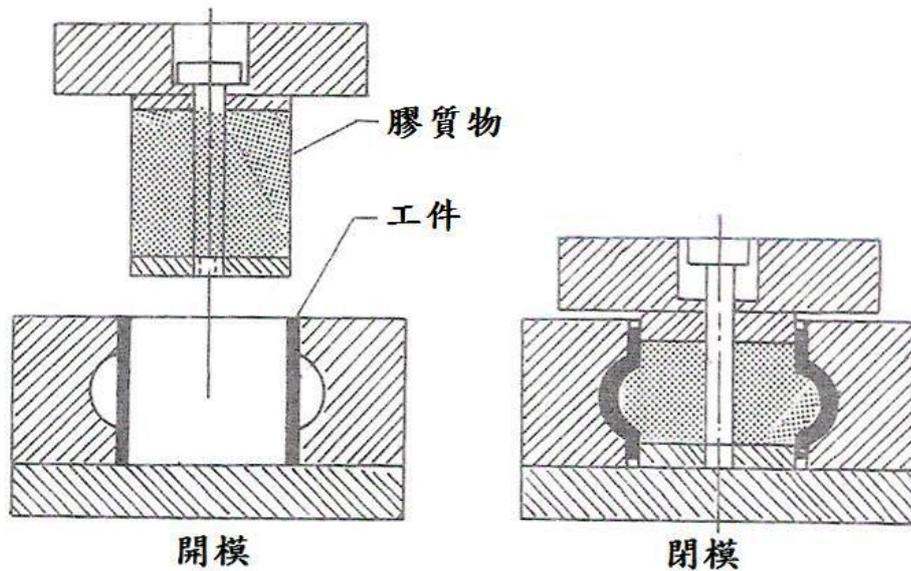


圖 2-10 凸脹成形

6. 管子成形：管子成形加工的種類很多，包括彎管、頸縮、擴張、圓緣、擴管、鐘形孔、矯平…等加工，如圖 2-11 所示。

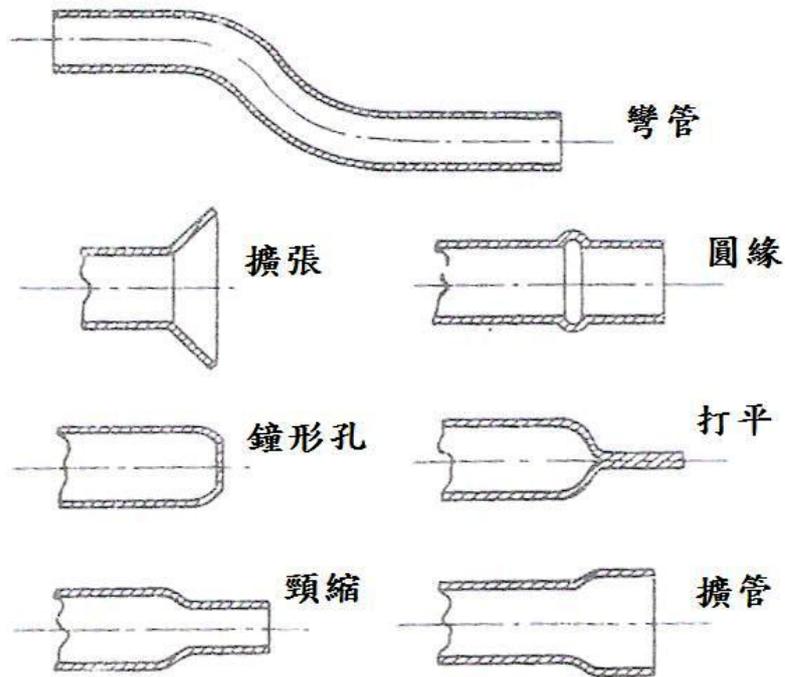


圖 2-11 管子成形

### 3-5 引伸加工：

引伸成形是將板料衝壓成有底空心件的加工方法，薄材的引伸容易發生皺摺和破裂，所以一般成品，需經過好幾道的引伸加工，才能得到所要的製品。二次的引伸稱為再引伸，超過二次時稱深引伸，如圖 2-12 所示。

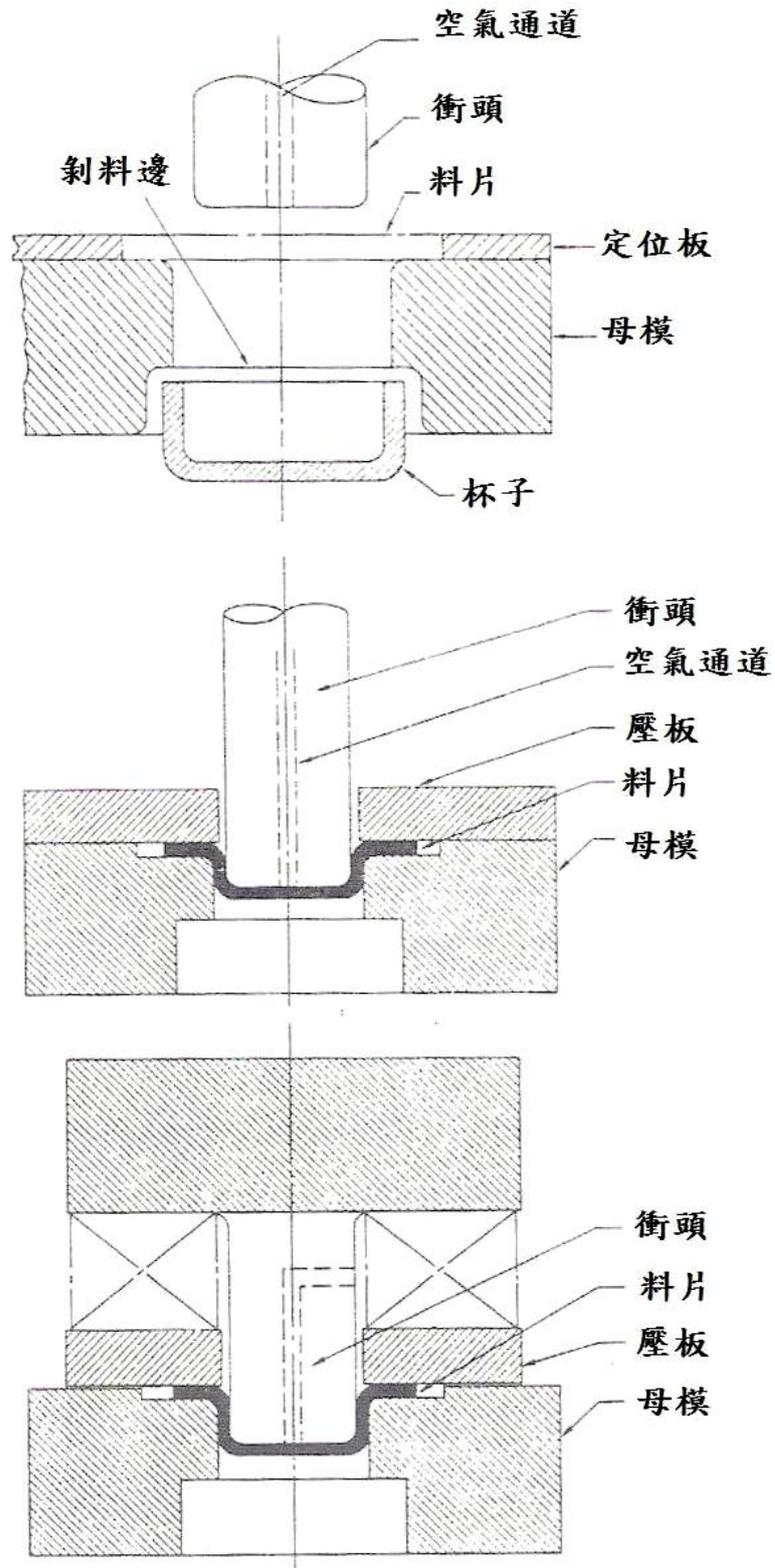


圖 2-12 引伸成形

### 3-6 壓縮加工：

壓縮加工是以模具為工具，藉著衝擊或擠壓方式在材料表面施加衝壓力，改變材料的外形、尺寸等，達到所要求的形狀。壓縮成形有端鍛、壓印、擠伸、壓花、輓鍛、打頭…等，如圖 2-13 所示。壓縮加工依工件材料的溫度，可分為熱加工、溫加工、冷加工等三種；熱加工是將金屬加熱至再結晶溫度以上來加工，溫度高，硬度低，變形阻抗減少，金屬流動性佳，適合大型工件或複雜工件之成形加工，溫加工則是工件材料介於常溫與再結晶溫度之間，冷加工是指工件材料在室溫狀態下的加工。

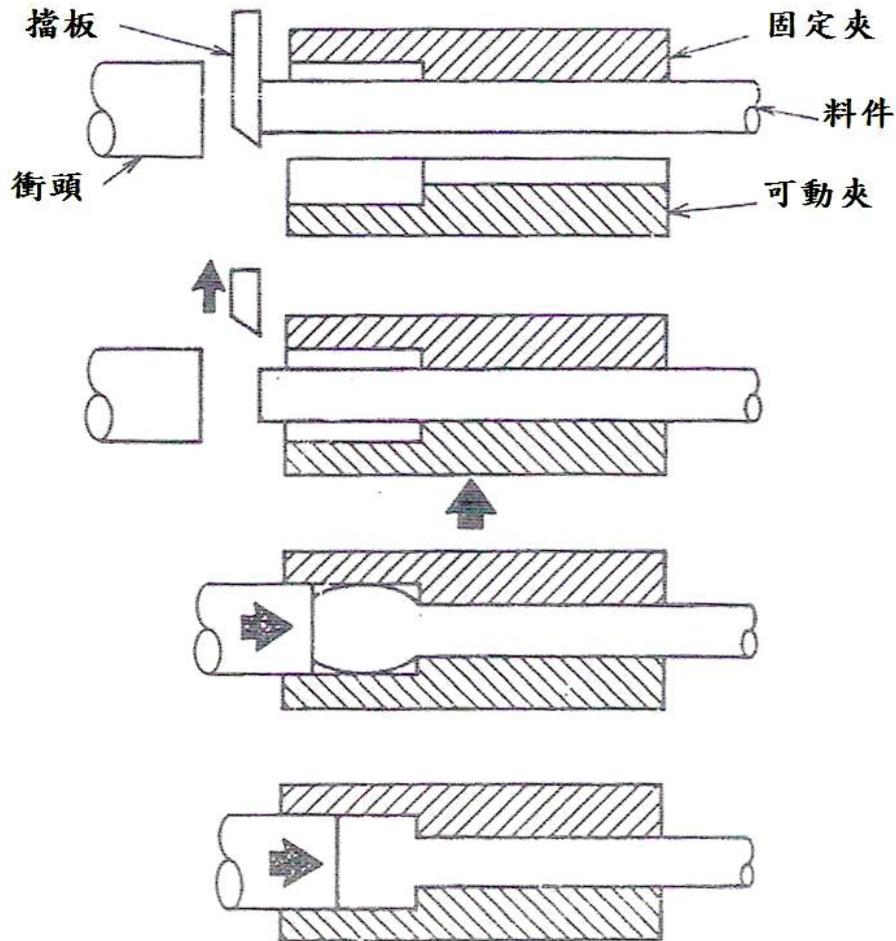


圖 2-13 壓縮成形

#### 第四節 衝壓材料的選擇

衝模模具材料的種類非常多，包括鐵金屬類、非鐵金屬類與非金屬類等。要選擇適當的衝模模具材料應考慮的機械性質有耐磨性、韌性、耐疲勞性、抗壓強度、耐熱性、成形性、熱處理容易度、焊接性等。除了以上特性外，還要配合料片材質、成本、精密度等，才能選用最經濟的模具材料。

#### 4-1 衝壓模具材料的特性

1. 高耐磨性：衝床加工中，模具表面受到料片的壓力與滑動摩擦力，容易磨耗。如果發生磨耗，成形品尺寸將逐漸散失精確度，為了增加模具耐久度，需使用高耐磨耗材料；通常材料愈硬，耐磨耗性愈高。

2. 韌性：衝床加工中，模具一般會遭受激烈衝擊，所以需有高韌性。

3. 耐疲勞性：衝床加工中，模具通常遭受到大量的重複負荷的作用，需有高耐疲勞強度來抵抗重複負荷。

4. 抗壓強度：衝壓加工中，穿孔、冷擠與壓印的衝頭，最容易受到極大的衝壓力，其成形的限度通常取決於材料之抗壓強度，所以模具材料需高抗壓強度。

5. 耐熱性：在常溫加工或高溫加工時，模具材料需要維持一定的機械性質，也就是說，需具備良好的耐熱性質。

6. 成形性：模具材料成形性好，會使製作成本降低，一般而言，材質愈好愈難成形。

7. 熱處理容易度：模具材料經過熱處理後，才會得到最佳的機械性質，所以熱處理的容易程度會影響材料的選用。

8. 焊接性：模具材料的選擇，需配合生產的數量，通常

大量生產用模具材料，需要愈好的材質來增加耐久度。

## 4-2 衝壓模具的種類

衝壓模具材料，依照性質可分為，鐵金屬類、非鐵金屬類與非金屬類的衝模材料。

### 4-2-1 鐵金屬類

1. 模具鋼的種類一般可分為，構造用鋼、工具鋼與不銹鋼等三大類。

(1)構造用鋼可經過熱處理後，增加耐磨耗性及強度，使用於機械零件、結構零件、承板與支撐零件等。

(2)工具鋼常添加鉻、鎢、鉬與釩等元素，並經熱處理而提高機械強度與耐磨耗性，使用於中、小零件衝壓加工的大量生產及大型模具之嵌入塊。

(3)不銹鋼主要含鉻，所以能耐腐蝕及耐磨耗性，其耐腐蝕性隨含鉻量的增加而提高。

2. 鑄鋼通常使用在需要高韌性與強度的場合，像是鑄鋼底座、衝頭壓力環等。鑄鋼件經過熱處理可使組織均勻並消除內部應力。

3. 鑄鐵一般是指鑄造法鑄成的鐵碳合金，普通鑄鐵包括白鑄鐵、斑鑄鐵與灰鑄鐵，可加入合金元素如矽、硫、磷、錳

等來增加性能，形成各種用途的特殊鑄鐵，包括高強度鑄鐵、高強度合金鑄鐵、高合金鑄鐵、展性鑄鐵及球狀石墨鑄鐵等。

(1)白鑄鐵質硬且脆，不易切削，一般作為展性鑄鐵原料，工程上很少使用。

(2)灰鑄鐵具有高抗壓強度，易於鑄造，成本低，常使用於底座。抗拉強度在 35,000 psi 以下為普通鑄鐵。

(3)高強度鑄鐵是灰鑄鐵中石墨片形狀細小而彎曲，分佈非常均勻，且抗拉強度在 35,000 psi 以上。

(4)高強度合金鑄鐵是在普通鑄鐵中，添加少量合金元素，使得強度大增，成為高強度的鑄鐵。

(5)高合金鑄鐵是在普通鑄鐵中，添加多量合金元素，使其具有特殊性質，可分為耐熱、耐酸或耐磨耗三種。

(6)展性鑄鐵是介於灰鑄鐵和鑄鋼之間。灰鑄鐵具高抗壓強度，易於鑄造的優點，但質脆無延展性；鑄鋼強韌且延展性佳，但鑄造溫度高，鑄造性不佳，鑄造表面不佳。

(7)球狀石墨鑄鐵是石墨為球狀而非片狀，不但避免應力集中且具灰鑄鐵的鑄造性，並大大地提高強度與延展性，使其韌性與強度趨近於鋼料。可承受激烈衝擊負荷的大形成與引伸模。可分為肥粒鐵型與波來鐵型，如表 2-1。

表 2-1 球狀石墨鑄鐵的機械性質

	肥粒鐵型	波來鐵型
極限抗拉強度 kg/mm <sup>2</sup>	60,000	80,000
勃氏硬度 HB	143 - 190	190 - 241
張力 kg/mm <sup>2</sup>	22 - 24 × 10	23 - 25 × 10
扭力 kg/mm <sup>2</sup>	9.2 - 9.5 × 10	9.2 - 9.5 × 10
比例極限 kg/mm <sup>2</sup>	35,000	40,000

(a)肥粒鐵型：常用於衝頭座、衝塊、墊塊、工模等耐衝擊之零件。

(b)波來鐵型：常用於衝頭、衝模、衝模塊、引伸模之壓板導座、再引伸模、衝塊等需高強度、耐磨耗及可施火焰硬化之零件。

#### 4-2-2 非鐵金屬類

1. 非鐵金屬衝模模具材料，包括鋁合金、鋅合金、鈹合金等，具有少量生產的經濟性及鑄造容易、重量輕等特殊性質。

2. 鋅合金有接近軟剛的機械強度，也可以表面鍍鉻來增加表面硬度及耐磨耗性。容易鑄成複雜形狀成形品，表面加工容易，而且可重新溶解再製造，所以材料成本低，常用於低負荷、少量生產的彎曲或再引伸成形模具中。

3. 燒結碳化物是由一種或數種及硬的碳化物，如碳化鎢、碳化鈦、碳化鉬、等利用粉末冶金的方法，以鈷、鎳或鐵等結合劑，加壓成形，然後加熱至高溫燒結而成。成為一種具有高硬度、高抗拉強度與高耐磨耗的合金。燒結碳化物模具之耐久度為一般鋼模的 5~10 倍，但是價格昂貴，只適用大量生產以符合經濟原則，另外優點為生產出來的成形品表面光整且尺寸一致。常用於衝孔、剪切、引伸、彎曲及擠壓模具上。

#### 4-2-3 非金屬類

1. 非金屬類衝模模具材料包括木材、橡膠、塑膠等，成本低，製造容易，常用於強度要求不大的彎曲及引伸模具中。

2. 加強木是將各種木材堆疊組成並壓縮至原來厚度之 50% 左右，在注入酚樹脂而成。由於其摩擦係數低，不常發生擦傷而刮破成形品的表面，所以常使用引伸模或成形模。

3. 塑膠材料作為模具材料的原因是在於某些樹脂加入添加劑後，擁有相當的機械強度，而且製模成本低，所以適合做為低產量之模具材料。如環氧樹脂加入玻璃纖維、金屬粉末與石灰粉等添加劑，不但成形加工容易，而且可以提高硬度、強度及耐磨耗能力。

## 4-3 模具鋼料的分類與選用

模具鋼材的種類很多，各有其特性與應用範圍，一般分為構造用鋼、工具鋼與不鏽鋼三種。為了充分了解這些鋼料的特色並加選擇應用，世界各國的標準局或工業局大都制定個別的規格與編號，有系統地加以分類。

### 4-3-1 模具鋼的種類

1. 構造用鋼可分為一般構造用滾軋鋼與機械構造碳鋼。

(1)一般構造用滾軋鋼 SS41、SS50，價格便宜，取得容易，用於非高強度，非高硬度的結構場合，如模板、結構構件等。

(2)機械構造碳鋼 S25C、S50C、S55C，價錢便宜，機械強度佳，可以熱處理，加工性良好，用於模具中的附屬零件，如承板、支持塊、頂出板、安裝板等。

2. 工具鋼可分為碳素工具鋼、合金工具鋼、高速鋼。

(1)碳素工具鋼材質主要為 SK3，若耐衝擊則使用 SK5、SK7，碳素工具鋼價錢是最便宜的，機械性質也較遜色，耐磨耗性差，其含碳量高於 0.6%，硬化能力較差，欲達淬火硬化的效果，需淬火於水中，易生淬火破裂或應變，用於需要硬度與耐磨模具，如頂出銷、復歸銷、導銷與導銷襯套。

(2)低合金工具鋼 SKS 的含碳量一般不高於 0.15%，加入

少量鉻、鉬、鎢及鈮等合金元素以獲得高機械性質，其硬度與耐磨耗較為碳素工具鋼佳。

(3)中碳合金工具鋼 SKT，可分為鉻系列的 SKT2、鎳 - 鉻 - 鉬 - 鈮系列的 SKT4，鉻 - 鉬 - 鈮系列的 SKT5，大都用於高溫的成形加工。

(4)熱作高合金工具鋼 SKD，屬於高合金工具鋼，含有多量的碳與鉻，價格昂貴，空氣中淬硬，硬度高，耐磨耗性，低變形量，所以作用於高溫模具鋼，適合精密的大量生產，SKD11、SKD12，是添加鈮的含鉬風硬鋼，淬火變形極小。

(5)高速鋼 SKH，可分為鎢高速鋼和鉬高速鋼，與合金工具鋼比較高速鋼含有更多量的鉻、鉬、鎢、鈮，較 SKD 貴，但有較佳的耐磨耗性與韌性，在高溫也能保持較佳的強度與硬度。

3. 不鏽鋼的主要合金元素為鉻，其耐蝕性隨含量增加而提高，含量高於 12%，可耐高溫氧化、硝酸或亞硫酸之腐蝕，不易被一般的腐蝕環境侵蝕，其編號開頭為 SUS，代表不鏽鋼，後接數字，分別為 2、3、4、6 開頭等系列。

(1)SUS200 系列，為鉻、鎳、鉬為主的合金元素，如 SUS201。

(2)SUS300 系列，為鉻、鎳為主的合金元素，如 SUS302。

(3)SUS400 系列，為鉻含量小於 11.5%的合金元素，如

SUS410。

(4)SUS600 系列，是析出硬化型不鏽鋼，如 SUS630、  
SUS631。

#### 4-3-2 模具材料添加的元素

模具材料以硬度、耐磨耗性為第一條件，其次為韌性、容易加工為主。為了滿足這些條件，高級模具材料都會添加合金元素，以增加各種特性與作用，添加合金元素之產生效果，如表 2-2 所示。

表 2-2 鋼材材料的元素

元素	功用
碳(C)	依含量而增高抗拉強度或硬度、減少韌性或延性、減少衝擊強度、增加磨耗性、增加被削阻力、降低熔接性。
鉻(Cr)	增強硬度、伸度、減少衝擊性，含量高時，改善淬火性、耐磨耗性，通常與鎢共存，增強效果。
鎢(W)	少量時與鉻有類似性質，和碳可形成硬碳化物，增強硬度、耐磨耗性。
鎳(Ni)	能不降低韌性，增強硬度、衝擊強度、增加淬火性。
鉬(Mo)	鉬與鎢有同樣的性質，但效果是鎢的兩倍，且與鉻同樣增高淬火性、增大高溫硬度、潛變阻力、回火硬化性大。
釩(V)	使鋼的結晶粒微細化，增加硬化能、增加回火軟化的阻性，少單獨使用，與鉻或鉻—鎢共存而發揮更好的效果。
鈷(Co)	增加高溫硬度和強度，少單獨使用，與鉻、鎢、鉬共存而發揮更好的效果。
錳(Mn)	增加淬火性、耐磨耗性、減少熱處理的變形率、防止脆性化。

影響品質的元素因子，除表 2-2 所示之外，還有制鋼法、造塊法、鍛造法、軋軋法、熱處理法，他們對製品品質，都有重大的影響。

### 4-3-3 模具材料的選擇條件

衝壓模具材料，大多在冷加工中完成，因此應具備的條件由加工物的種類、形狀、大小、硬度等機械性質所決定。主要如下所示：

- (1) 硬度以及韌性大。
- (2) 耐磨耗性大。
- (3) 熱處理所導致的尺寸變化小。
- (4) 容易熱處理。
- (5) 機械加工性好。

且為了保持模具壽命，需要添加錳、鎳、鉻、鎢、鉬…等等的優於一般碳鋼的合金鋼或特殊鋼。表 2-3 為主要模具鋼的種類。

表 2-3 主要模具鋼的用途

種類	規格記號	主要用途
碳工具鋼	SK3 - SK5	衝頭板、剝料板、托板、導板、間隔物質、衝頭、衝模…等
合金工具鋼	SKS2 - SKS3	衝頭、衝模、衝料板、剝料板、導板、托板、導柱…等
合金工具鋼(模具鋼)	SKD1 - SKD11	衝頭、衝模、壓造模、壓鑄模、擠壓模…等
高速工具鋼	SKH2 - SKH9	衝頭、衝模

熱加工所要具備之條件，如下所示：

- (1) 高溫時的耐磨耗性。
- (2) 對高溫加熱的耐軟化性。
- (3) 淬火性良好，容易熱處理。
- (4) 熱處理所導致的變形率小。
- (5) 高溫時的耐侵蝕性大。
- (6) 熱傳導率良好。
- (7) 高溫時的機械加工良好。

(8)長時間高溫的耐氧化，熱軟化的抵抗性大。

還需要，耐反覆加熱又冷卻的熱疲勞，與接觸高溫時的熱衝擊…等。表 2-4 為熱加工主要模具鋼的種類。

表 2-4 熱加工所用之模具鋼

種類	規格記號	主要用途
熱作高合金工具鋼	SKD4 - SKD6	壓造模、壓鑄模、擠壓模
熱作高合金工具鋼	SKD61 - SKD62	壓造模、擠壓模
中碳合金工具鋼	SKT2 - SKT5	模塊
中碳合金工具鋼	SKT6	壓造模

除了極少量生產用的模具外，壓鑄模具材料接觸高溫的部份，常將模具鋼熱處理而使用，其他部份則用構造用合金鋼、特殊用鋼。表 2-5 為壓鑄模具各部份之所選用的材料。

表 2-5 壓鑄模具各部份之模具材質

模具部分	材質	規格記號
主模	構造用碳鋼 鉻鉬鋼 合金工具鋼 球狀石墨鑄鐵 碳鑄鋼 低合金鑄鋼	S45C - S50C SCM4 SKT2 - SKT3 FCD45 SC46 - SC49 SCCrM1- SCCrM3
導引銷及導套	碳工具鋼 低合金工具鋼 高碳鉻軸承鋼	SK3 - SK5 SKS2 - SKS3 SUJ2
頂出銷	鋁鉻鉬鋼 高速鋼 低合金工具鋼 高合金工具鋼 高合金工具鋼	SACM1 SKH2 SKS2 - SKS3 SKD6 SKD61
回行銷	碳工具鋼 低合金工具鋼	SK2 - SK3 SKS3
脫料板	機械構造用碳鋼 一般構造用滾軋鋼	S55C SS34 - SS41
模座	一般構造用滾軋鋼 灰鑄鐵	S35C - S45C FC25

#### 4-4 熱處理與表面處理

將鋼料以熱處理可以明顯的改變機械性質，包括硬度、抗拉強度、疲勞限度、延性…等，以電鍍來表面處理，可提高表面精度、光潔、脫模能力、品質與壽命。

常見的模具材料熱處理，可分為淬火、回火、退火、正常化、火焰淬硬、滲碳硬化、電鍍等方法。

1. 淬火：將鋼料加熱高溫成沃斯田鐵系，保持一段時間，使鋼內的碳完全固溶而形成均勻斯田鐵系的組織，然後急速冷卻，使之變化成麻田散鐵系的組織，以獲得最大的強度與硬度。

2. 回火：淬火後的鋼料，既硬且脆，並常殘留應力，尺寸不穩定。為了消除淬火應力，降低硬度並提高延性、韌性，通常再加熱至臨界點以下，然後在空氣中冷卻。

3. 退火：使鋼料軟化成晶粒微細化，把鋼料加熱至高溫再冷卻，以便能作進一步的加工。

4. 正常化：將鋼料加熱至沃斯田鐵系的溫度區，使之緩慢冷卻，目的是消除殘留應力，重新調整結晶組織與化學成份的不均勻性，使得模具在成形加工中，不會發生尺寸變化或扭曲的現象。

5. 火焰淬硬：利用火焰加熱鋼料之淬火溫度，以水冷而得到一層硬化層，所需設備較簡單，但硬化層較不均勻。

6. 高周波淬硬：利用高周波感應電熱，將鋼料表面快速提高溫度至淬火溫度後，以水冷得到硬化層，此種方式可讓淬火引起的變形率小，溫度可由電流來控制，且加熱均勻。

7. 滲碳淬硬：適用於含碳量低的鋼料，滲碳劑在高溫與材料接觸，碳素擴散鋼料表面。

8. 滲氮淬硬：加熱的氮氣接觸鋼料表面，氮素會被鋼料所吸收，形成一層硬質的氮化物。

9. 電鍍：利用不同的金屬元素，在模具表面附上一層金屬膜，以增加表面光澤、表面硬度、加強耐蝕性。

## 第五節 衝壓工具機的種類

### 5-1 衝床的種類

在衝壓工作中，因加工性質之不同，而應用不同形式的衝床，以適應各種工作條件。

#### 1. 依衝床產生動作的方式分類

依照衝床產生動作的方式可分為人力作動式和動力作動兩種。以手動與腳動稱人力傳動；而動力式衝床可分為機械

式、液壓式、氣壓式與電磁式四種，其中以機械式衝床最為普遍。由於機械式衝床壓力的作動不盡相同，大致可分為螺旋式、摩擦式、偏心式、曲軸柄、凸輪式、齒條式、肘節式。如圖 2-14 所示。

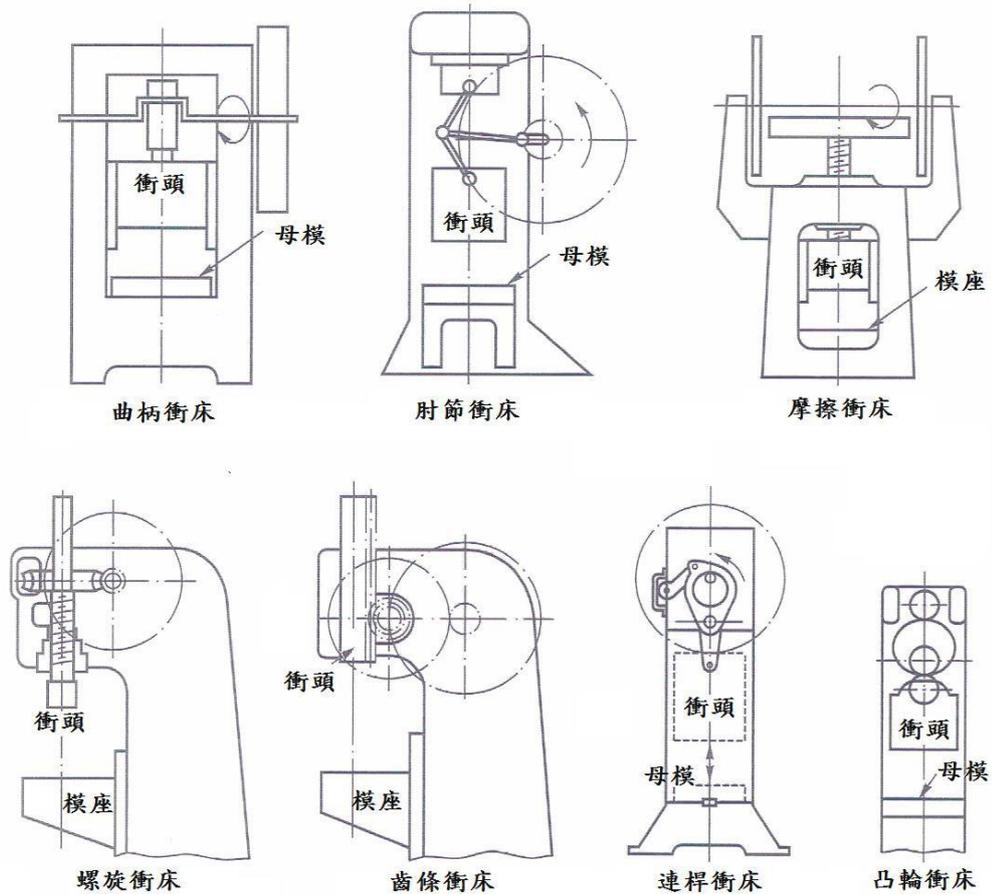


圖 2-14 依動作區分之工具機

## 2. 依機架之形式分類

有 C 型衝床、直側衝床、拱型衝床、可調整衝床等。如圖 2-15 所示。

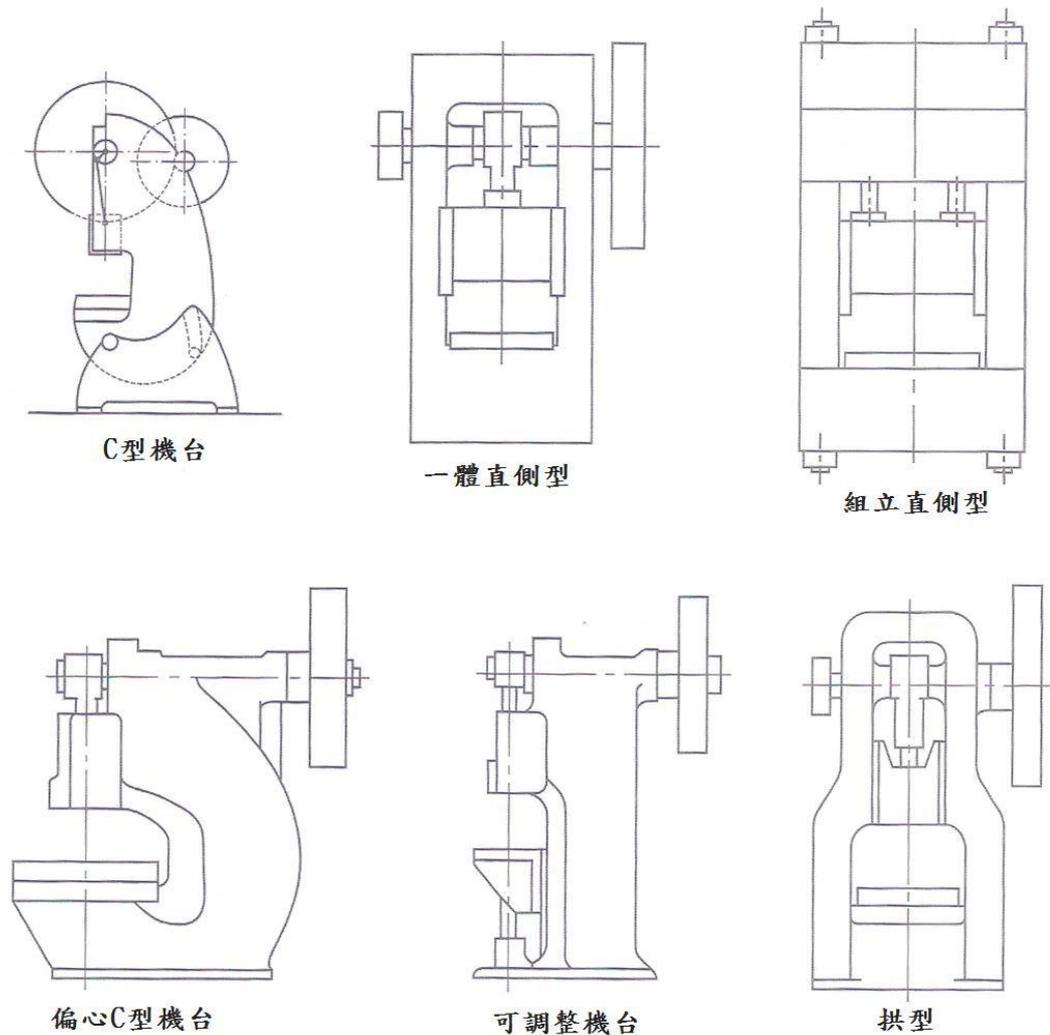


圖 2-15 依形式區分之工具機

## 5-2 衝床的構造

### 1. 人力作動衝床

手動和腳動衝床是直接用人的手或腳運動使衝床發生動作。手動衝床的種類可分偏心式、曲柄式與螺旋式三種，皆用手轉動，使滑塊上下往復運動。腳踏衝床，藉著踩腳踏板應用槓桿原理，將腳力傳至滑塊組作上下往復運動以進行衝壓工

件。因此，手動與腳動衝床僅限於使用裝配工作以及衝壓不需太大的壓力零件，如小型電子零件、手工藝等扣件，壓力很少超過 500kg 的範圍。

## 2. 機械動力衝床

動力衝床包括甚廣，僅要以電力啟動馬達所產生的動力驅動方式，如摩擦衝床、偏心衝床、曲軸衝床、肘節衝床、油壓衝床、氣壓衝床和萬能衝床。

(1) 摩擦衝床：摩擦衝床與手動螺旋衝床工作原理相同，僅是動力傳動方式不同，左右兩摩擦轉盤之任一個與飛輪接觸時，則飛輪作順時針或反時針方向旋轉，導致飛輪連結之螺旋桿在螺母中，也作順、反方向旋轉，飛輪因而上升或下降之往復運動。

(2) 偏心衝床：偏心衝床係由偏心輪來驅動滑塊，做上往下往復運動。當工作軸轉動時，軸端的偏心桿端的偏心感產生左右擺動，使連桿下端作上下運動。

(3) 曲軸衝床：大部份的衝床都是使用曲軸機構。最主要的理由是製作容易、衝程下端位置可確定。工作原理與偏心原理相同，這種衝床適合打胚、折彎、抽製、冷熱鍛造及其它衝床作業的加工。

(4)肘節式衝床：由馬達之動力使曲柄軸旋轉，經肘節機構驅動滑塊的衝床稱為肘節式衝床。

(5)油壓衝床：其原理是以蓄壓器之油壓入由缸內，使活塞上下往復運動而牽引滑座上下運動。

(6)傳遞車床：在自動化衝床產生行列中，它是最具有代表的機器，配合送料裝置，可將幾部衝床的功能融合在一機架上，可迅速完成多項工程。

### 第三章 花紋不鏽鋼片模具的設計與製作

#### 第一節 模具之設計

模具設計依種類、形狀及精度等要求的不同，可有不同卻合適的設計選擇。首先，按照設計圖面上規定取料。但對於使用鍛造及壓延出來的鋼料，由於內部有應力的存在，故必須預留精加工之尺寸。

此外，模具加工後，還需經過熱處理和表面處理，以增加模具鋼料的強度、硬度、耐磨性及韌性等機械性質。

因機械加工所產生的內部應力可以利用退火處理來消除。塑性及切削性的改善用球化退火處理。

淬火處理可以增加模具鋼料的硬度或強度，而因淬火產生的內部應力可用回火處理來消除，還可增加模具鋼料之韌性。

表面處理可將模具鋼料表面施予化學處理或加熱方法，來增加表面硬化層的深度。

精加工是模具鋼料最後加工。利用磨床、工模搪床等機械的加工，放電加工及利用模印的加工等，來增加模具鋼料的表面光滑、平整度以及使用壽命。

## 第二節 模具之製圖與加工

### 2-1 上模座 (材料選擇：S45C 中碳鋼)

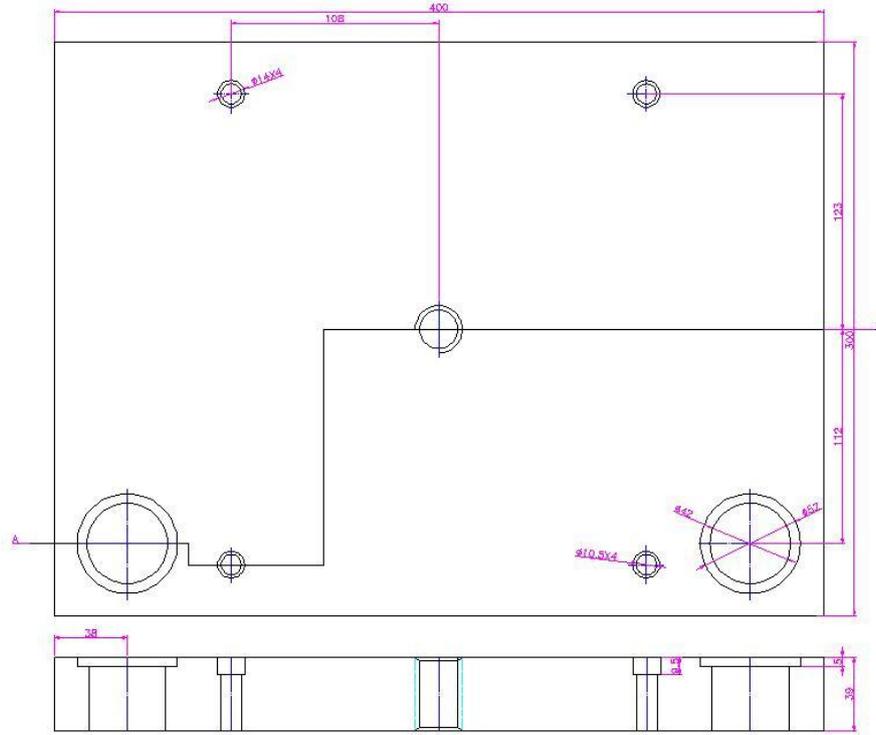


圖 3-1 上模座之模具 2D 圖

1. 利用光學尺與尋邊器，掃測模板 X 軸和 Y 軸之四邊，得到四邊的距離，以定位模板中心點，並設為  $(0, 0)$ 。
2. 使用搪床之中心鑽，對固定銷之  $(123, 108)$ 、 $(-123, 108)$ 、 $(123, -108)$ 、 $(-123, -108)$  及導柱套之  $(-162, -112)$ 、 $(162, -112)$  之六點位置，進行定位鑽孔。
3. 針對固定銷之孔位，使用直徑 10.5mm 之鑽頭貫穿模板，再以直徑 14mm 之沉頭鑽，鑽深 9.5mm 之沉頭孔。
4. 對導柱套孔，使用直徑 10mm 之鑽頭貫穿模板，再以直徑 30mm

之加大型鑽頭貫穿模板，再使用銑床之長 21mm 之搪孔刀，銑穿模板，再換長 26mm 之搪座刀，銑出深 5mm 之沉頭孔。

## 2-2 上模板（材料選擇：SKD11 合金模具鋼）

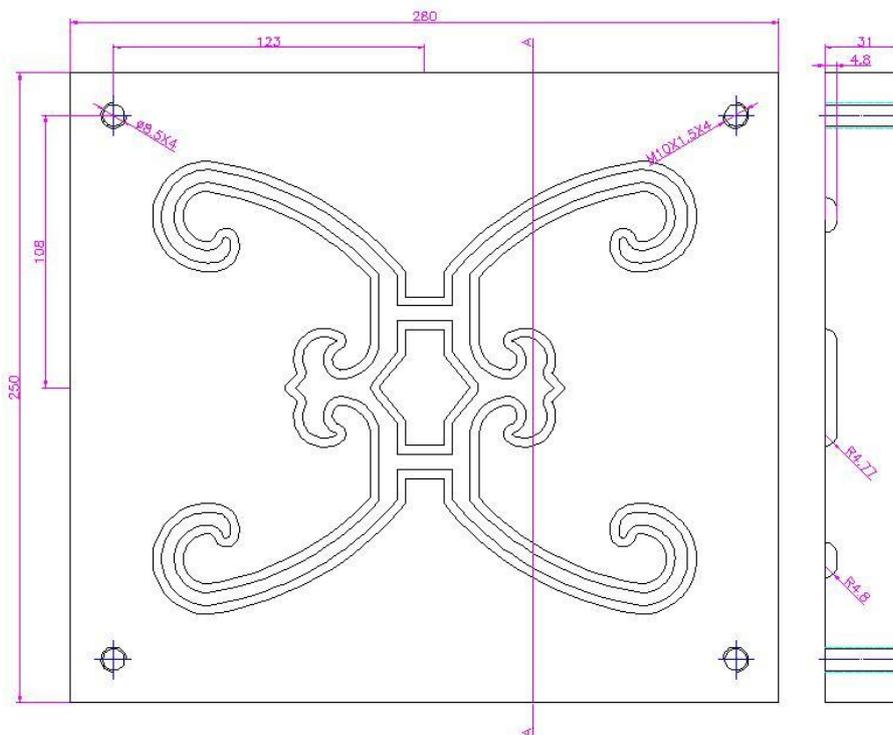


圖 3-2 上模板之模具 2D 圖

1. 利用光學尺與尋邊器，掃測模板 X 軸和 Y 軸之四邊，得到四邊的距離，以定位模板中心點，並設為  $(0, 0)$ 。
2. 使用搪床之中心鑽，對固定銷之  $(123, 108)$ 、 $(-123, 108)$ 、 $(123, -108)$ 、 $(-123, -108)$  之四點位置，進行定位鑽孔。
3. 針對固定銷之孔位，使用直徑 8.5mm 之鑽頭貫穿模板，再使用銑床之 M10 之攻牙刀，銑出螺紋孔。
4. 對  $(0, 0)$  中心點，使用 NC 銑床加工機，進行 NC 碼銑料。

## 2-3 導引板（材料選擇：SKD11 合金模具鋼）

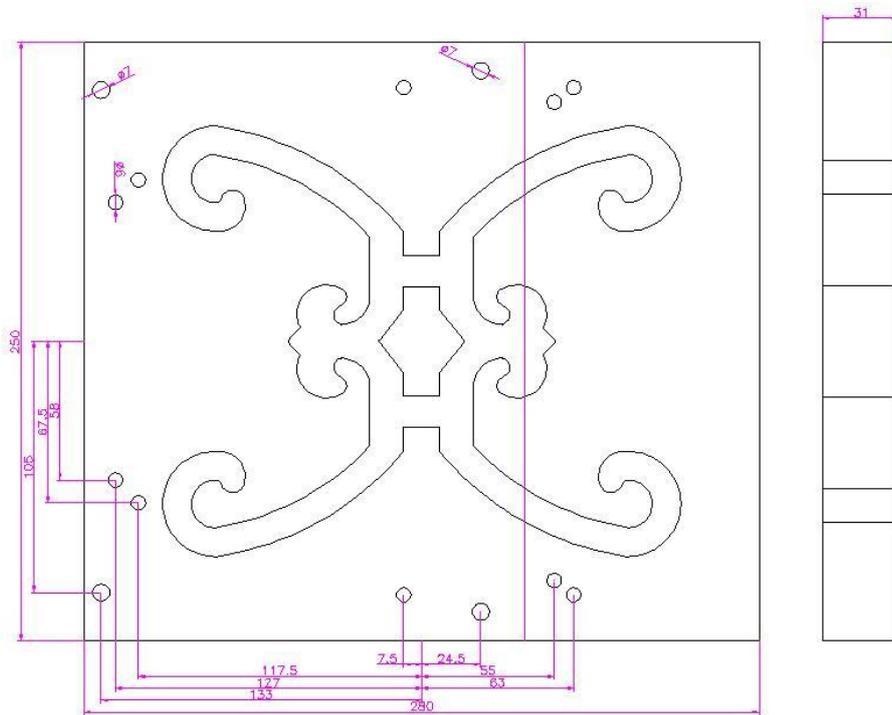


圖 3-3 導引板之模具 2D 圖

1. 利用光學尺與尋邊器，掃測模板 X 軸和 Y 軸之四邊，得到四邊的距離，以定位模板中心點，並設為 (0, 0)。
2. 使用搪床之中心鑽，對導引銷之 (63, 106)、(55, 100)、(63, -106)、(55, -100)、(-7.5, 106)、(-7.5, -106)、(-117.5, 67.5)、(-117.5, -67.5)、(-127, 58)、(-127, -58) 及固定銷之 (24.5, 113)、(24.5, -113)、(-113, 105)、(-113, -105) 之十四點位置，進行定位鑽孔。
3. 針對導引銷之孔位，使用直徑 6mm 之鑽頭貫穿模板。
4. 針對固定銷之孔位，使用直徑 6.75mm 之鑽頭貫穿模板，再

使用銑床之 M10 之攻牙刀，銑出螺紋孔。

## 2-4 衝頭（材料選擇：SKD11 合金模具鋼）

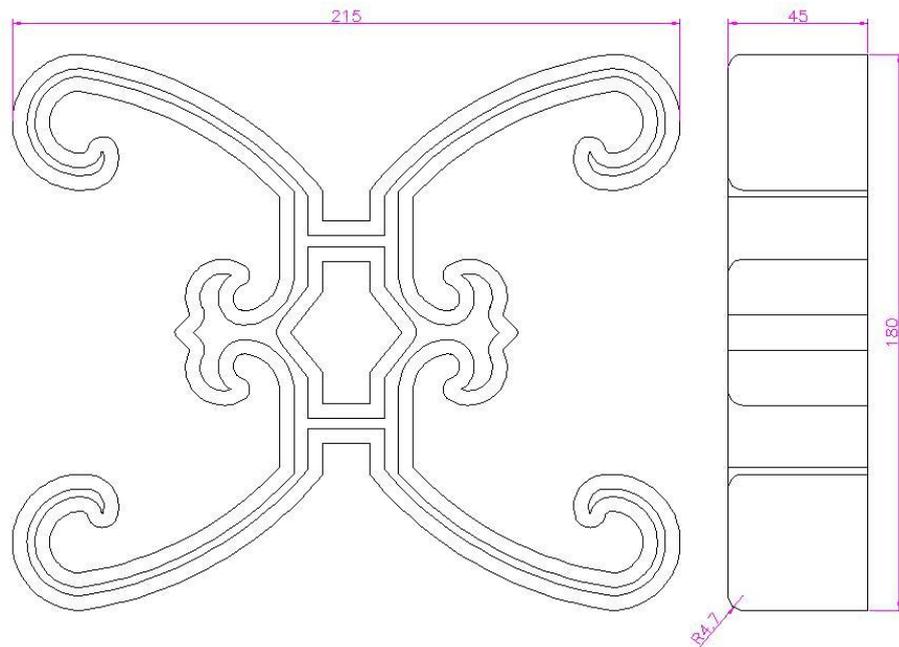


圖 3-4 衝頭之模具 2D 圖

1. 使用 NC 線切割放電加工機，進行 NC 切割加工，切割出所需的花紋。
2. 使用 NC 銑床加工機，進行 NC 銑削加工，銑出衝頭之圓角及表面細加工。

## 2-5 衝頭固定板（材料選擇：SKD11 合金模具鋼）

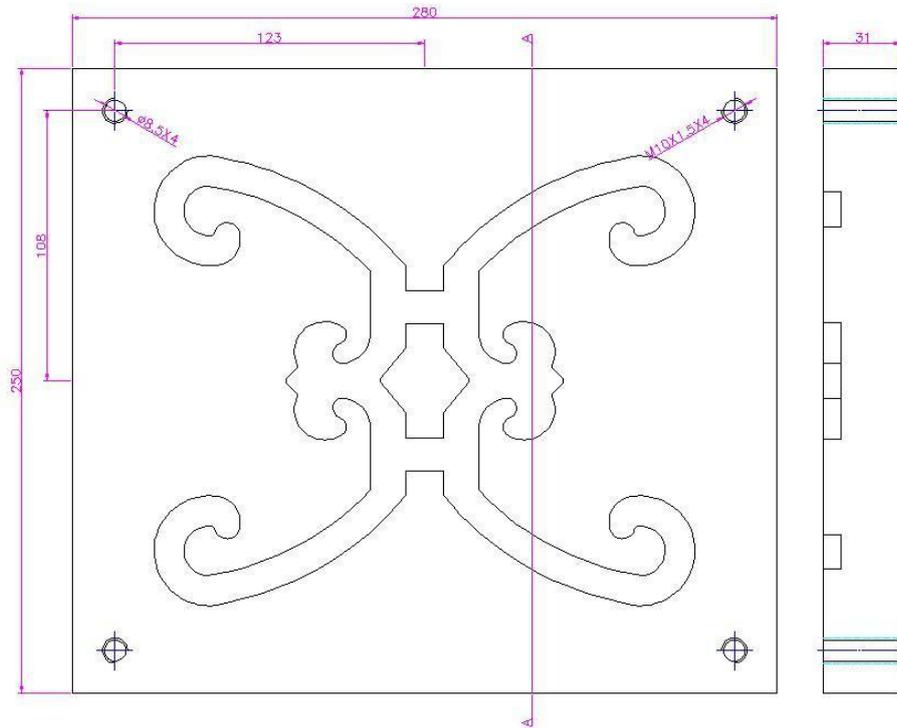


圖 3-5 衝頭固定板之模具 2D 圖

1. 利用光學尺與尋邊器，掃測模板 X 軸和 Y 軸之四邊，得到四邊的距離，以定位模板中心點，並設為  $(0, 0)$ 。
2. 使用搪床之中心鑽，對固定銷之  $(123, 108)$ 、 $(-123, 108)$ 、 $(123, -108)$ 、 $(-123, -108)$  之四點位置，進行定位鑽孔。
3. 針對固定銷之孔位，使用直徑 8.5mm 之鑽頭貫穿模板，再使用銑床之 M10 之攻牙刀，銑出螺紋孔。
4. 對  $(0, 0)$  中心點，使用 NC 銑床加工機，進行 NC 銑削。

## 2-6 下模座 (材料選擇：S45C 中碳鋼)

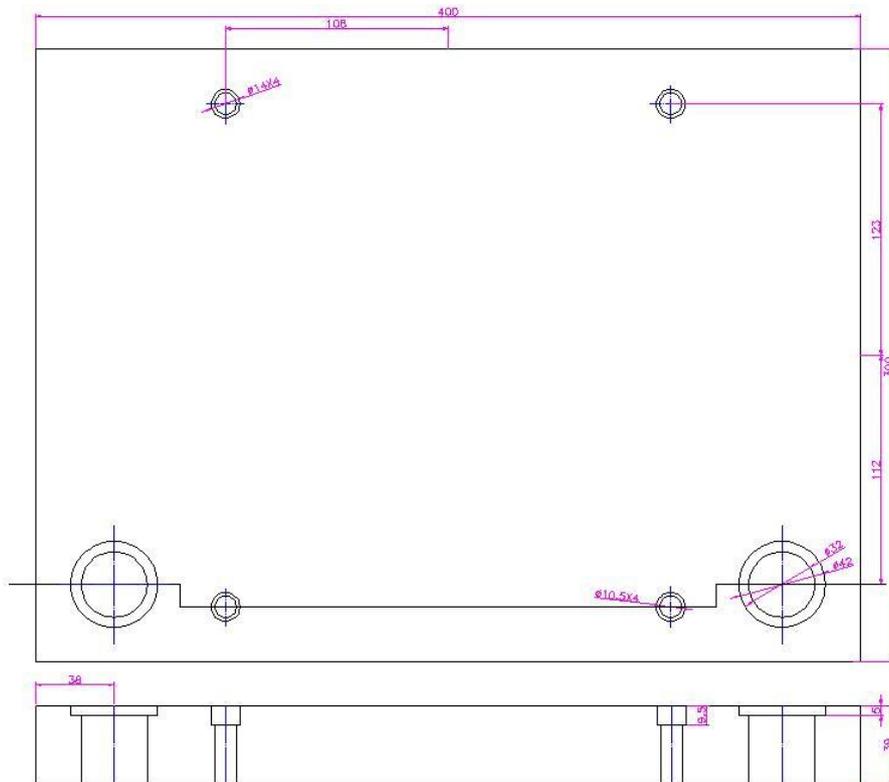


圖 3-6 下模座之模具 2D 圖

1. 利用光學尺與尋邊器，掃測模板 X 軸和 Y 軸之四邊，得到四邊的距離，以定位模板中心點，並設為 (0, 0)。
2. 使用搪床之中心鑽，對固定銷之 (123, 108)、(-123, 108)、(123, -108)、(-123, -108) 及導柱套之 (-162, -112)、(162, -112) 之六點位置，進行定位鑽孔。
3. 針對固定銷之孔位，使用直徑 10.5mm 之鑽頭貫穿模板，再以直徑 14mm 之沉頭鑽，鑽深 9.5mm 之沉頭孔。
4. 對導柱套孔，使用直徑 10mm 之鑽頭貫穿模板，再以直徑 20mm 之加大型鑽頭貫穿模板，再使用銑床之長 16mm 之搪孔刀，銑

穿模板，再換長 21mm 之搪座刀，銑出深 5mm 之沉頭孔。

## 2-7 CNC 加工機之加工過程

模具各零件之 NC 加工部份，使用線切割放電加工機以及 NC 車床和銑床切削加工機。

### 2-7-1 NC 線切割放電加工機



圖 3-7 線切割放電加工機

線切割放電加工，是藉由金屬線電極與加工件間之火花放電，產生瞬間電弧；電弧之熱作用使放電部位材料及金屬線表面溫度急速升高而溶解、蒸發，同時放電之爆發力使之飛散，在利用加工液沖除並冷卻金屬線及工件。線切割放電加工的金屬線電極，目前採用黃銅線，主要因黃銅線價格便宜且放電安

定性良好，一般加工使用的線徑在 0.05~0.3mm 間，線徑大小會影響加工速度及加工精度，加工時，以一定速度送出，以補正放電時所造成的消耗。線切割放電加工之加工液目前採用純水，因水容易處理，不會著火，冷卻效果良好，不產生積碳或焦油，可保持安定加工。加工液除了沖走因放電而溶解、蒸發的金屬顆粒及冷卻線電極、工件外，並能維持線電極及工件間之絕緣。

使用線切割放電加工的原因：

1. 加工時受工件硬度影響小。
2. 可加工任何複雜之二次元形狀。
3. 不需要製作特定形狀的電極。
4. 線電極連續送出，減低因消耗造成的誤差，加工精度高。
5. 以水為加工液，不會著火，安全性高。
6. 具有補正機能，容易控制切割尺寸大小。
7. 僅加工工件輪廓，切割下之廢料可再利用。

模具零件之導引板及衝頭，均使用放電加工機，編寫程式碼後，進行放電加工，詳細放電加工之程式碼，請參閱附錄。

## 2-7-2 NC 銑床



圖 3-8 NC 銑床

銑床是利用多刃刀具來做平面銑削，銑溝槽，切斷，端銑，銑螺旋槽，銑凸輪及不規則曲面銑削等各種加工。

使用銑床加工的原因：

1. 使用銑床加工，可確保加工精度在 0.01~0.02mm 間。
2. 程式碼編寫好，可全自動化，更確保精度值。
3. 以程式編寫後，可隨時增大加工速度，改善效率。
4. 自動交換裝置，可更快速進行換刀作業。
5. 可局部修正程式碼，減少重新製作的時間。

模具零件之上模板、衝頭固定版及衝頭之精度加工，均使

用 NC 銑床，編寫程式碼後，進行銑床切削，詳細銑床加工之程式碼，請參閱附錄。

## 2-8 模具加工之注意要點

我們將模具設計之過程，必須注意之事項，分為五大部份，購料、線切割放電加工、傳統、數控銑床加工以及最終模具檢驗，以下表格為各項部份之注意事項。

表 3-1 選用材料之注意要點

注意事項	備註
1. 選用高硬度之金屬材料 (硬度是影響耐磨性的主要因素。)	
2. 選用高耐磨性之金屬材料 (材料在模具中塑性變性時，使模具與材料間產生劇烈的摩擦，容易導致模具因磨損而失效。)	
3. 選用高強韌性之金屬材料 (常承受較大的衝擊負荷，從而導致脆性斷裂。)	
4. 選用耐疲勞斷裂性之金屬材料 (模具工作過程中，在循環應力的長期作用下，往往導致疲勞斷裂。)	
5. 選用耐高溫性之金屬材料 (當模具的工作溫度較高進，會使硬度和強度下降，導致模具早期磨損或產生塑性變形而失效。)	

表 3-2 線切割放電加工之注意要點

注意事項	備註
1. 加工前，先檢查工件的外觀及前序加工是否達到線切割要求。	
2. 確認線切割程式及公差是否與設計圖相符，無疑問再進行加工。	
3. 加工前檢查程式，確認不能有路徑干涉現象，避免傷及加工機。	
4. 加工前確認加工基準與程式基準相同，確認加工條件是否有錯。	
5. 修改程式時，注意防止內孔與外形補正量錯誤。	
6. 修改參數前，確認圖面(0, 0)點，避免沒有加線半徑或線半徑加反。	
7. 加工前，需檢查倍率、補正值、各項參數值是否正確無誤。	
8. 加工時，需依照情況確認送線速度及電流大小是否恰當。	
9. 因斷線等原因暫停時，經處理後必須確認無任何干涉，再繼續加工。	
10. 發生短路時，需避免工件在未切割時與工件接觸。	

表 3-3 傳統銑床加工之注意要點

注意事項	備註
1. 使用前，需清拭床台與虎鉗，並檢查油窗是否達到指示線。	
2. 裝配刀具時，需注意刀具是否完整，尺寸是否正確。	
3. 安置完虎鉗於床台後，需確認且校正虎鉗的平行度。	
4. 調整床台後，工件接近銑刀，需要確認前後位置是否適當。	
5. 使用前，需要確認高度刻環以及銑刀是否設置正確。	
6. 使用前，需要確認刀具以及鞍座是否鎖緊。	
7. 使用前，需要進行手動進給銑削，確認無異狀才可以自動進給銑削。	
8. 使用時，需要注意刀具因不良使用而造成壞損。	
9. 使用時，需要注意工件是否加工確實或加工面是否有異樣。	
10. 替換刀具裝置或更換刀片時，需注意刀具或刀片的裝置方向。	

表 3-4 數控銑床加工之注意要點

注意事項	備註
1. 使用 NC 銑床時，需注意加工液、潤滑油是否正常且足夠。	
2. 裝配刀具時，需注意刀具是否完整，尺寸是否正確。	
3. 操作時，需先核對程式，特別注意各軸之正負、小數點是否正確。	
4. 加工前，程式先預演一次，核對程式是否正確。	
5. 啟動程序前，需再次檢查刀具、工件是否鎖緊。	
6. 操作時，修正刀具補正值，應注意正負、小數點，避免錯誤撞車。	
7. 中途換刀或檢查工件狀態，再繼續執行時，需注意其位置是否正確。	
8. 程序進行時，需注意加工液是否確實達到作用。	

表 3-5 檢驗模具之注意要點

注意事項	備註
1. 毛邊的檢驗，主要是手感，小於 0.1mm-0.15mm。	
2. 對模具每塊結構進行檢驗，確認與設計圖一致性及確保結構強度。	
3. 模具硬度的檢驗，形面硬度為 HRC45 以上，刃口硬度 HRC55 以上。	
4. 判斷合模後的間隙，可看成形到底記號，也可以測試型面裡的斷差。	
5. 檢測廢料槽的合適程度，看廢料能否順暢的滑出工作台。	
6. 靜態檢查，外觀完整，鑄件沒有裂紋，無嚴重的砂眼，模具粗糙度。	
7. 動態檢查，空行程，模具上下運動是否流暢。	
8. 實際作用驗收，連續穩定的打出 30 片，隨機抽取 5 片檢測。	

### 第三節 Master CAM 過程

#### 3-1 上模板

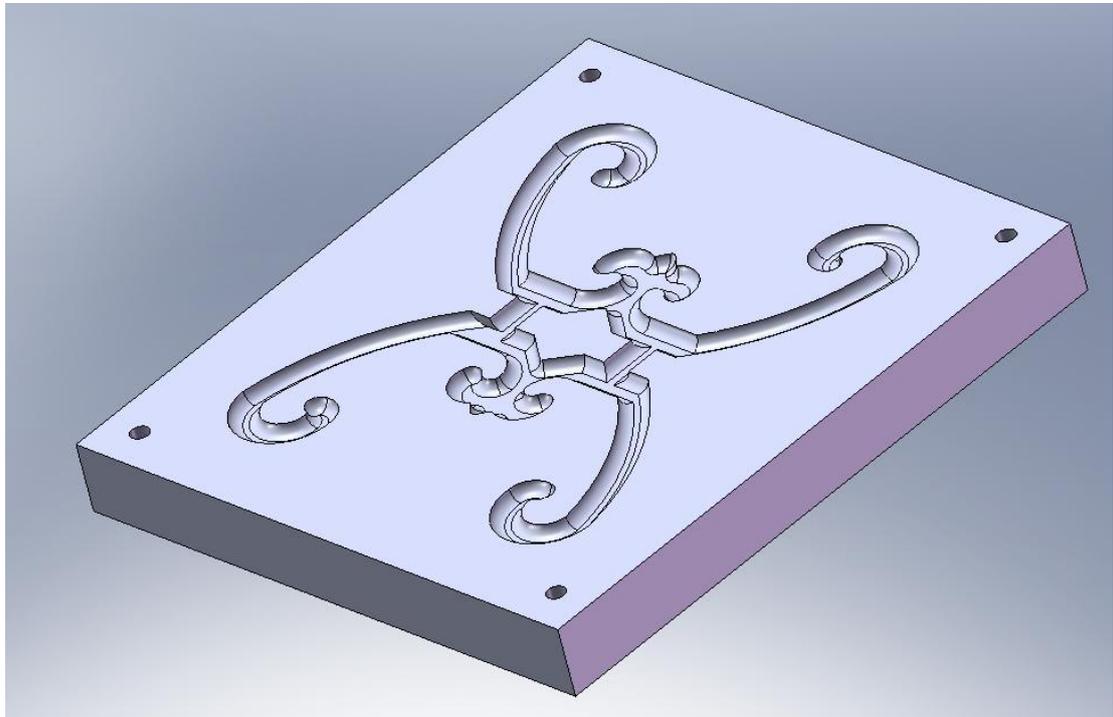


圖 3-9 上模板之模具 3D 圖

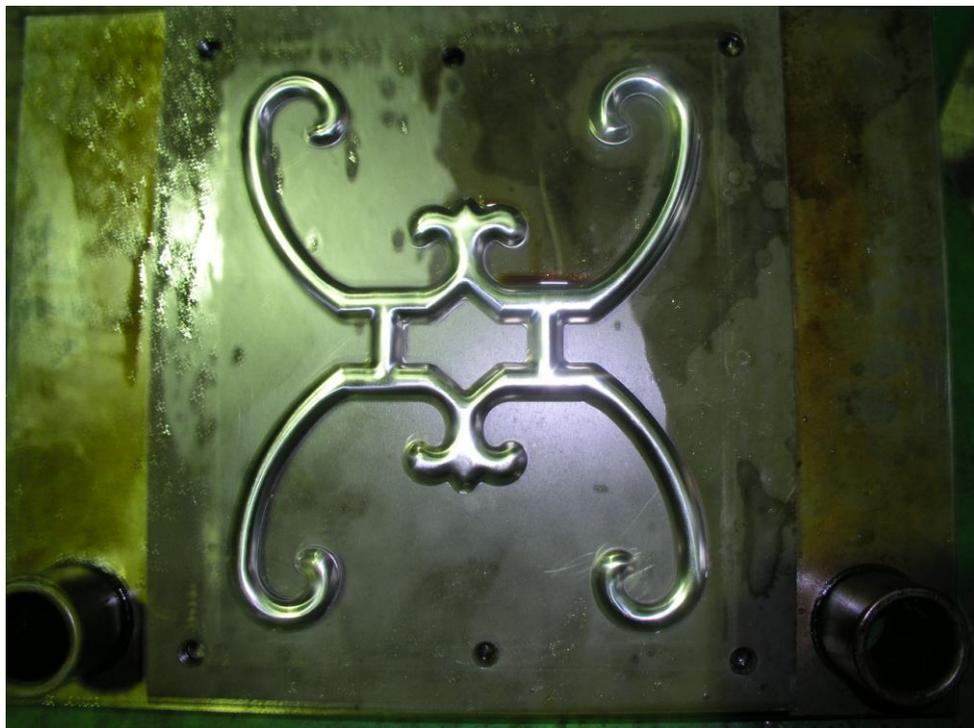


圖 3-9a 上模板之模具實體圖

1. 開啟檔案→ 轉換檔案格式→ SETP→ 讀取→ 刀具路徑→ 工作設定(邊界盒)→ 曲面加工(粗加工)→ 挖槽粗加工→ 所有的→ 曲面→ 回復選取(選取部份必要加工面)→ 執行程式(如圖 3-10a - 圖 3-10j 所表示)。

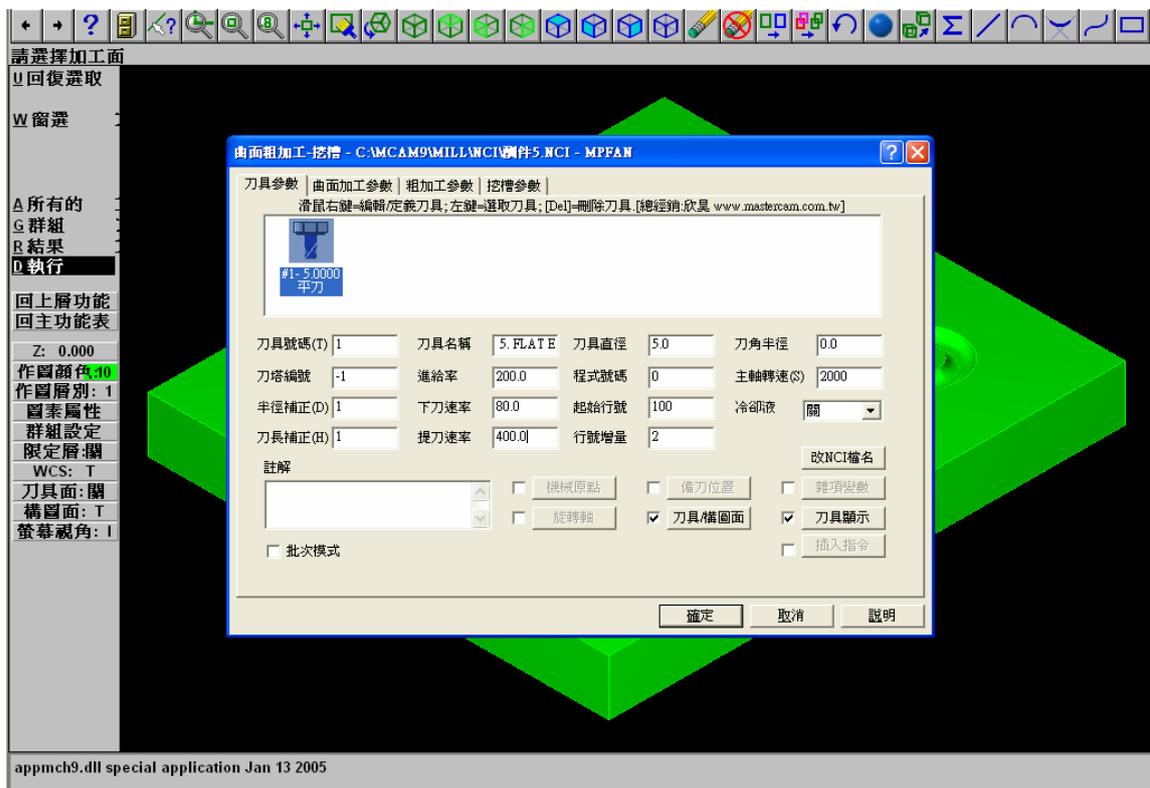


圖 3-10a 刀具參數設定

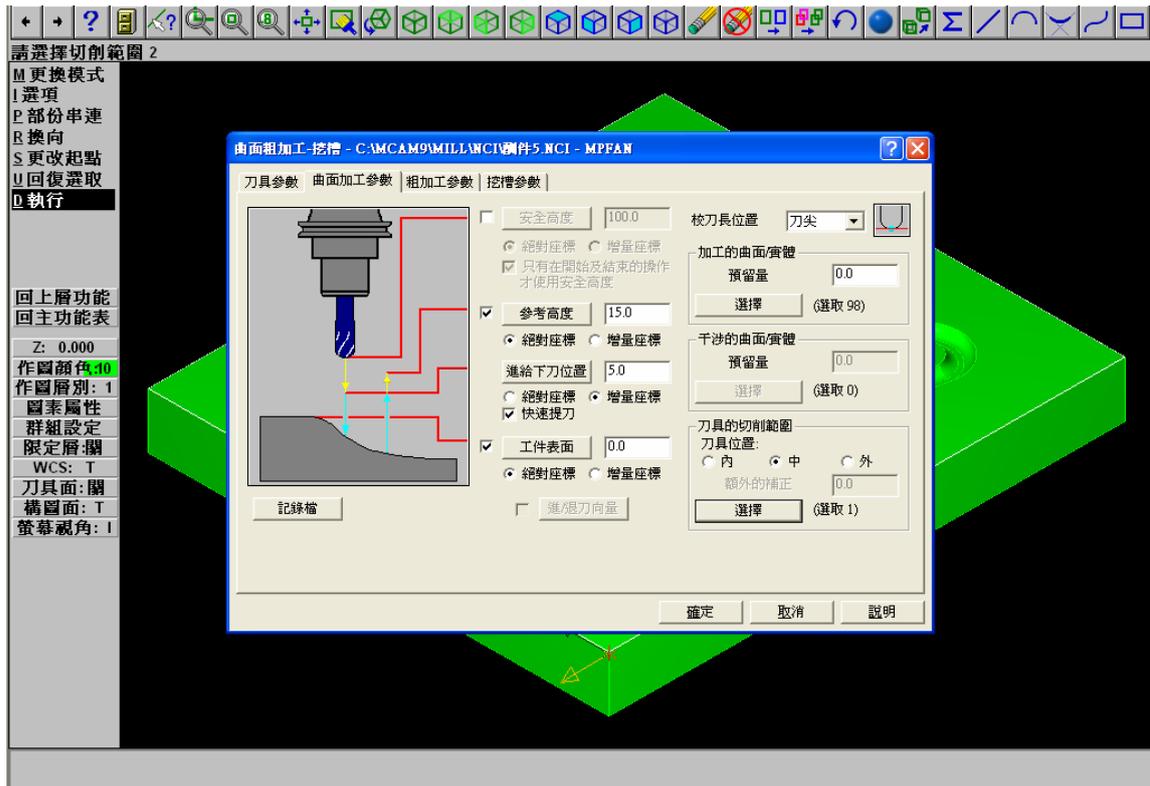


圖 3-10b 曲面加工參數設定

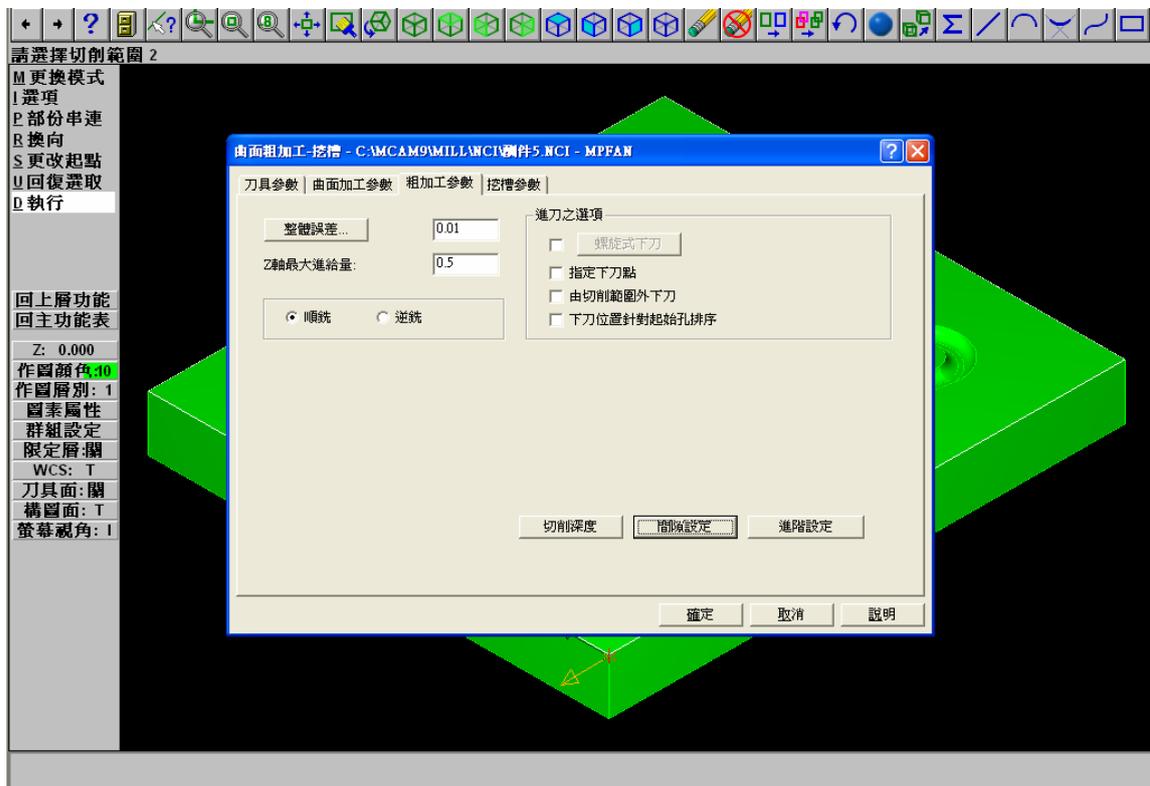


圖 3-10c 粗加工參數設定

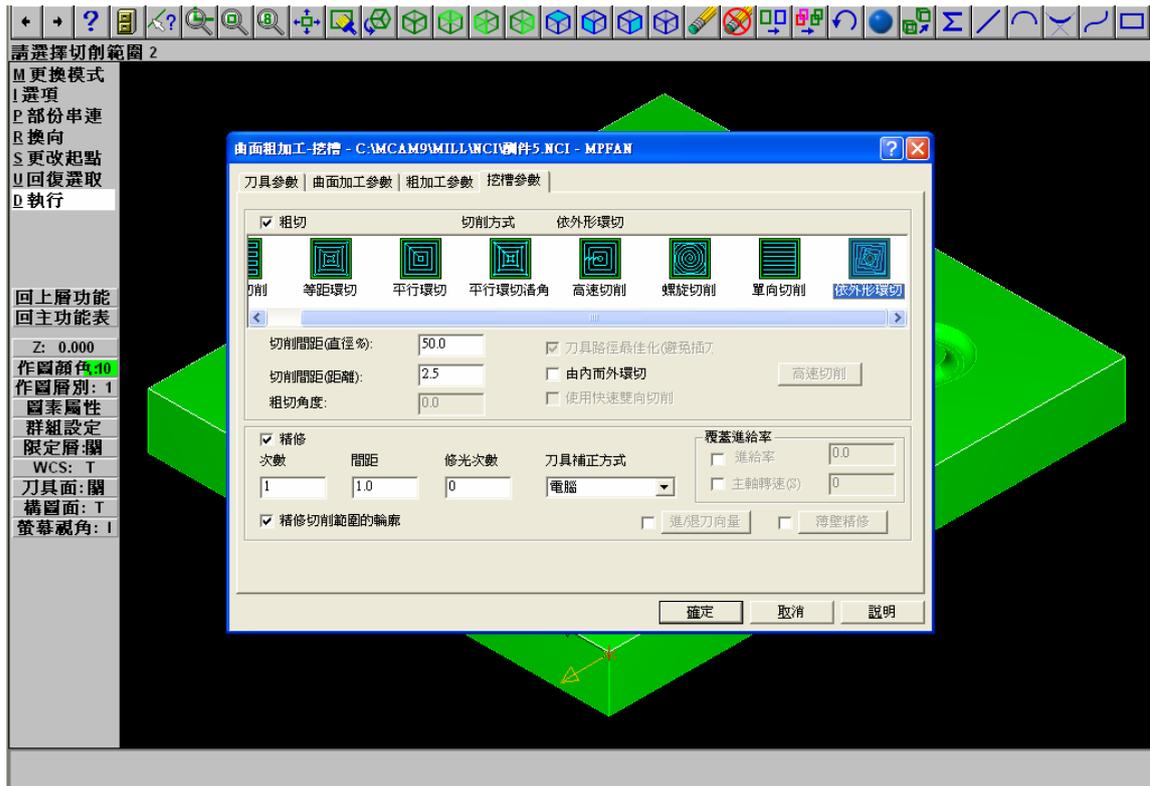


圖 3-10d 挖槽參數設定

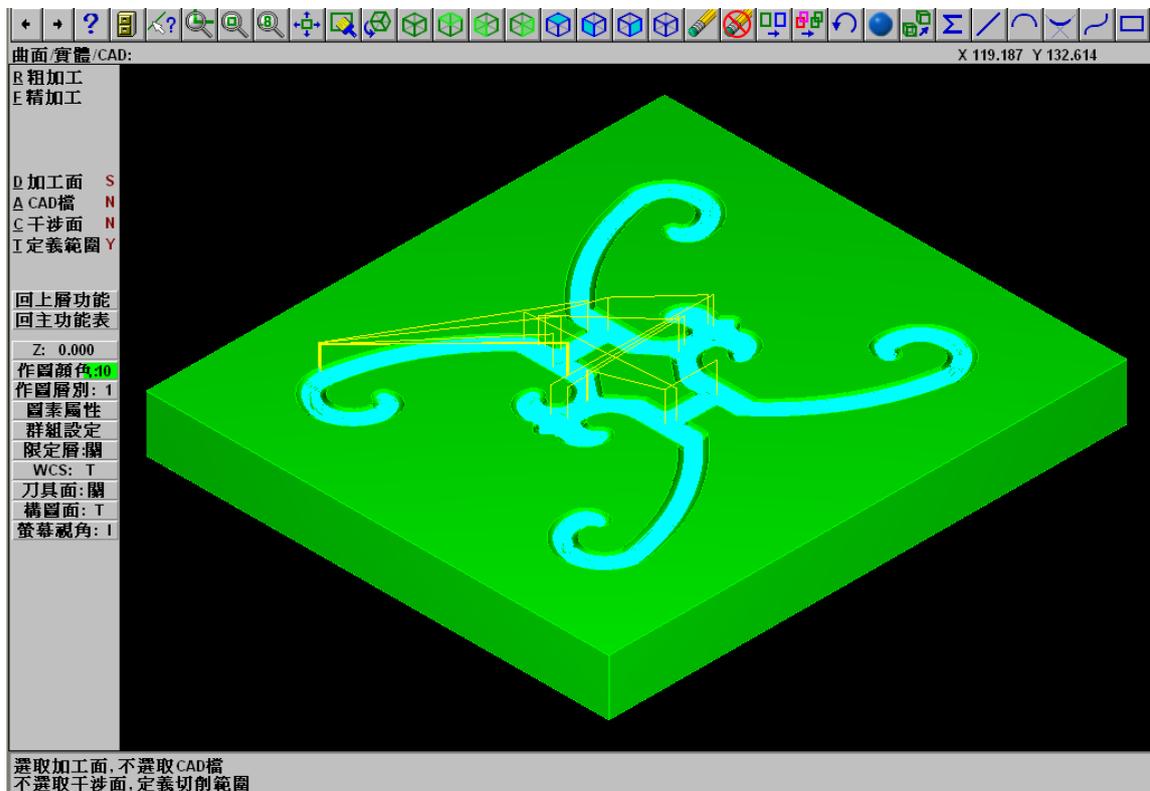


圖 3-10e 路徑模擬

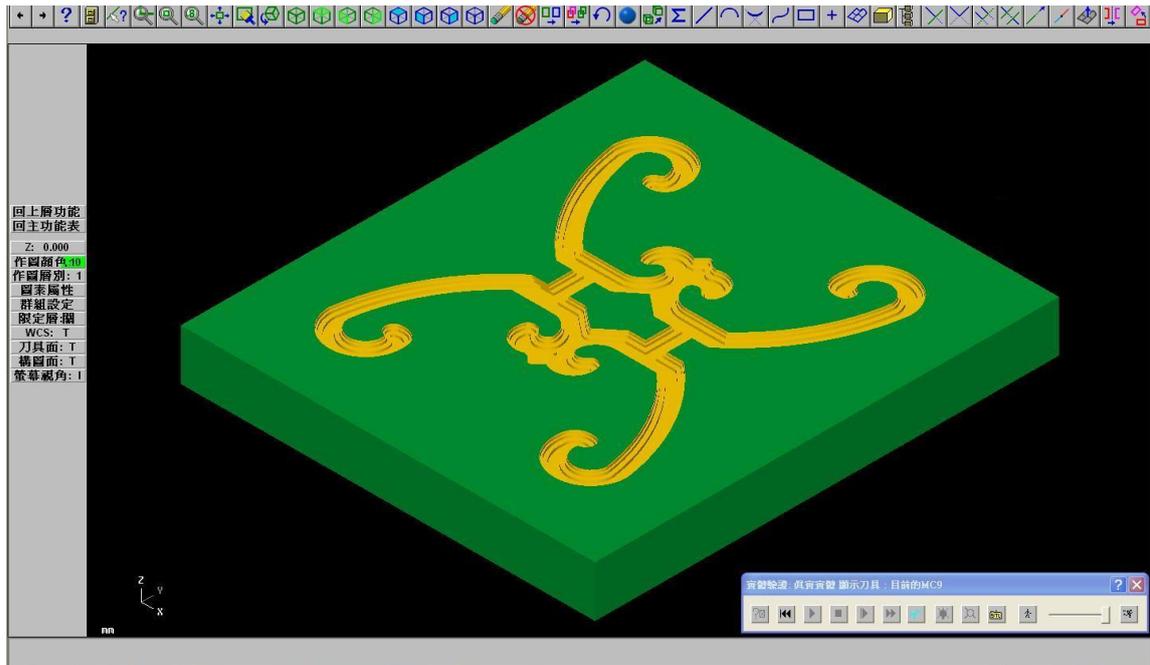


圖 3-10f 切削模擬試驗

2. 曲面加工→ 精加工→ 3D 等距加工→ 所有的→ 曲面選取。

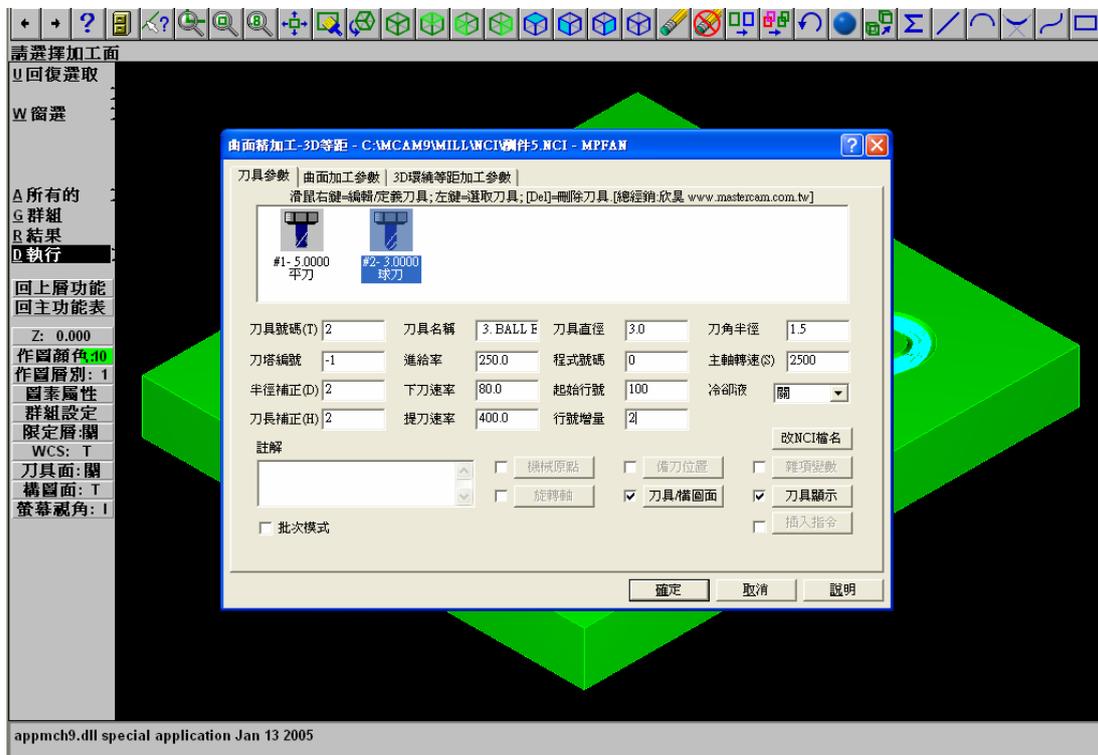


圖 3-10g 刀具參數設定

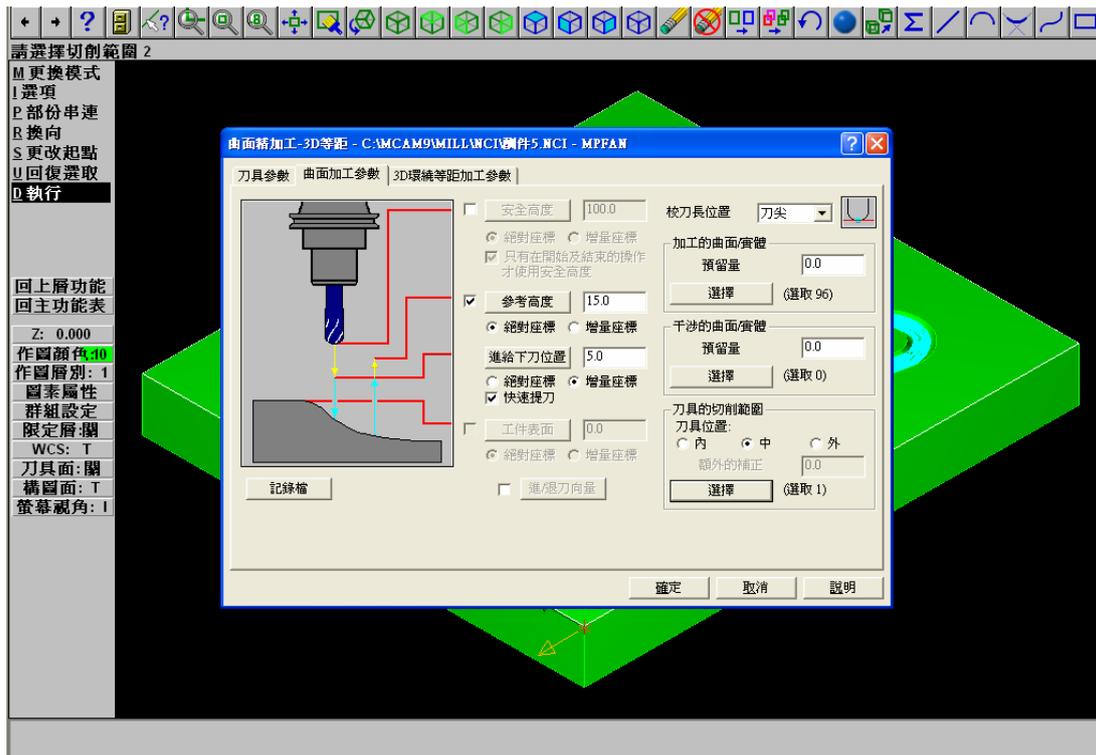


圖 3-10h 曲面加工參數設定

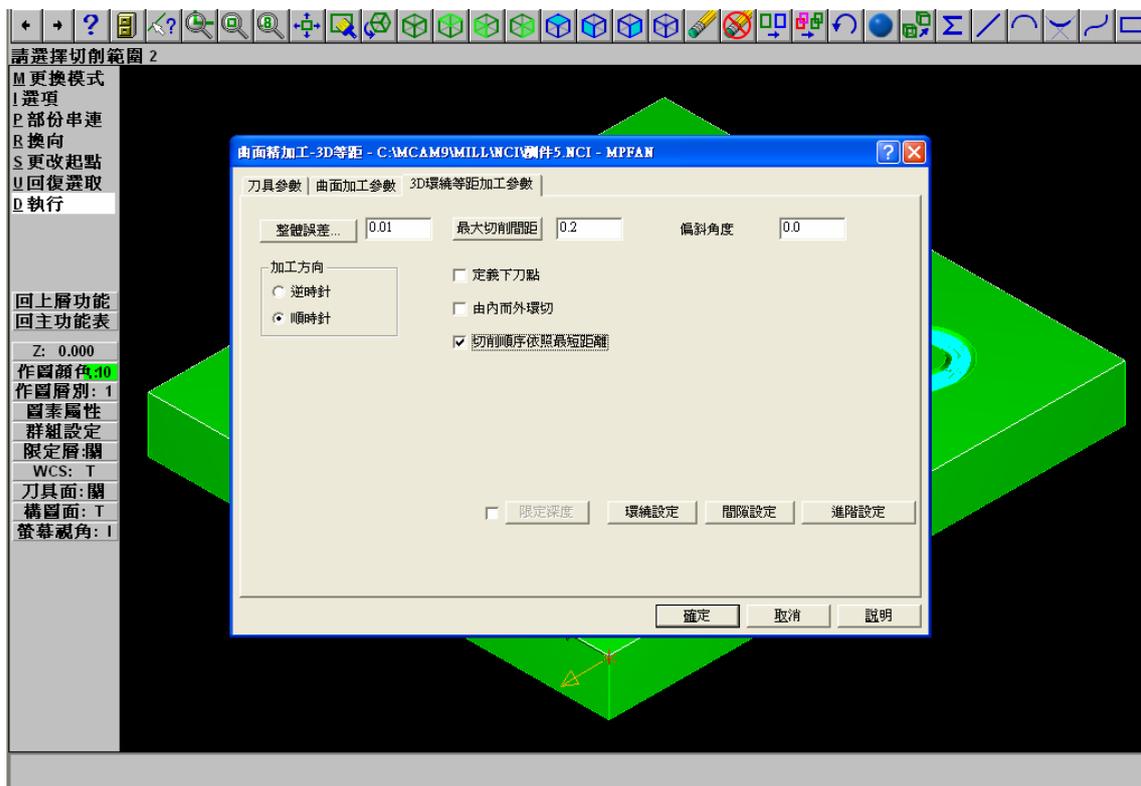


圖 3-10i 3D 環繞等距離加工參數設定

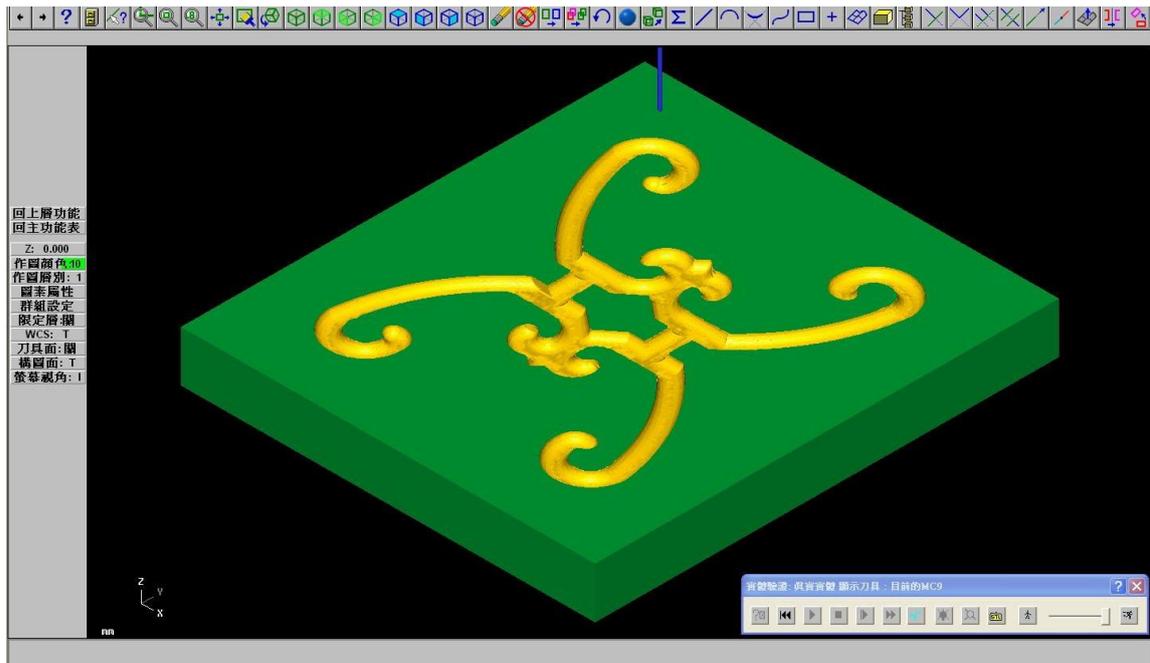


圖 3-10j 切削模擬完成

### 3-2 導引板

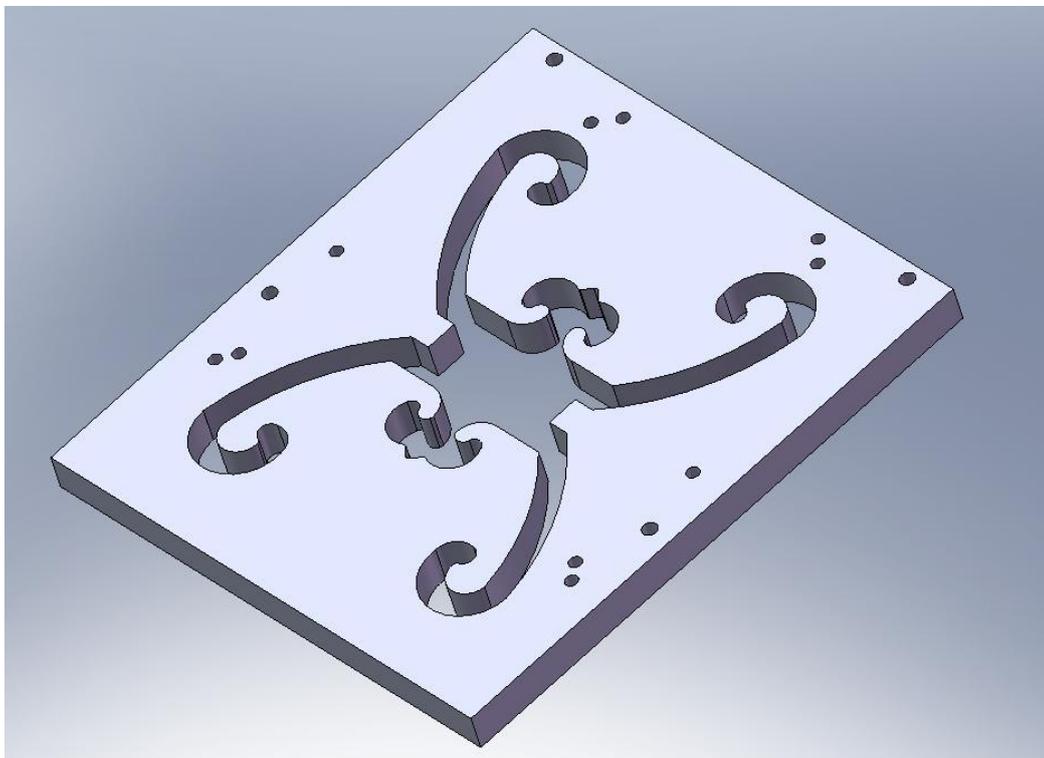


圖 3-11 導引板之模具 2D 圖

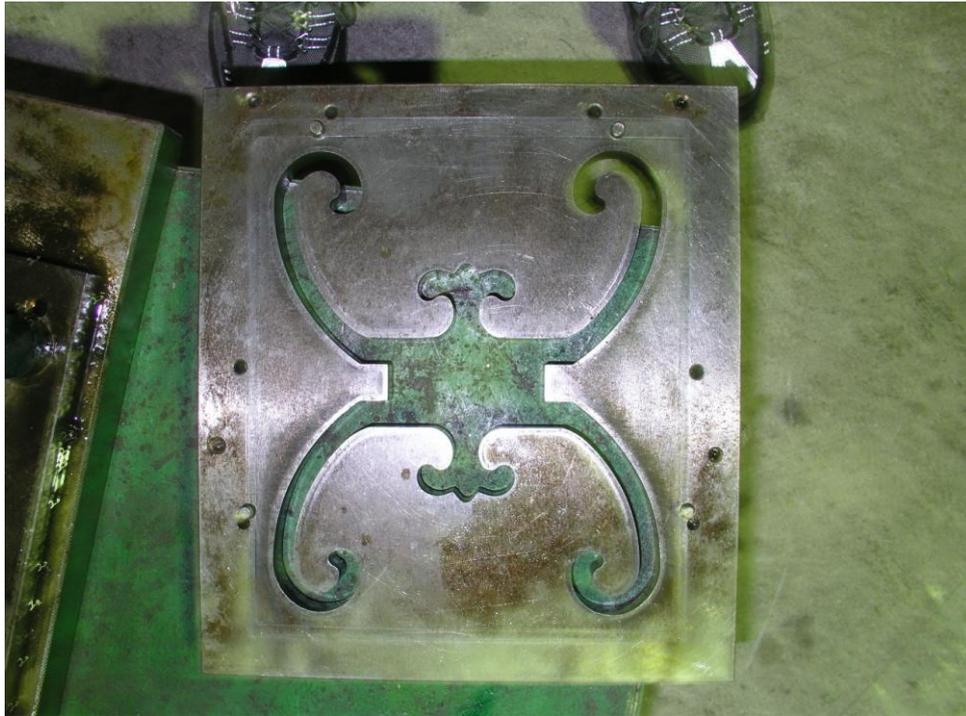


圖 3-11a 導引板之模具實體照

1. 開啟檔案→ 轉換檔案格式→ SETP→ 讀取→ 線切路徑→ 工作設定(邊界盒)→ 切割外型→ 區域→ 執行程式(如圖 3-12a - 圖 3-12c 所表示)。

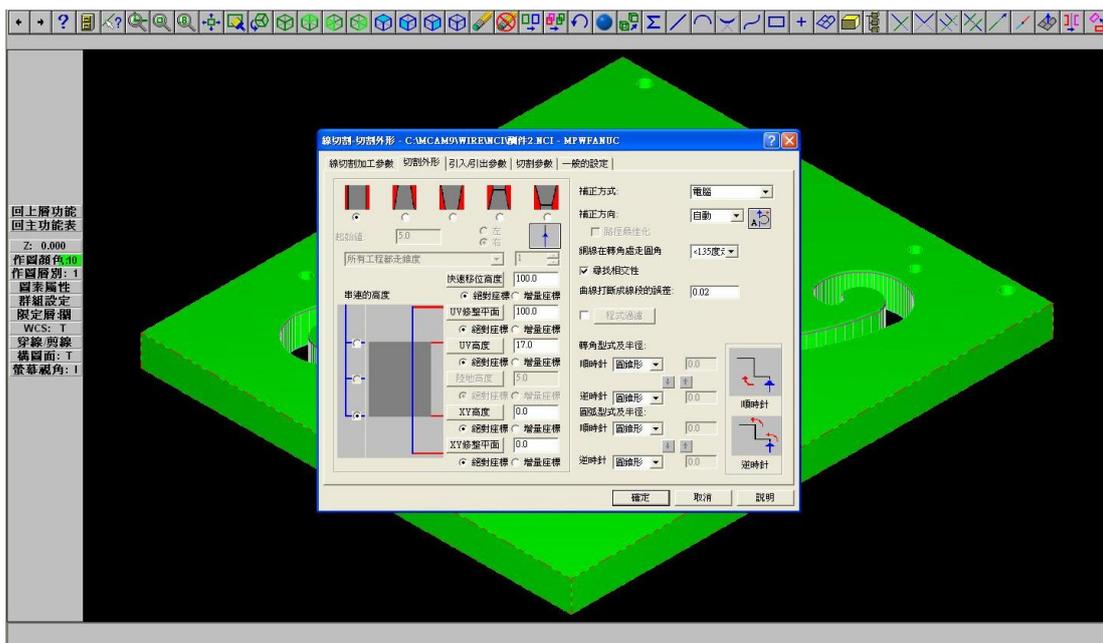


圖 3-12a 外形切削刀具設定

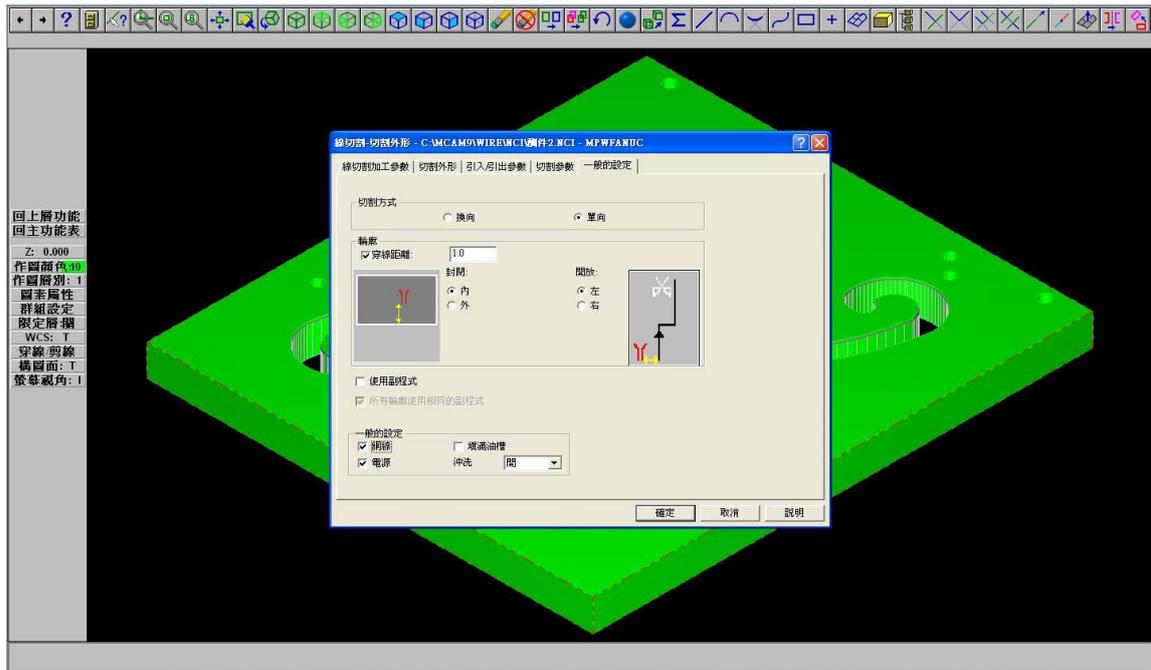


圖 3-12b 外形切削一般設定

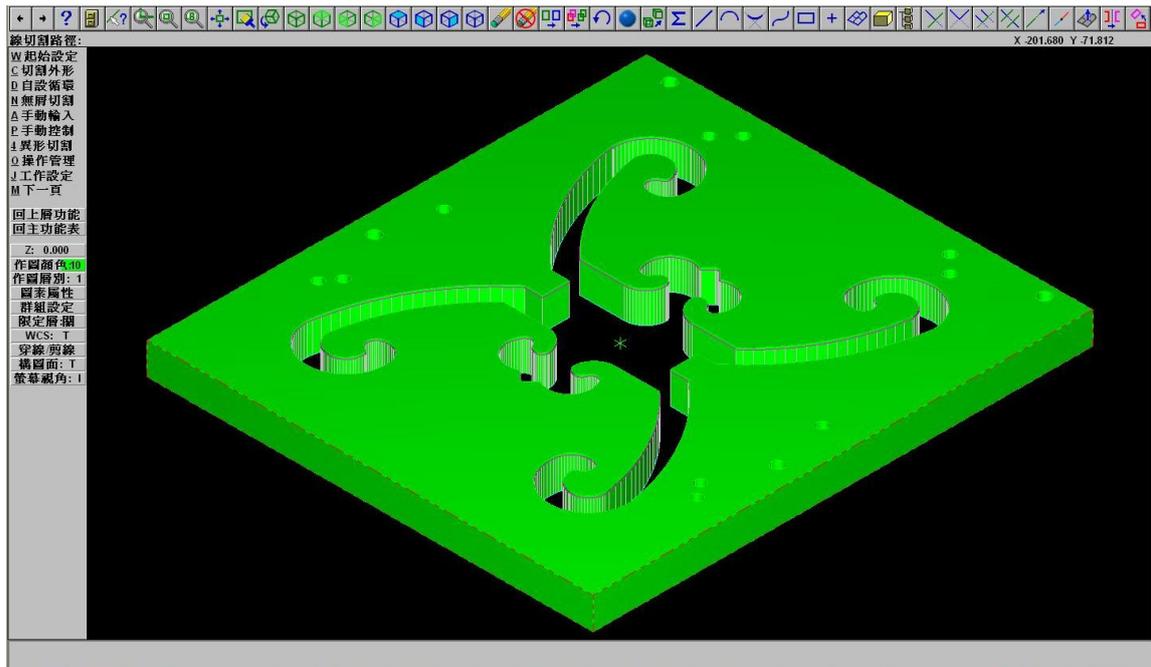


圖 3-12c 切削模擬完成

### 3-3 衝頭外形切削模擬

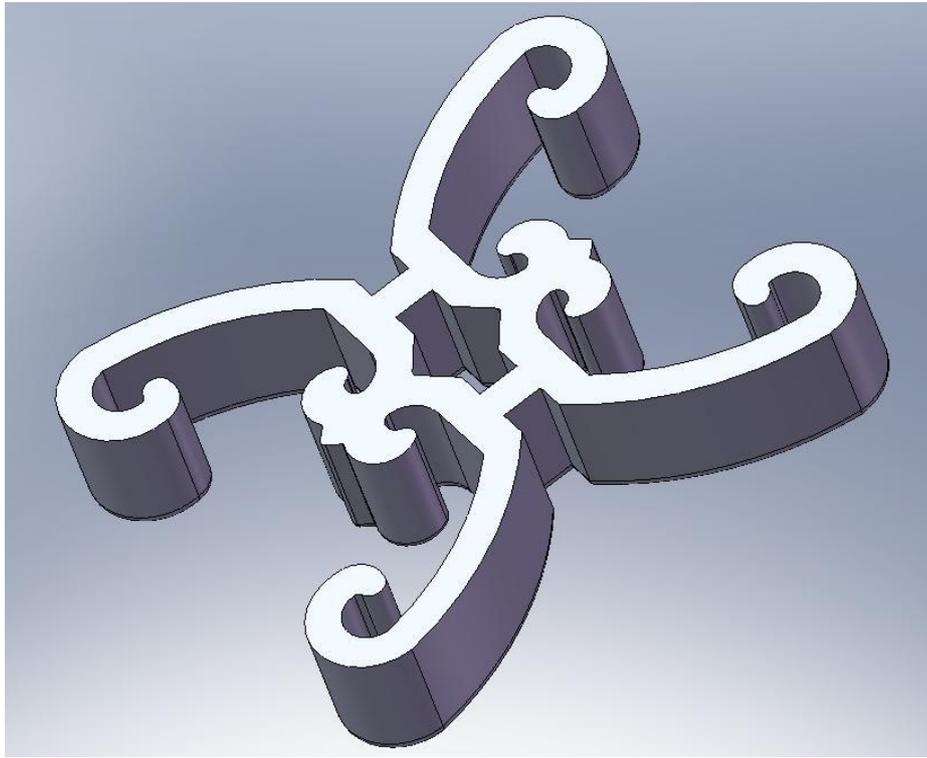


圖 3-13 衝頭外形之模具 3D 圖

1. 開啟檔案→ 轉換檔案格式→ SETP→ 讀取→ 線切路徑→ 工作設定(邊界盒)→ 切割外型→ 區域→ 執行程式(如圖 3-14a - 圖 3-14 c 所表示)。

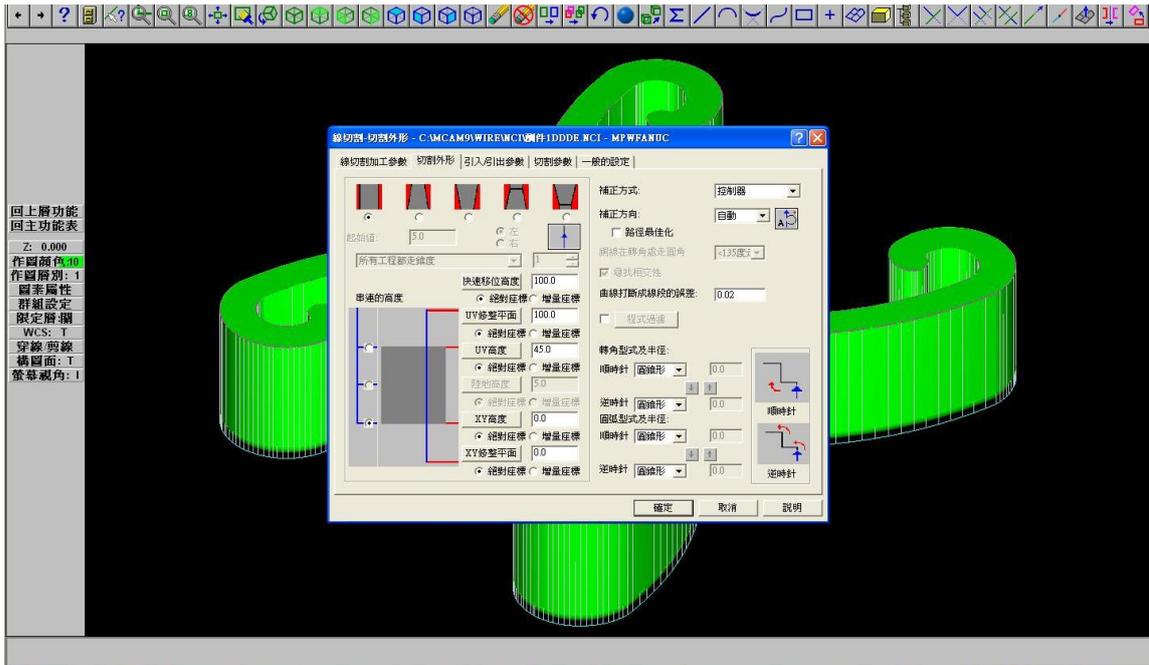


圖 3-14a 切削外形刀具設定

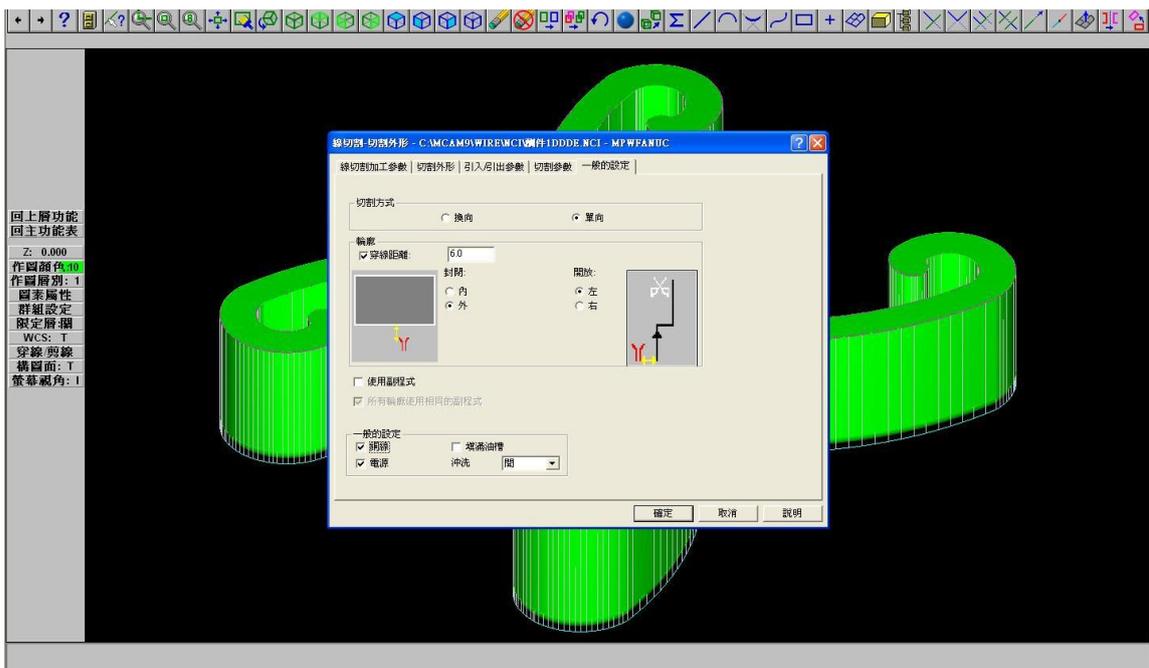


圖 3-14b 切削外形一般設定

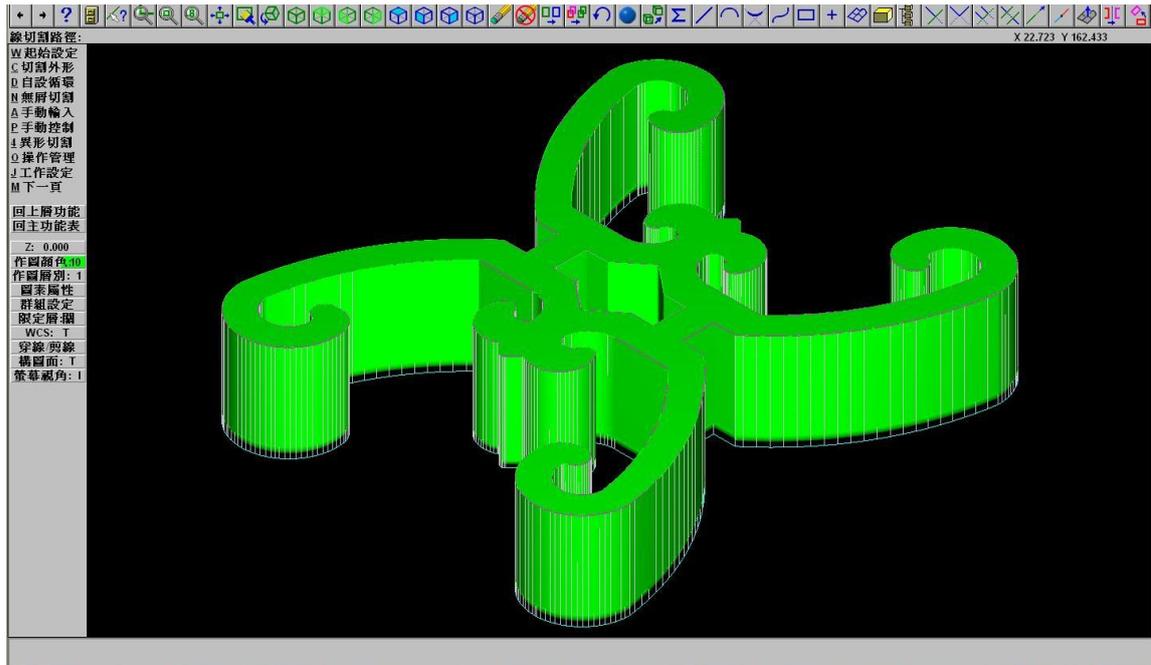


圖 3-14c 切削模擬試驗

2. 檔案→ 轉換檔案格式→ SETP→ 讀取→ 刀具路徑→ 外型  
 銑削→ 區域→ 執行程式(如圖 3-14 d - 圖 3-14 i 所表示)。

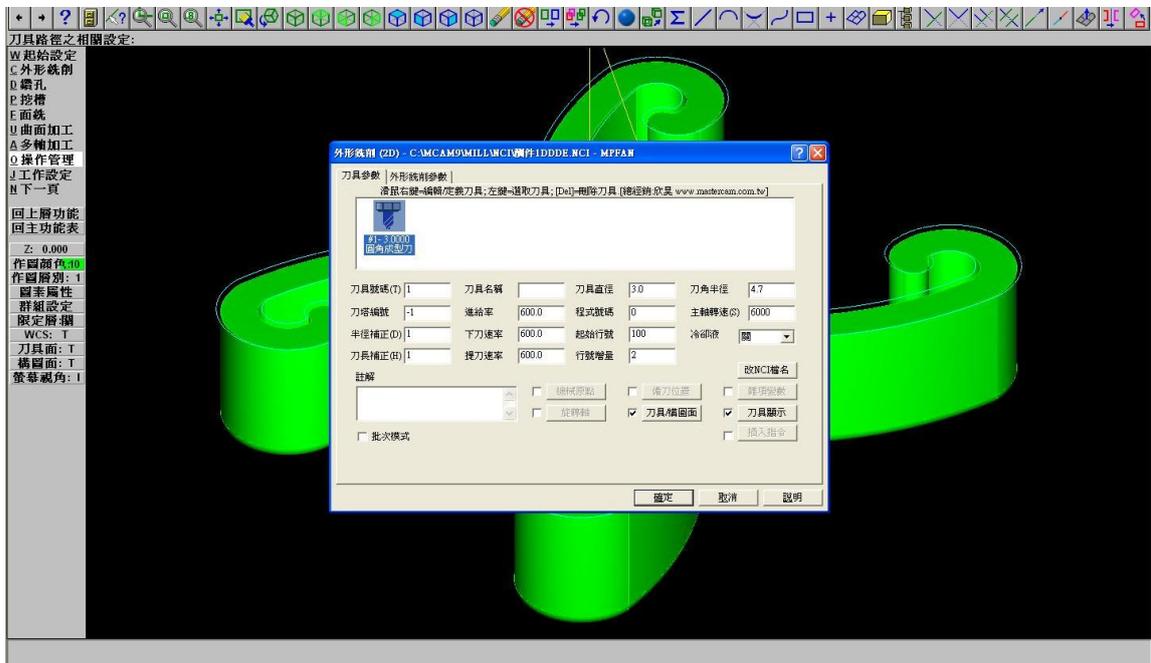


圖 3-14 d 刀具參數設定

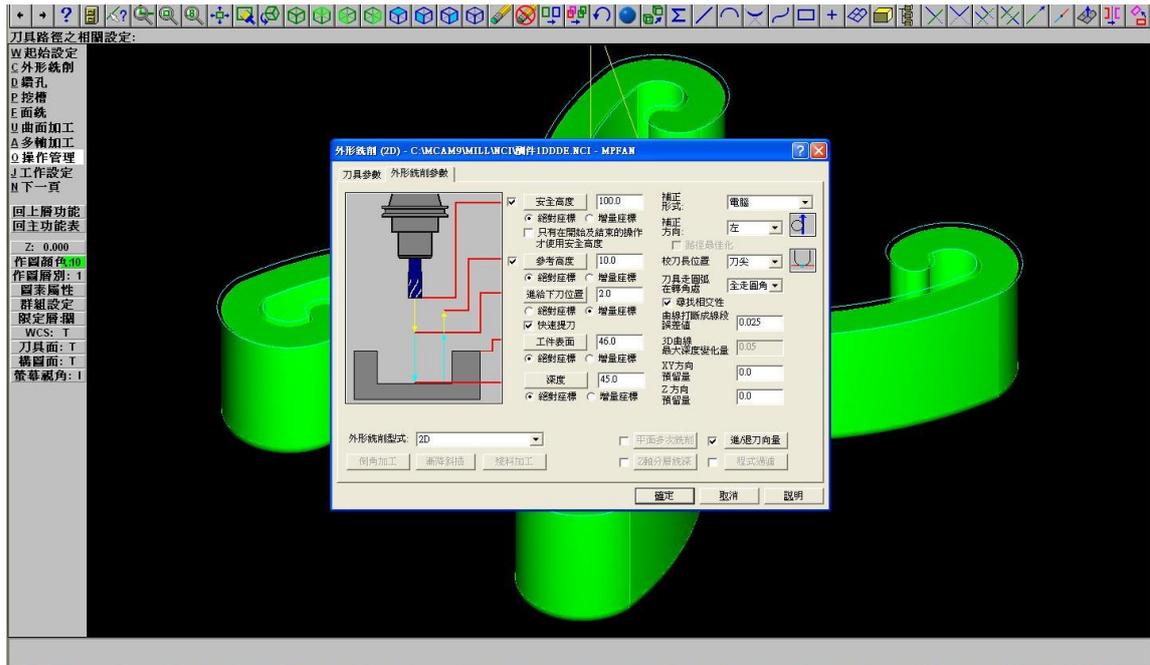


圖 3-14 e 外形銑削參數設定

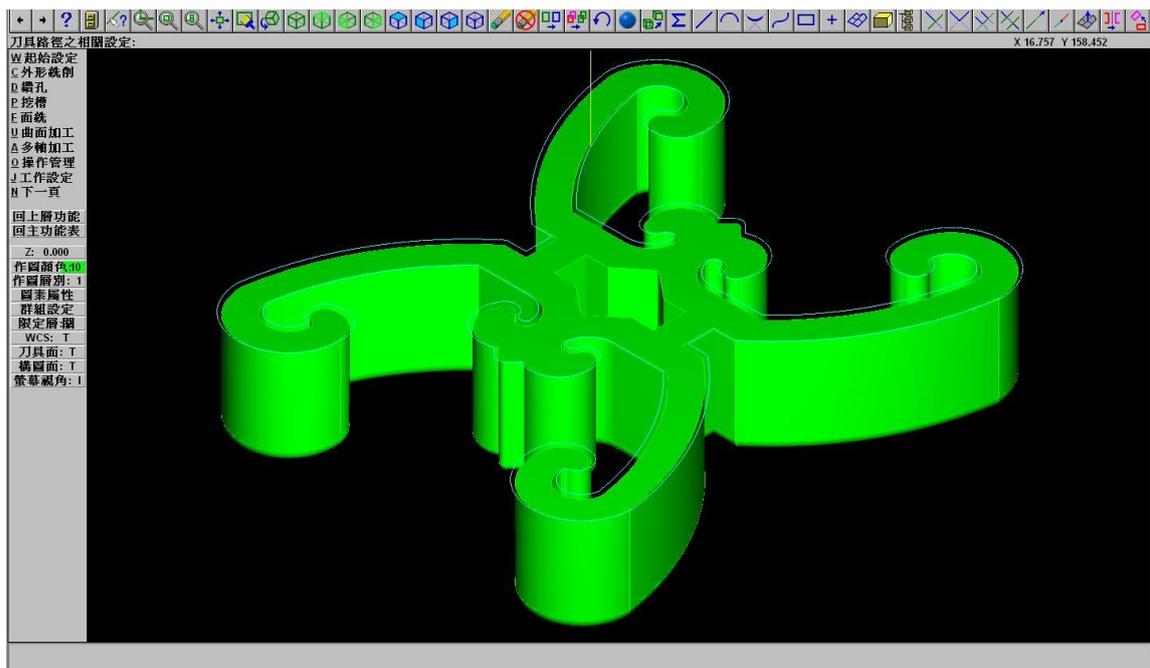


圖 3-14 f 路徑模擬

### 3. 刀具路徑→ 外型銑削→ 串聯→ 執行

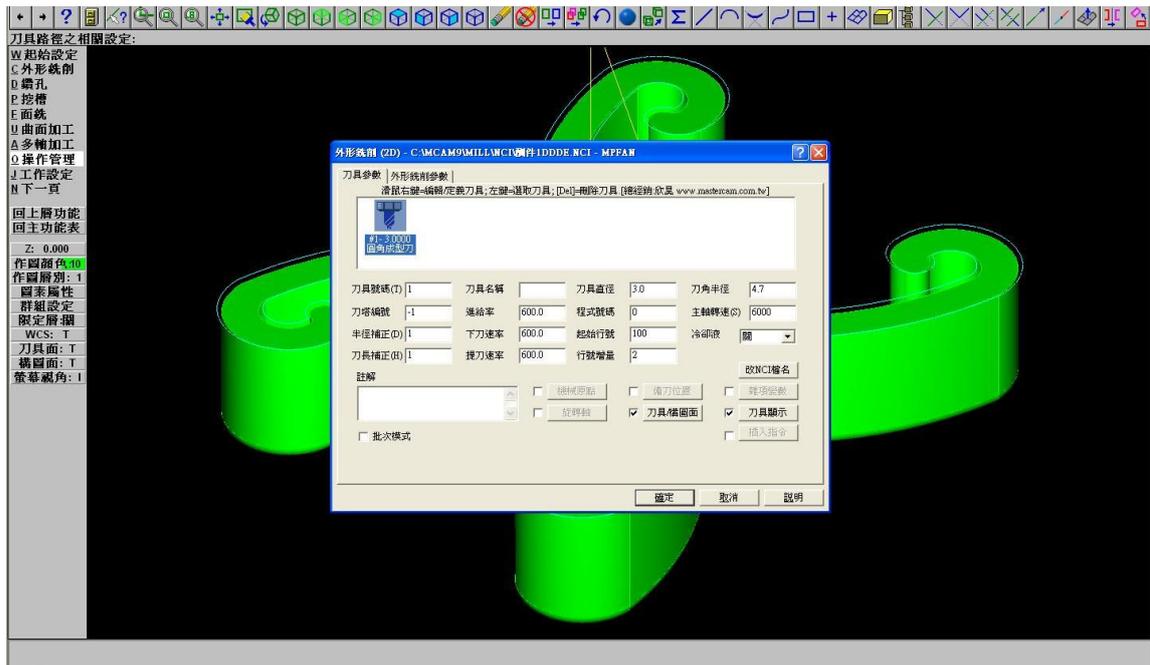


圖 3-14 g 刀具參數設定

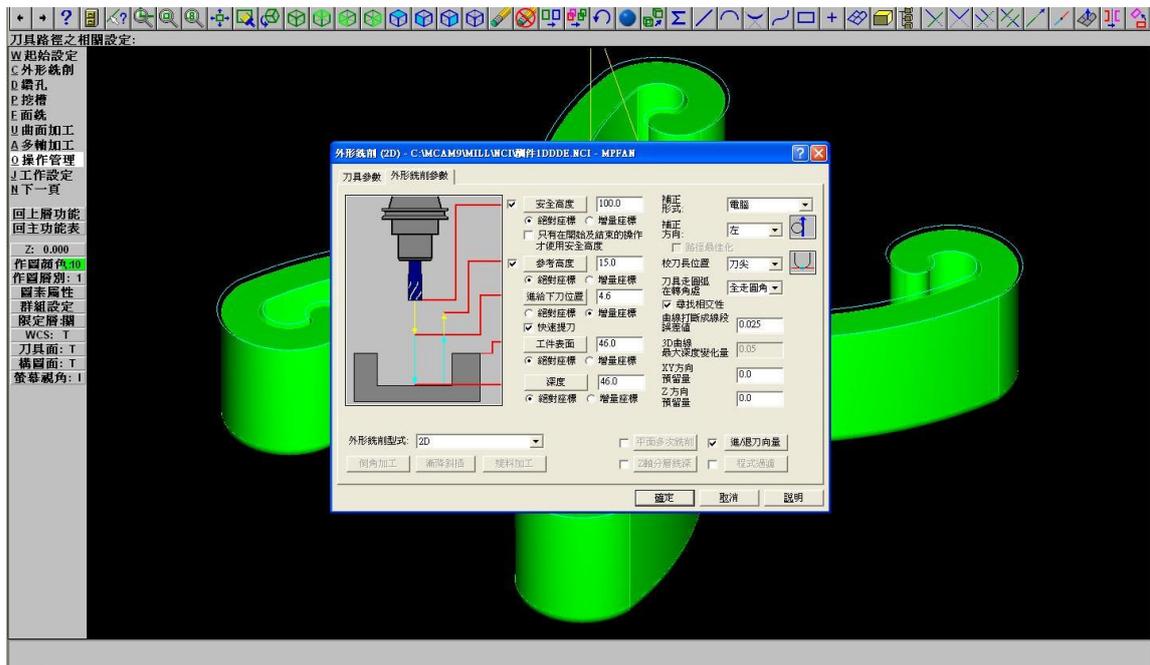


圖 3-14 h 外形銑削設定

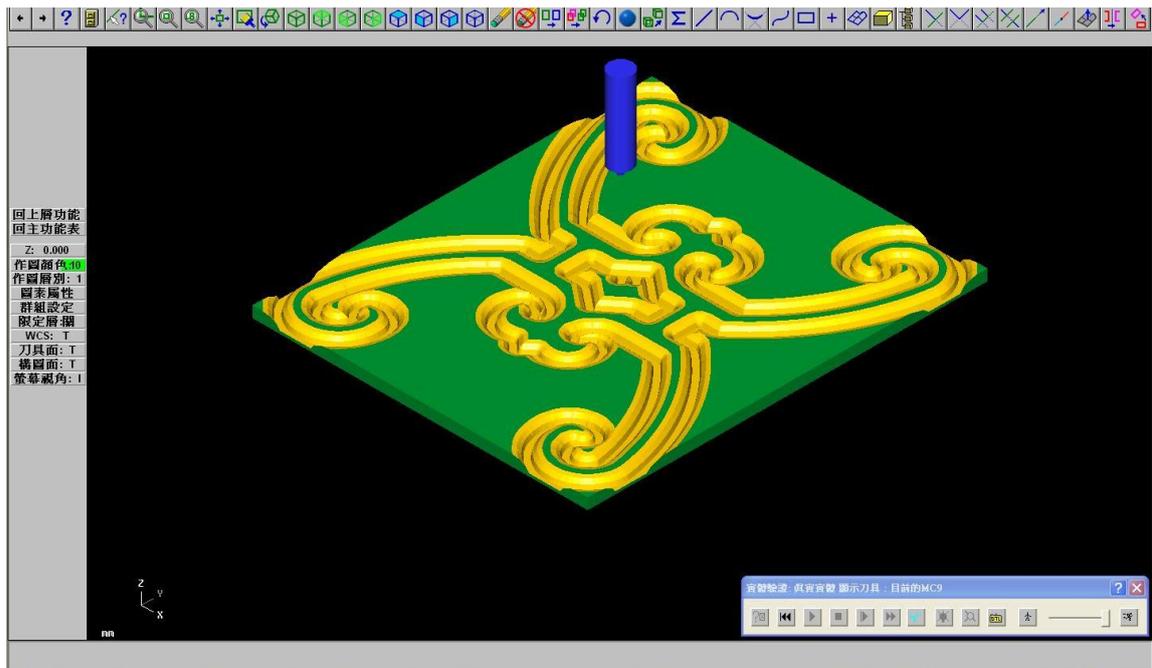


圖 3-14 i 切削模擬試驗完成

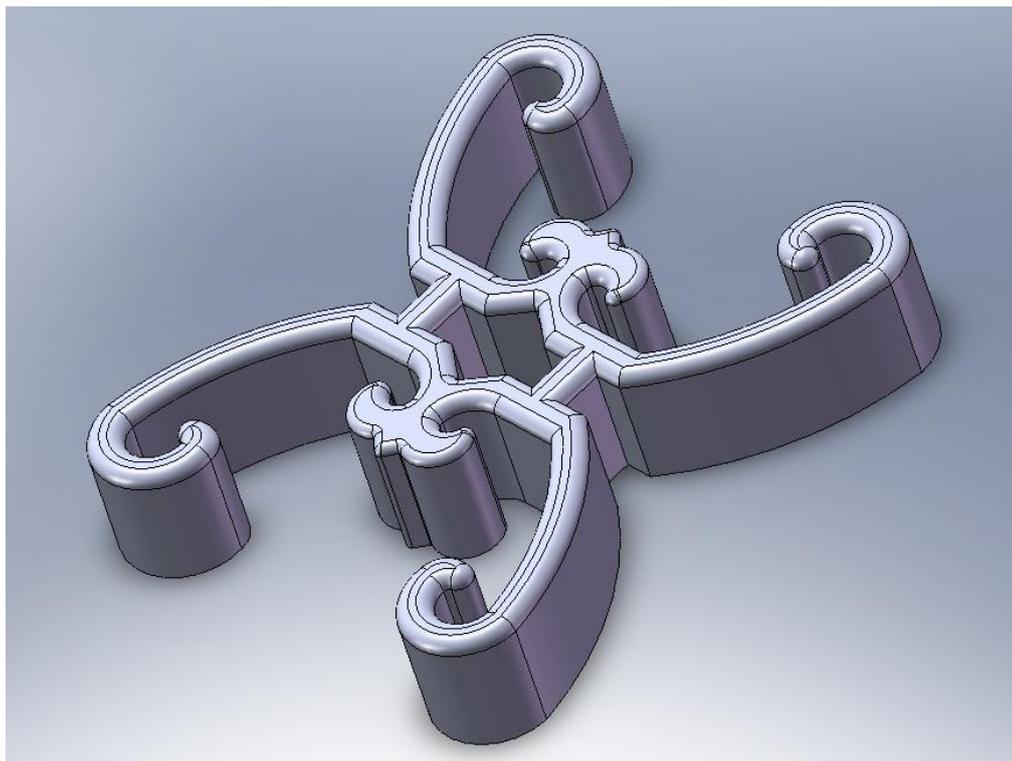


圖 3-15 衝頭完成之模具 3D 圖



圖 3-15a 衝頭外形之模具實體圖

### 3-4 衝頭固定板

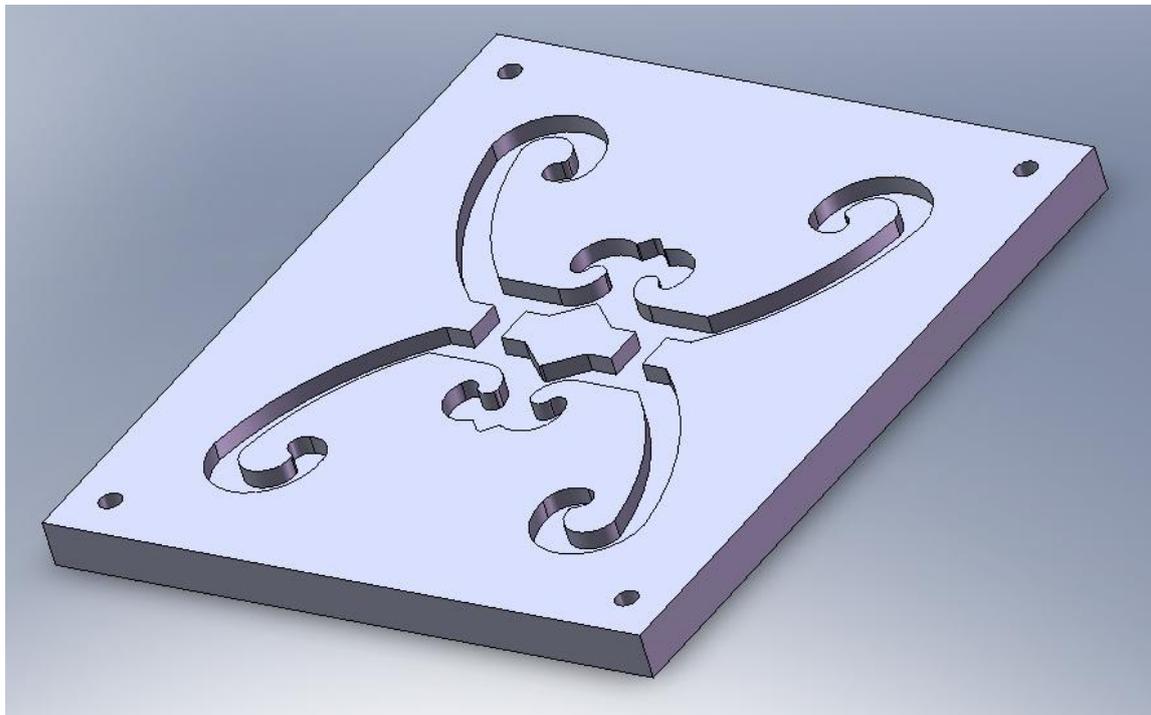


圖 3-16 衝頭固定板之模具 3D 圖



圖 3-16a 衝頭固定板之模具實體圖

1. 開啟檔案→ 轉換檔案格式→ SETP→ 讀取→ 刀具路徑→ 工作設定(邊界盒)→ 曲面加工(粗加工)→ 挖槽粗加工→ 所有的→ 曲面→ 回覆選取(選取部必加工面)→ 執行程式(圖 3-17a - 圖 3-17f 所表示)。

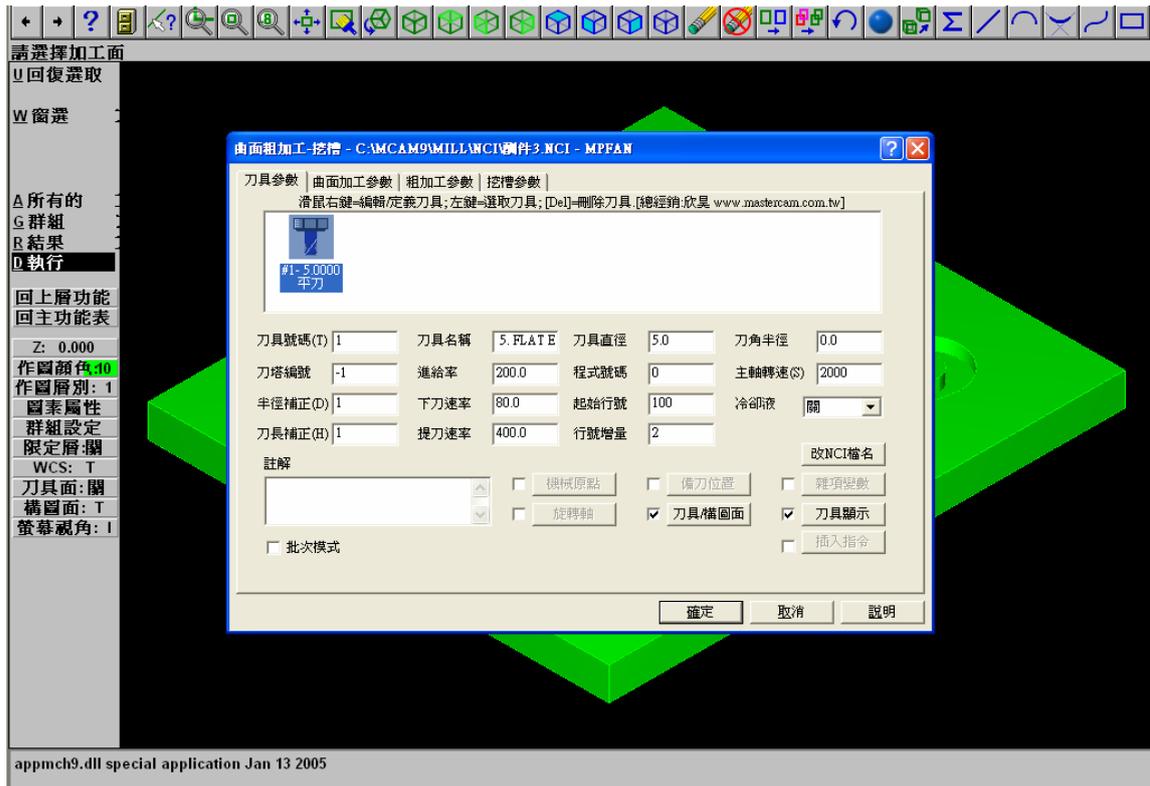


圖 3-17a 刀具參數設定

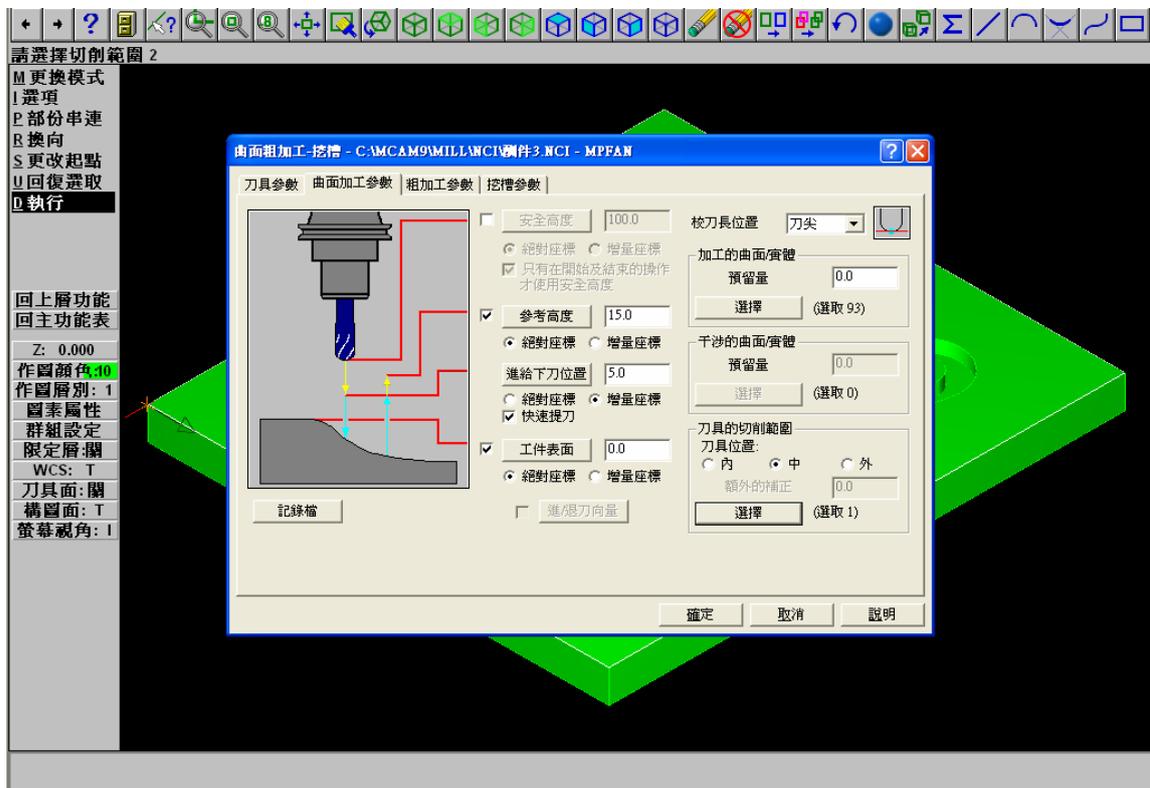


圖 3-17b 曲面加工參數設定

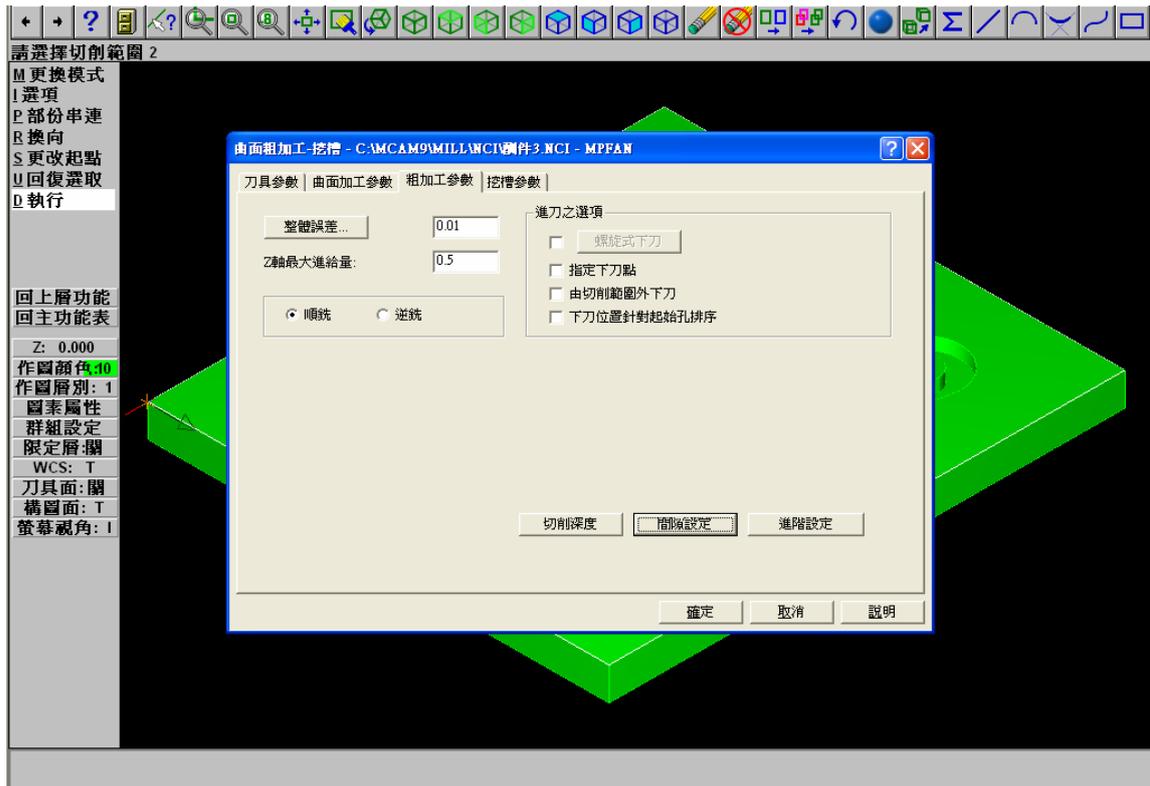


圖 3-17c 粗加工參數設定

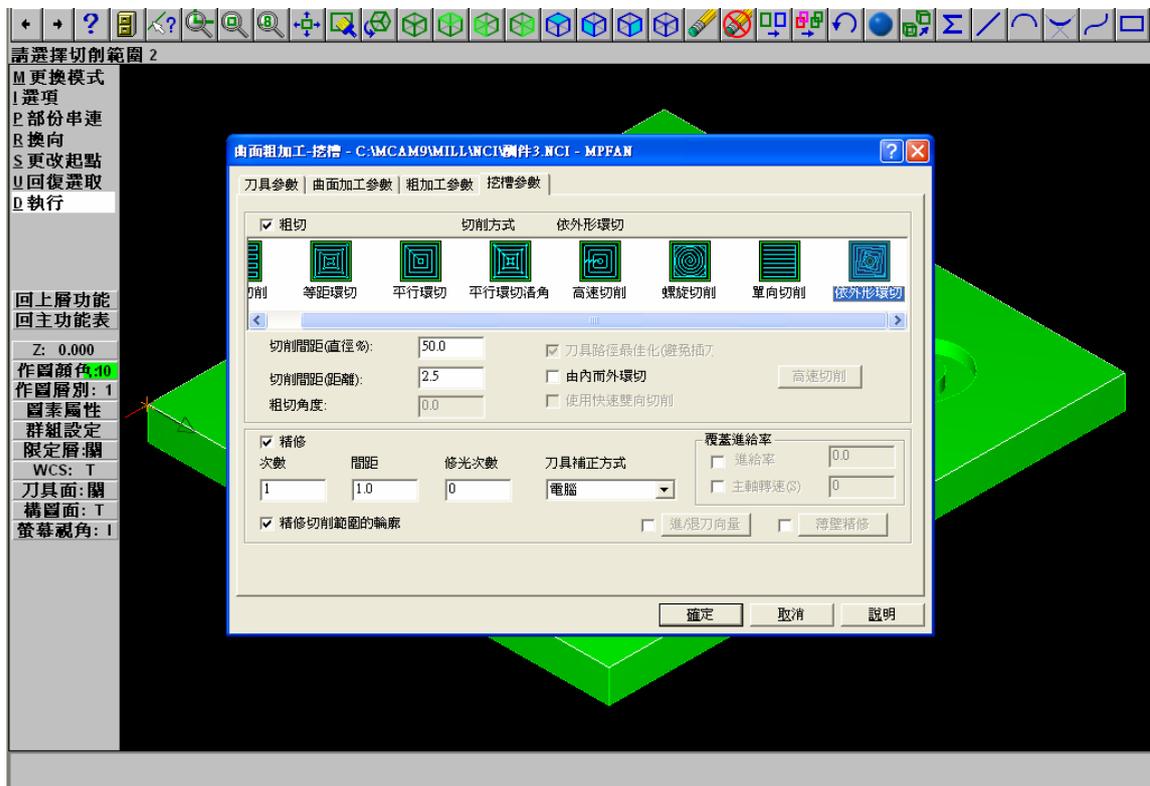


圖 3-17d 挖槽參數設定

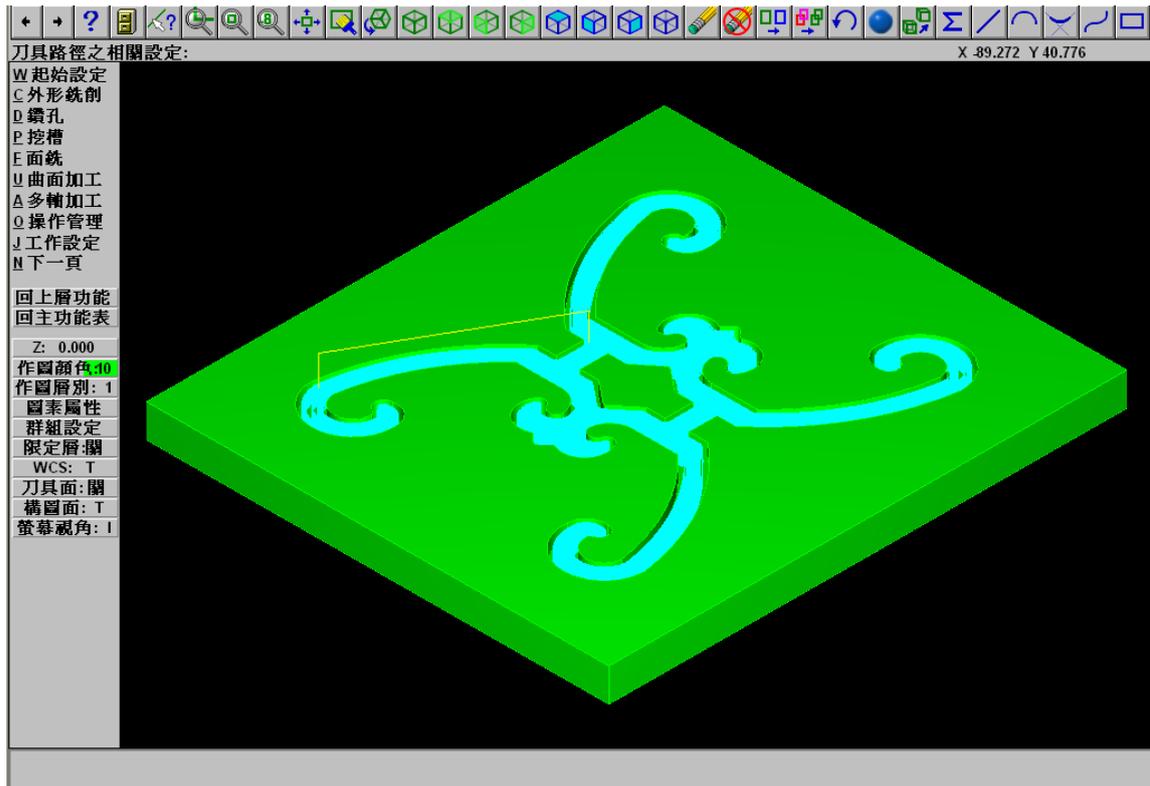


圖 3-17e 路徑模擬

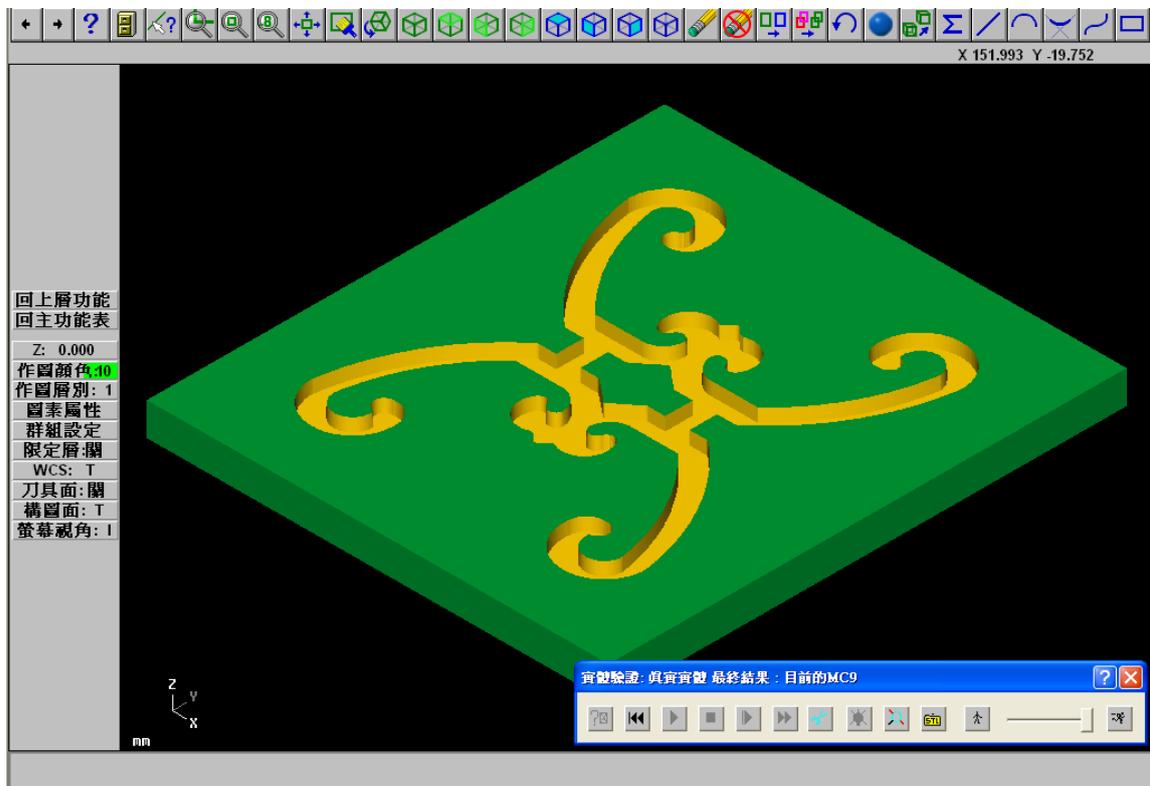


圖 3-17f 切削模擬完成

## 第四章 結論

本組專題為「花紋不銹鋼片」的模具設計過程，探討模具加工過程所遇到之阻礙與問題，深入了解模具加工之步驟，與更進一步了解加工之問題的解決方法。

繪製工作圖時，因工具機之規格，來考量模具設計的尺寸，還需考慮設定固定銷之位置，料片進退時，是否能順暢。

模擬加工時，材料的選擇會影響加工速率，甚至模具的壽命長短和成本支出，刀具的參數設定，包括下刀、提刀速率，都會影響表面粗糙度，尤其以主軸轉速影響最大。

經過模擬加工後，可準確性的達到最佳尺寸與規格，可減少大量加工製作的時間、人力資源、材料的消耗，進一步減少成本的消耗。

以工作經驗來說，衝壓模設計時，上下模需扣除料片厚度（如板厚 1mm，公模、母模尺寸須各扣除 0.5mm）；形狀切斷的時候公模、母模的間隙需料片厚度的百分之一（如板厚 1mm，間隙需要 0.01mm）；切斷料片的間隙，需料片厚度的百分之一，在校模時，需完全衝壓合模才能準確成形。

## 致謝

在經過這一年以來的學習，從無到有的知識與技術實習，終於讓本組的專題完成，在此感謝蔡登茂老師、周志忠老師、江明宗老師及張敏老師的指導教學，教導了各種衝壓模具的知識、設計、技術、經驗及方法，使我們對衝壓模具有深入的了解，也幫助我們解決在這段時間所遇到難題，同時也感謝提供材料、設備之金元信藝術雕花公司之協助諮詢、製作的老闆與工作人員們，非常感謝你們的幫助。

## 參考文獻

1. 高木六：模具製造技術，復漢出版社
2. 吳俊煌：衝床與衝模設計，復文書局，民國 88 年
3. 施議訓、邱士哲：模具學，全華科技圖書，民國 95 年
4. 山口文雄：連續衝壓模具設計之基礎與應用，全華科技圖書，民國 92 年
5. 顏凱堂：模具基礎實習，全華科技圖書，民國 92 年
6. 邱來發、王總守、陳德禎：模具製作之基礎知識，全華科技圖書，民國 88 年
7. 高道鋼：銑床加工技術，全華科技圖書，民國 88 年

## 附錄

### 1. 線切割放電加工 NC 程式碼

O0100

N100 G0 G21 G90

N102 G92 X38.2844 Y98.8394 I45. J0.

N104 G0 X38.2844 Y98.8394

N106 M60

N108 M83

N110 M81

N112 S101 D1

N114 G41 G1 X44.2844

N116 Y113.8394

N118 X34.2844

⋮

N1936 X67.1886 Y98.7208

N1938 X66.656 Y98.0615

N1940 M50

N1942 M30

(詳細 NC 程式碼，請參閱光碟內容。)

## 2. 銑床 NC 程式碼

G21

G0 G17 G40 G49 G80 G90

T1 M6

G0 G90 G54 X-109.487 Y-122.873 A0. S6000 M3

G43 H1 Z50.

Z37.815

G1 Z30.815 F600.

G2 X-106.978 Y-121.907 R1.48

G1 X-106.967 Y-121.918

G2 X-109.021 Y-124.094 R1.496

⋮

Y99.595

G0 Z50.

M5

G91 G28 Z0.

G28 X0. Y0. A0.

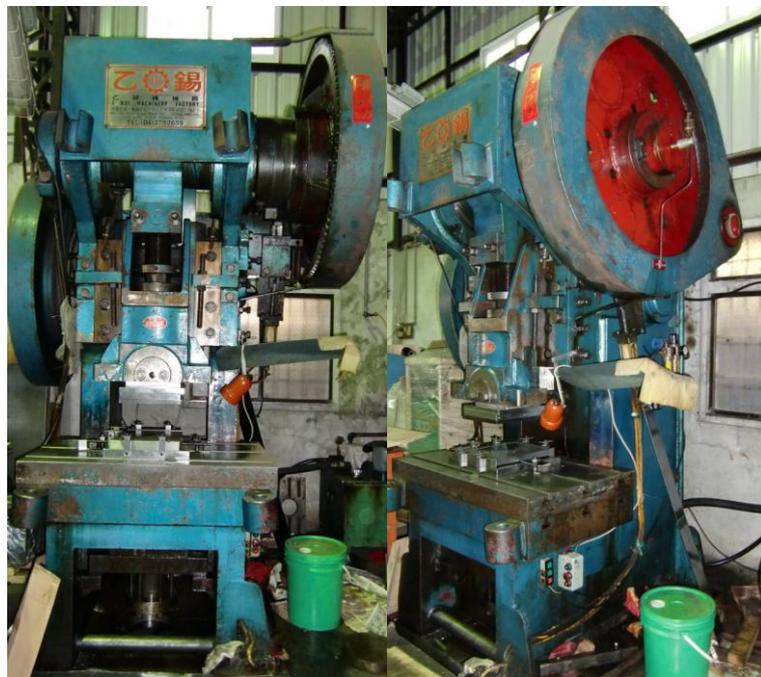
M30

(詳細 NC 程式碼，請參閱光碟內容。)

### 3. 工具機照片



照片一「60 噸衝床」



照片二「100 噸衝床」



照片三「傳統銑床」

#### 4. 模具照片



照片五「模具分解」