



逢甲大學學生報告 ePaper

塑膠杯墊之設計與製造：模具加工

Design and Manufacturing of Plastic Coaster : Injection Mold Manufacturing

作者：劉冠瑜、謝采誼、汪子宸、王祐宸、魏啟俊

系級：精密模具設計與製造 三

學號：D0347901、D0348062、D0385652、D0385679、D0495526

開課老師：陳建羽

課程名稱：精密模具設計與製造

開課系所：精密系統設計學士學位學程

開課學年：105 學年度 第 2 學期



中文摘要

射出成型發展至今已有數十年歷史，它不僅經常用於生產日常生活塑膠用品、運動用品與 3C 產品以外，許多高精度光學鏡頭及生醫用品更以射出成型方式進行生產。有鑒於台灣模具從業人才斷層，模具技術人才不易養成，因此精密模具設計與製造採取一學年方式，以 CDIO 教學方法使學生經歷動手作，作中學，學中覺之學習經驗，以深化學習效果，因此精密模具設計與製造相較於其它工程學理課程是門兼具理論及實務性課程。本門課程首先設定產品製作主題，隨後由學員自行進行產品設計、模具設計、模具拆模、模具加工、模具組裝、模具試模、射出量產、產品檢測、產品組裝等，因此學員完整經歷 CDIO 流程。在課程進行中，模具設計方面必須使用相關工程設計軟體以進行產品及模具設計，模具加工方面必須使用銑床、磨床、CNC 切削加工機、放電加工機、線切割機等等，在射出成型方面必須使用射出成型機進行產品量產。由課程成果可以顯示，學員在課程中可以學習到許多與目前模具工廠及射出成型產線實際流程，並將自行設計產品完成設計及生產，故本門課程可讓學員深化相關所學習之模具學理知識及增加實務操作經驗。

關鍵字：CDIO、模具設計與製造、射出成型

Abstract

Injection molding technology has been developed for decades. It is used to manufacture not only daily necessities, but also several consumer products. In addition, there are many optical lens fabricated by injection molding. Due to the talent fault and be difficult to train in mold industry, a course named precision mold design and manufacturing was delivered for one year. A CDIO (Conceive, Design, Implement and Operate) educational method was adopted to implement the practical course in order to enhance the learning effectiveness. Hence the course combines both theoretical and practical course compared to other theoretical course. At the beginning of the course, we need to define the subject and then sketch the outline of product. Subsequently, we proceed to product design, mold design, mold manufacturing, mold fabrication, mold testing, product manufacturing by injection molding, quality assurance of product and product fabrication in sequence by self, and this process is entirely followed CDIO. In class, we need to use CAD to design product and injection mold. In tooling, there are many machines that we use to fabricate injection mold, including milling machine, grinder, machining center, EDM and WEDM. In injection molding process, we use injection molding machine to manufacture product. In the achievements of the course, students can learn a lot of knowledge about tooling and plastic product manufacturing in current mold factory and the actual process of injection molding production line.

Keyword : CDIO, Injection mold design and manufacturing, Injection molding

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
目錄.....	III
壹、 團隊產品摘要.....	1
貳、 團隊概況.....	1
參、 計畫內容.....	2
一、 產品構思.....	2
(一) 計畫緣起.....	2
(二) 計畫內容與目標.....	2
(三) 市場調查.....	3
二、 分析與需要學程協助之項目.....	9
(一) 產品 SWOT 分析.....	9
(二) 成本分析.....	9
(三) 風險分析.....	10
(四) 需要學程協助之項目.....	10
三、 各版加工評估與設計建議.....	11
四、 實際操作.....	23
(一) 加工程式製作與說明.....	23
(二) 模具加工實作.....	24
(三) 打磨及修模.....	30
五、 最終產品與模具設計.....	34
產品設計.....	34
六、 未來展望.....	36
七、 甘特圖.....	37

壹、 團隊產品摘要

產品為一組實體模具，經由電腦圖檔轉換為 CAM 程式運用工具機進行銑削、鑽孔等加工方法對料材進行加工產出一組精度高的模具，這組模具能夠將設計組所設計的杯墊產品產出外型與設計是完全符合的並且與射出組討論模具試模，製作一個能夠量產塑膠杯墊的模具。

貳、 團隊概況

一. 團隊簡介

團隊名稱為「哈哈加工」名稱意思是在操作機台無時無刻都會遇到無數的困難還是要帶著微笑突破難關完成任務。本團隊由五位成員所組成各自都有擅長的工具機台操作技術，彼此互相協助一起完成專題作品。

二. 團隊成員

職 稱	學 號	姓 名	工 作 內 容
組 長	D0347901	劉冠瑜	擔任老師與組員之間的橋樑並監督組員完成事務。使用 CNC 加工產品。
副 組 長	D0345679	王祐宸	協助專題工作分工。使用統銑床加工產品、安排加工流程。
專 案 管 理	D0348062	謝采誼	協助記錄會議紀錄與專題資料整理。使用線切割加工產品。
技 術	D0385652	汪子宸	資料搜尋協助製作報告與加工評估。使用 CNC 加工產品。
技 術	D0495526	魏啟俊	資料搜尋協助製作報告與加工評估。使用線切割加工產品。

團隊成員表

參、計畫內容

一、產品構思

(一) 計畫緣起

從大二上精密模具系統設計實務課程與精密模具學的模具基礎課程對於模具有初步的認識並完成設計模具產品。也藉由師長對於模具產業現況與未來發展的介紹，台灣模具產業於國際間享有盛名是個極具潛力的產業。

於是本團隊決定選擇加入綠點所合作開課的精密模具設計與製造課程，於大三上更加精進模具的認識與基礎學理並學習設計模具與工廠實務課程，我們認為何不把在電腦上的 3D 設計實體化，藉著實際操作加工機台將成品實體化是個更有成就感的計畫。

(二) 計畫內容與目標

本組為模具加工組，與設計組和射出組鏈結合作共同完成整組杯墊模具，當設計組完成杯墊設計時需與加工組和射出組討論與評估此設計是否能夠成功將產品從模具射出且產品無變形或是對於加工杯墊產品模具上是否有所困難之處，給予建議不斷的修正產品設計達到能夠完整將杯墊塑膠產品生產出來。本組主要專題內容可分為四大項加工可行性評估、加工排程、模具加工、修模。

- 加工可行性評估：對於產品設計上那些外觀設計給予設計組修改建議，對於加工模具來說有些外觀設計對於機台上不易於加工或是無法加工之處，會造成實際加工產出的產品與產品設計有所誤差，例如：產品需要加入 R 角才能使用銑刀加工、產品上須使用放電加工的部份間距也應增加。
- 加工排程：製作一套模具時安排加工工序與時間這樣才有能規劃出順暢而快速的生產排程讓模具在進度之內完成，例如：CNC→放電加工→線切割→鑽孔。
- 模具加工：加工組最重要的內容是使用工具機將模具的水路、螺絲孔、產品外型、頂出孔等製作出來，需要用到鑽孔、銑削、線切割、放電等工藝完成模具加工。
- 修模：當模具加工完成射出組於模具試模時若模具射出產品有所誤差時須先考量是否是成行條件影響所致，若無法解決加工組需將模具修模並從新試模。

本組主要目標為使用學校既有工具機如：線切割、放電、銑床、CNC 等機台加工料材產出具有耐用可量產、與產品設計無誤差的杯墊模具。

(三) 市場調查

市場調查 1-民眾需求調查

利用 FB 以及 LINE 兩種網路管道來進行調查，蒐集人們對於紀念品的相關資訊，並依照 google 表單統計的數據整理成一份市調檔案。

問卷內容

Q1:如果逢甲今日推出塑膠紀念品贈送或販售，您會選擇？

A:1. 杯墊 2. 鞋拔 3. 刮痧片 4. 其他

Q2:延續上題，能接受價位。

A:區間 50~_____

Q3:是否知道逢甲育樂館一樓有實習商店？

A:1. 是 2. 否

Q4:是否有購買過實習商店的商品？

A:1. 是 2. 否

Q5:是否知道精密系統設計學程？

A:1. 是 2. 否

問卷連結網址

Google 表單：<https://goo.gl/forms/8dQwKj9ixdngkqoj2>

統計報告

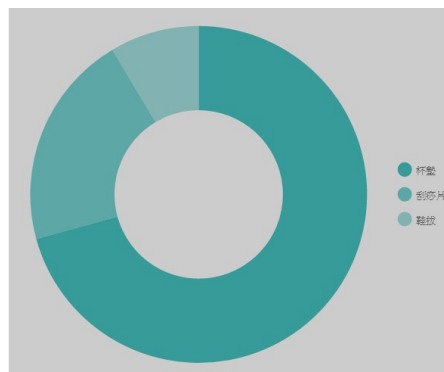
本次調查收到之表單回復份數為 294 份

Q1: 最有興趣購買之塑膠紀念品?

杯墊_70.1%

鞋拔_8.5%

刮痧片_21.4%



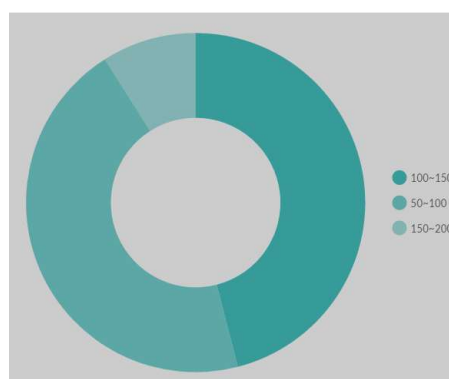
統計圖 1

Q2: 延續上題選擇產品，能接受價位?

50~100 元_46.4%

100~150 元_46%

150~200 元_7.6%



統計圖 3

Q3: 知道逢甲大學育樂館一樓有實習商店?

是_65.3%

否_34.7%

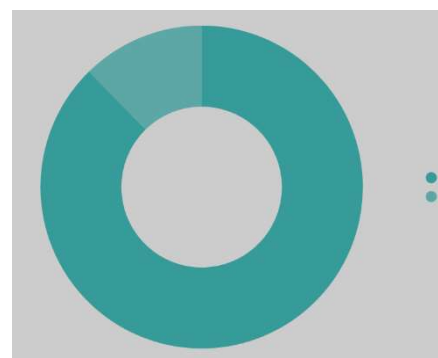


統計圖 4

Q4: 是否曾經在實習商店購買過商品?

是_13.2%

否_86.8%



統計圖 5

Q5: 是否知道逢甲大學精密系統學士學位學程?

是_81.2%

否_18.8%



統計圖 6

產品設計確認-杯墊

結果顯示多數人對於杯墊較感興趣，因此我們決定以杯墊作為方向發展。

產品價位設定

根據統計結果民眾購買意願區間落在 50 元~100 元及 100 元~150 元之間，所以初步設定價格會在此 50~150 區間中。

市場調查 2-功能需求調查

由於市場調查 1 中統計出了杯墊為大部分人較為感興趣的紀念品，因此本組再度開會討論，決定以杯墊為目標來調查民眾對於杯墊使用的習慣等相關資訊，以利於之後的產品設計。不同於上份問卷的發放形式，此次問卷多了實體問卷的發放，本組全體出動一同發放實體問卷。

問卷內容

Q1:使用杯墊的習慣?

A:1.經常 2. 偶而 3. 從不

Q2:平常使用的杯子種類?

A:照片選擇項目

Q3:是否使用過塑膠製杯墊?

A:1. 是 2. 否

Q4:最重視的杯墊功能?

A:1. 外觀 2. 隔熱 3 止滑 4. 吸水性 5. 其他

Q5:希望杯墊有何附加功能?

A:1. 保溫 2. USB 功能 3. 行動電源功能 4. 發光功能 5. 其他

Q6:購買杯墊的標準?(可複選)

A:1. 品牌 2. 外觀 3. 功能 4. 品質 5. 獨特性 6. 價格

Q7:對於本問卷有何建議?

A:自行回答

問卷連結網址

Google 表單：<https://goo.gl/forms/6WTa81tcPQD1L6KB3>

實體問卷

(詳細請參考其他附件-附件二)

統計報告

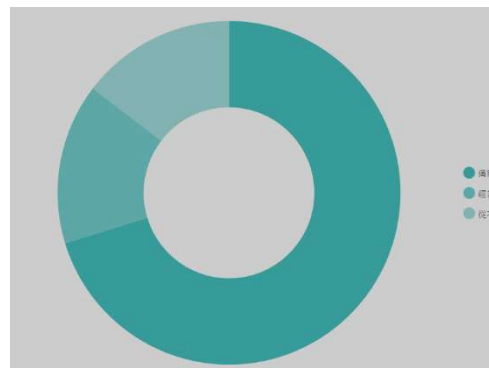
本次調查收到之回復份數：網路 107 份+紙本 135 份→共為 242 份。

Q1:使用杯墊的習慣?

經常_15.12%

偶而_70.26%

從不_14.62%



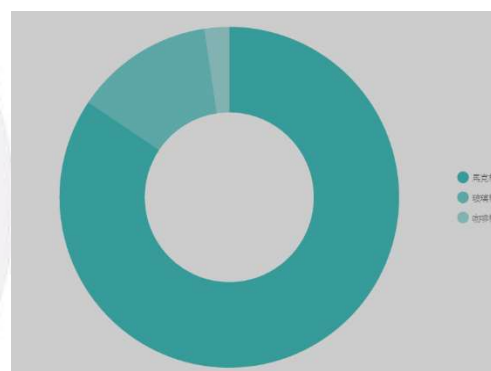
統計圖 7

Q2:平常使用的杯子種類?

玻璃杯_13.22%

馬克杯_84.43%

咖啡杯_2.35%



統計圖 8

Q3:是否使用過塑膠製杯墊?

是_47.30%

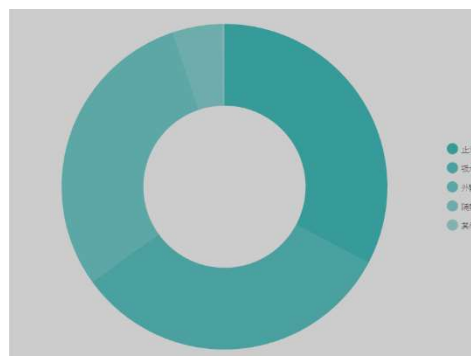
否_52.70%



統計圖 9

Q4:最重視的杯墊功能?

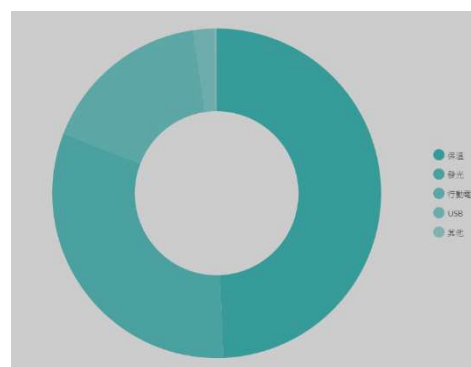
- 外觀_29.76%
- 隔熱_4.93%
- 止滑_32.77%
- 吸水性_32.31%
- 其他_0.23%(保溫)



統計圖 10

Q5:希望杯墊有何附加功能?

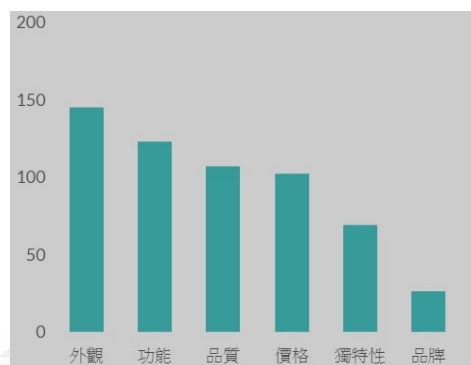
- 保溫_50.61%
- USB_2.12%
- 行動電源_17.25%
- 發光_23.48%
- 其他_6.54%(製冰、播音樂、加熱*2、保冷*2、遊戲搖桿、杯蓋、樂高、旋轉)



統計圖 11

Q6:購買杯墊的標準?

- 品牌_26 票
- 外觀_145 票
- 功能_123 票
- 品質_105 票
- 獨特性_69 票
- 價格_102 票



統計圖 12

Q7:對於本問卷有何建議?

1. 找明星代言
2. 動漫元素
3. 題目(2)增加手搖杯選項
4. 實用重於美觀
5. USB 功能要能防水

設計特徵方向

問卷結果顯示了大多數人都較為注重防滲性及吸水性這兩項功能。在於附加功能的部分，保溫與發光兩項功能為多數人所希望附加的功能。

二、 分析與需要學程協助之項目

(一) 產品 SWOT 分析

優勢(Strengths)	劣勢(Weaknesses)
造型獨特 原創 儲水 方便攜帶 防滑 耐摔	無法吸水(材質) 體積限制附加功能 必要性低
機會(Opportunities)	威脅(Threats)
客群明確 企業支持 學生設計(購買意願較高) 紀念性	無法客製化 客群有限

SWOT 分析表

(二) 成本分析

成本/ pcs		
材料費 4.8 元		
加工費 2.5 元		
模具費 20 元		
設計費	總成本_元/pcs	
材料費計算	加工費計算	模具費計算
成品(含流道):40g/pcs $1000g \text{ 可生產} = 1000g \div 40g = 25\text{pcs}$	每小時生產 60pcs	
材料 TPU:120 元/kg 每包料 25kg 可生產= $25000g \div 40g = 625\text{pcs}$	加工費 150 元/hr	
材料費一包= $120 \text{ 元} \times 25\text{kg} = 3000 \text{ 元/包}$ 每 pcs 材料費= $3000 \text{ 元} \div 625\text{pcs} = 4.8 \text{ 元/pcs}$	加工費 $= 150 \div 60 = 2.5 \text{ 元 pcs}$	

成本分析表

(三) 風險分析

風險困難	解決方案
機台限制-模具大小	依照機台做設計，大柱間距為320*320(mm), 因此模具尺寸需小於320*320(mm), 而模仁則應小於220*220(mm)
機台限制-無法雙射	設計時採用旋轉料頭，分兩件個別射出後再人工組合產品
產品不良率	先分析產品模具，找到可能出現的不良特徵，進行設計變更減少不良率。
經驗不足	業師輔導，藉由業師設計製造的經驗，討論如何設計製造。
技術困難	每周與其他兩組做產品分析討論，如有技術上的困難，討論後可能做設計變更。

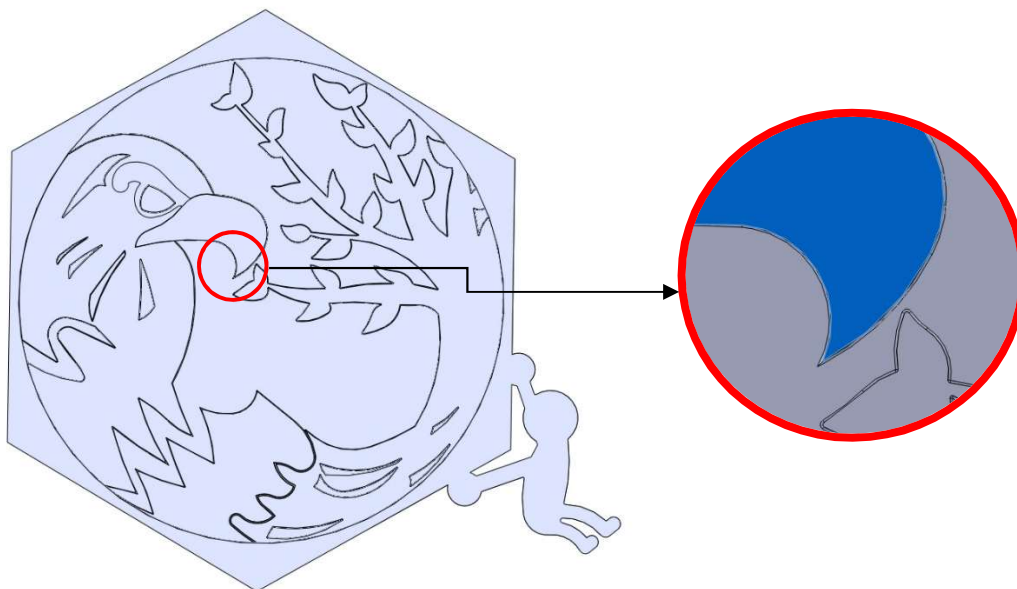
風險分析表

(四) 需要學程協助之項目

1. 金錢
2. 材料
3. 師資
4. 機台

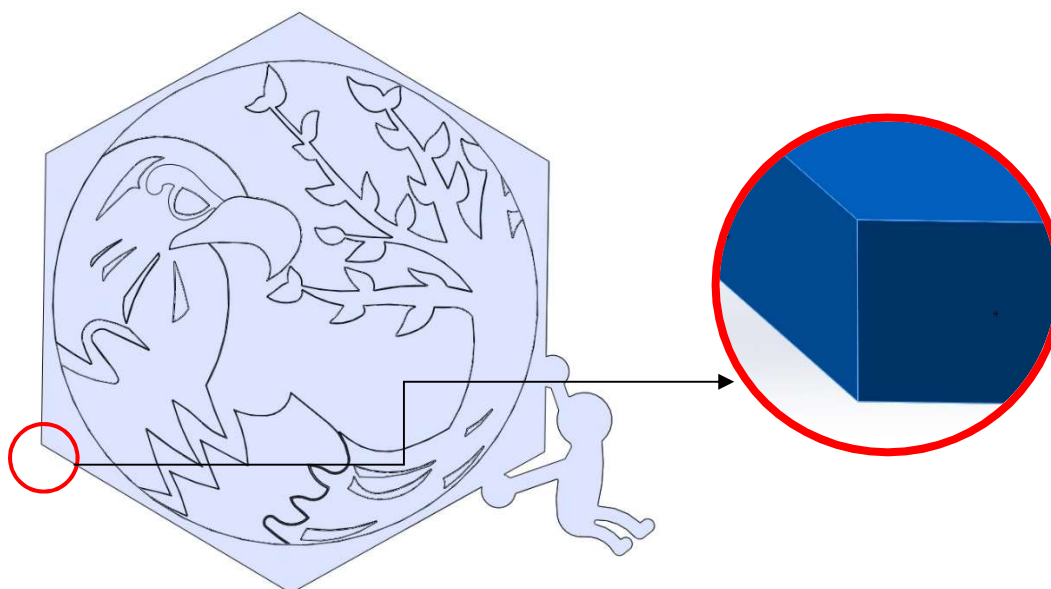
三、 各版加工評估與設計建議

- 第一版



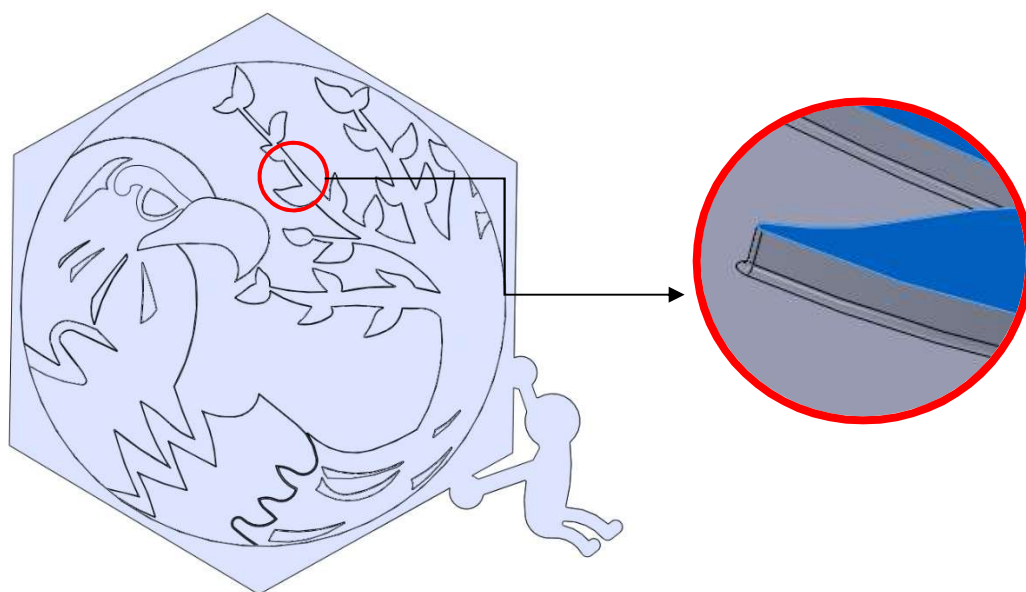
第一版增 R 角圖 1

加工評估：因為鳥嘴部分是尖的且無 R 角，無法用銑床方式加工
設計建議：鳥嘴尖端加 R (>0.3mm)



第一版增 R 角圖 2

加工評估：相鄰邊沒有 R 角，不好加工
設計建議：加入 R 角 (>0.3mm)

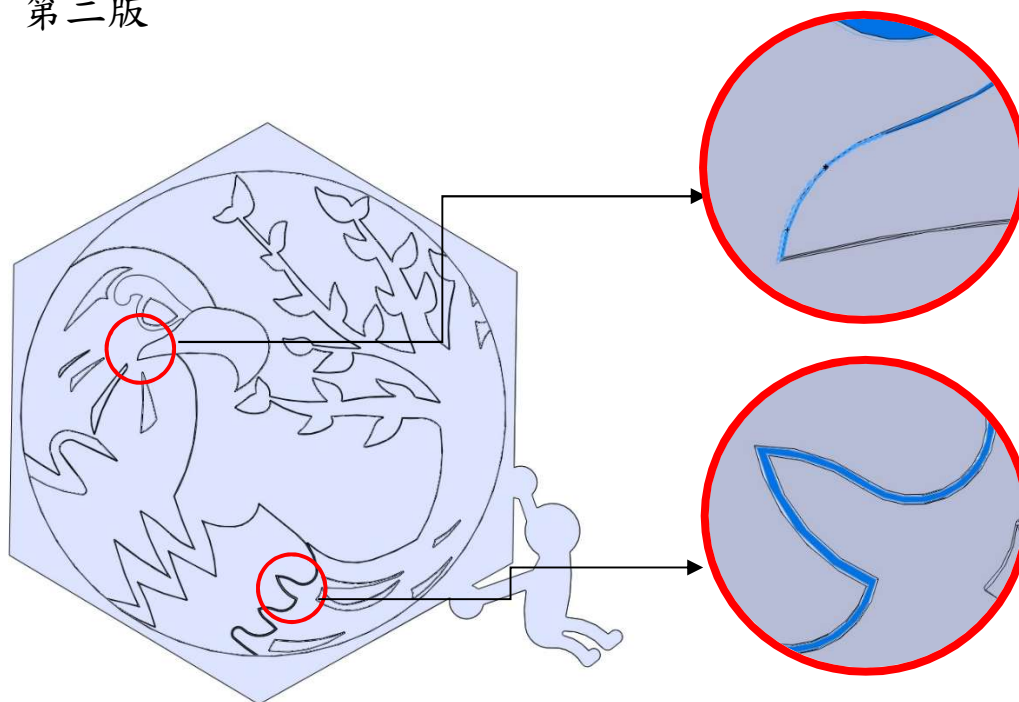


第一版 R 角加大圖 1

加工評估：R 角不夠大，不好進刀

設計建議：R 角角加大(>0.3mm)

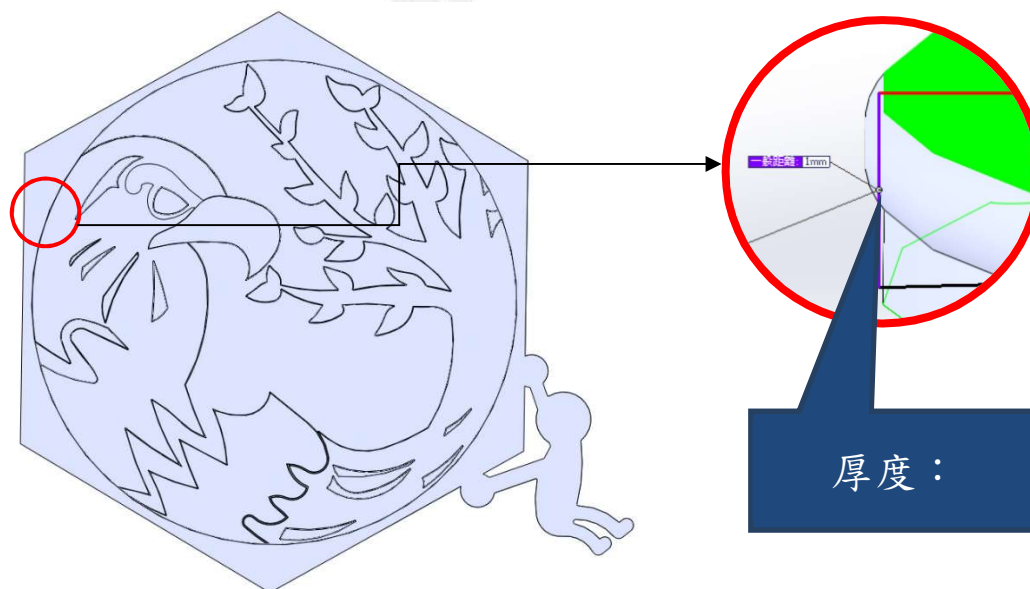
● 第二版



第二版 R 角加大圖

加工評估：R 角不夠大，不好進刀

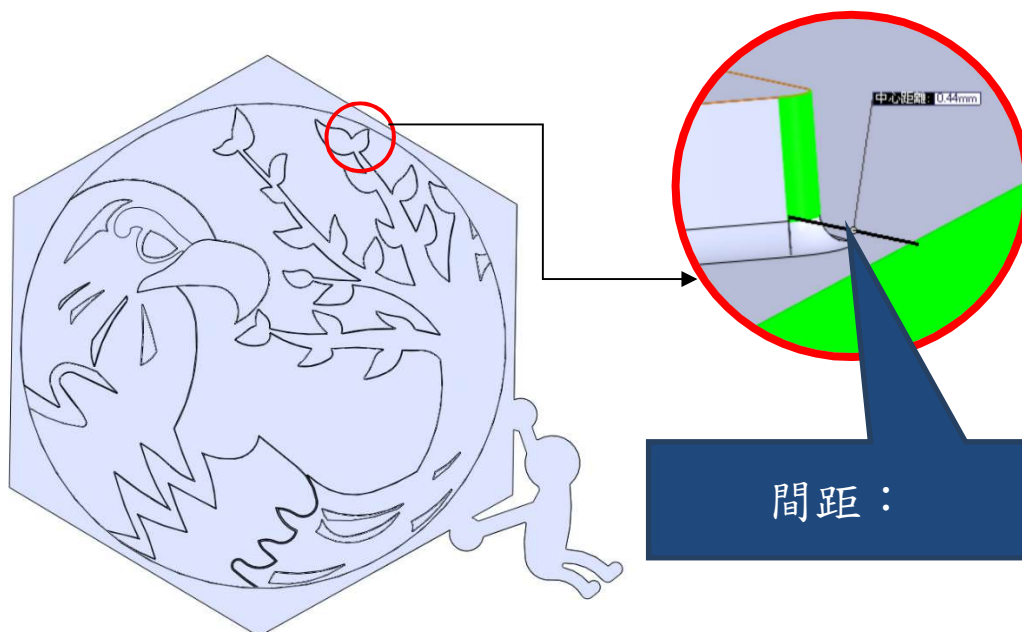
設計建議：R 角角度加大(>0.3mm)



第二版增加肉厚圖

加工評估：徽章肉厚太薄，導致塑料不易流動

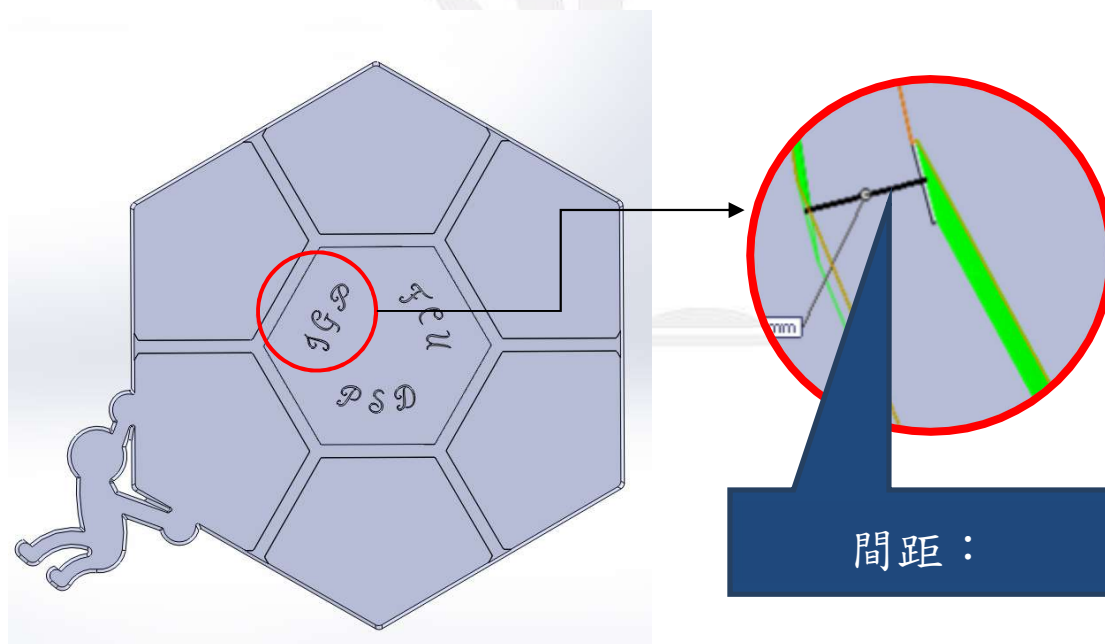
設計建議：建議肉後再增加 0.5mm，避免磨痕產生



第二版增加增距圖 1

加工評估：葉片尖端到杯墊邊緣間距過小

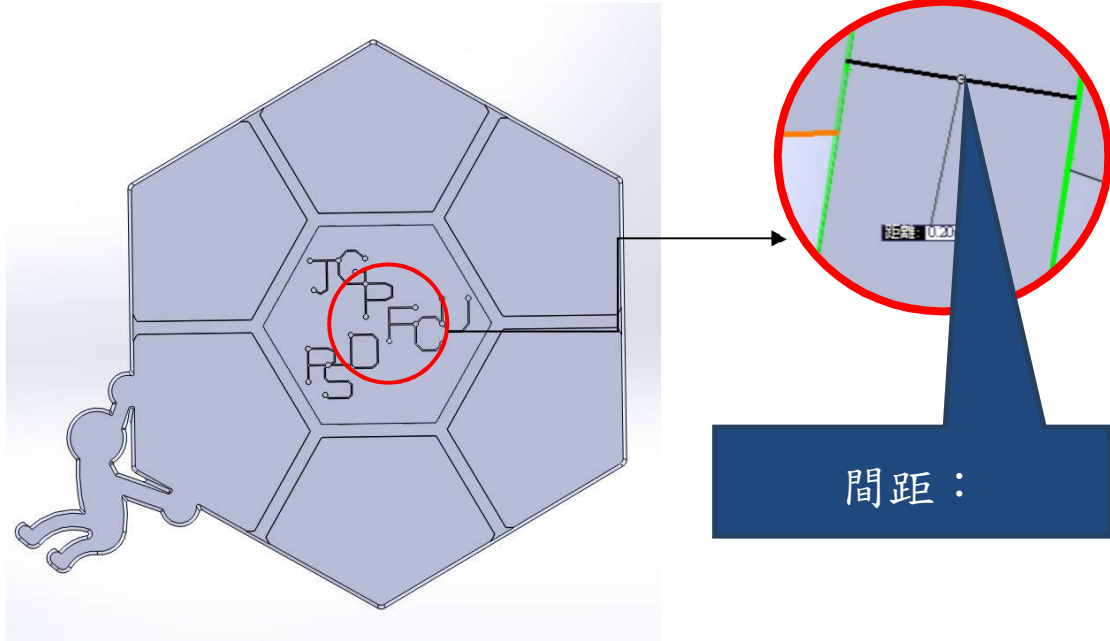
設計建議：最小間距需要 0.6mm，避免模具強度不足



第二版增間距圖 2

加工評估：模具凸字且自型複雜，需放電加工，字體最小間距都需要 0.7mm

設計建議：把字體加大或變換自型增加間距

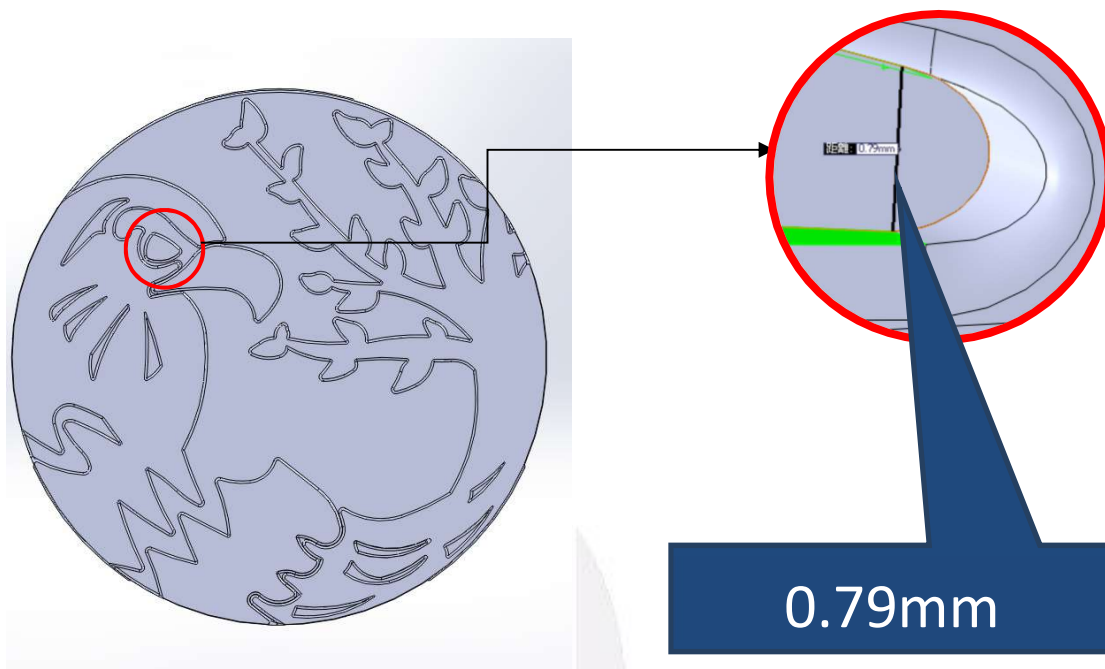


第二版增間距圖 3

加工評估：模具凸字且自型複雜，需放電加工，字體最小間距都需要 0.7mm

設計建議：把字體加大或變換自型增加間距

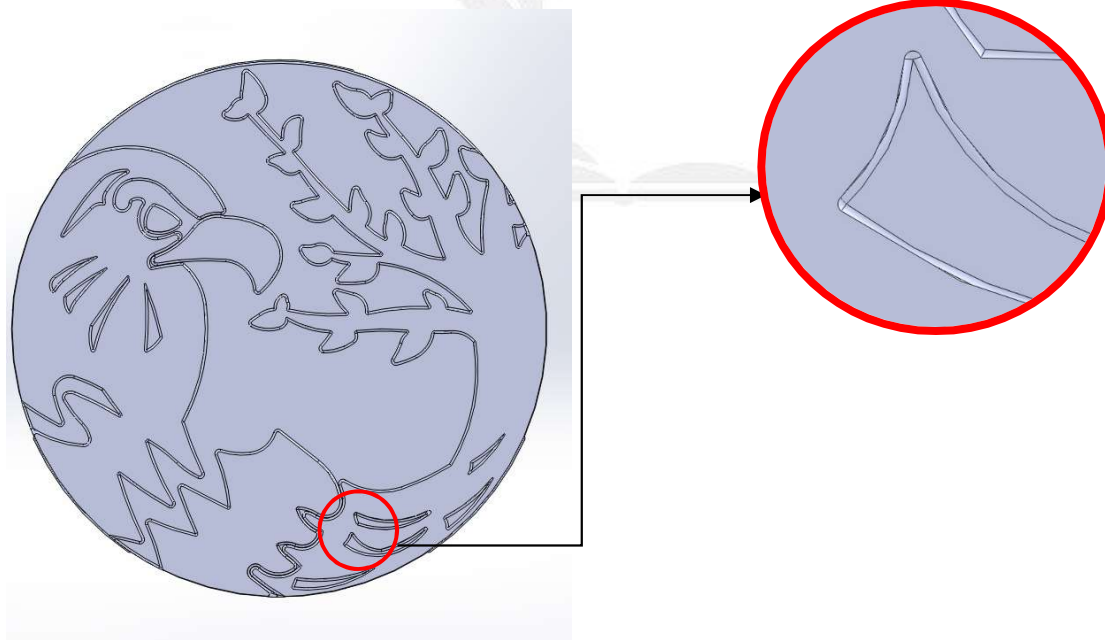
● 第三版



第三版增 R 角圖 1

加工評估：

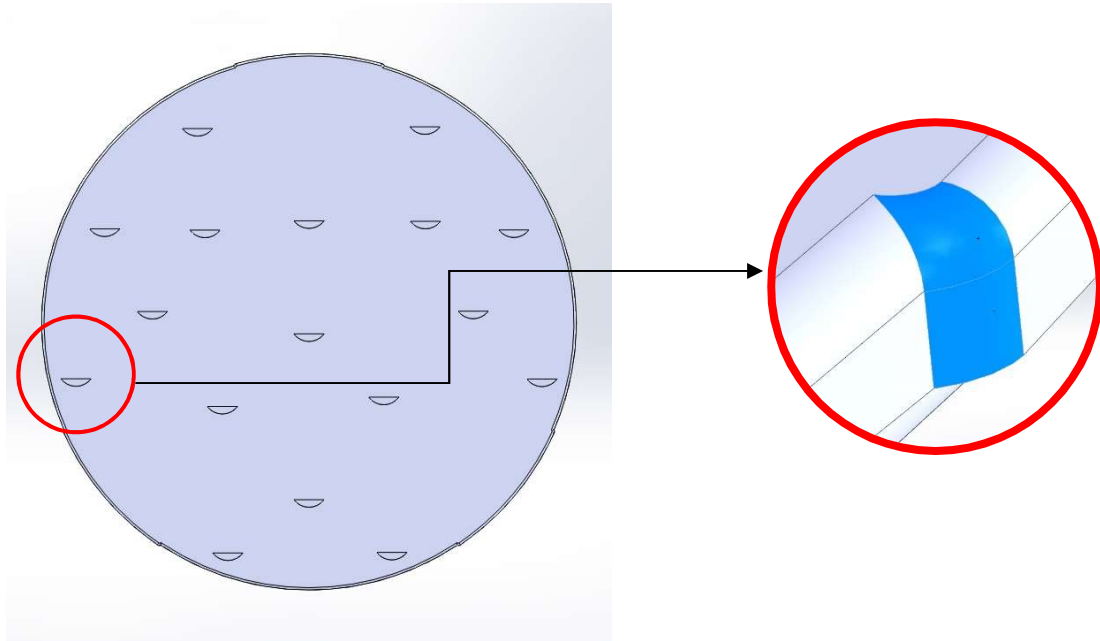
1. R 角太小，不易成型，且易產生應力集中，以致產品破裂
2. R 角太小，R 角要 0.3mm 以上



第三版增 R 角圖 2

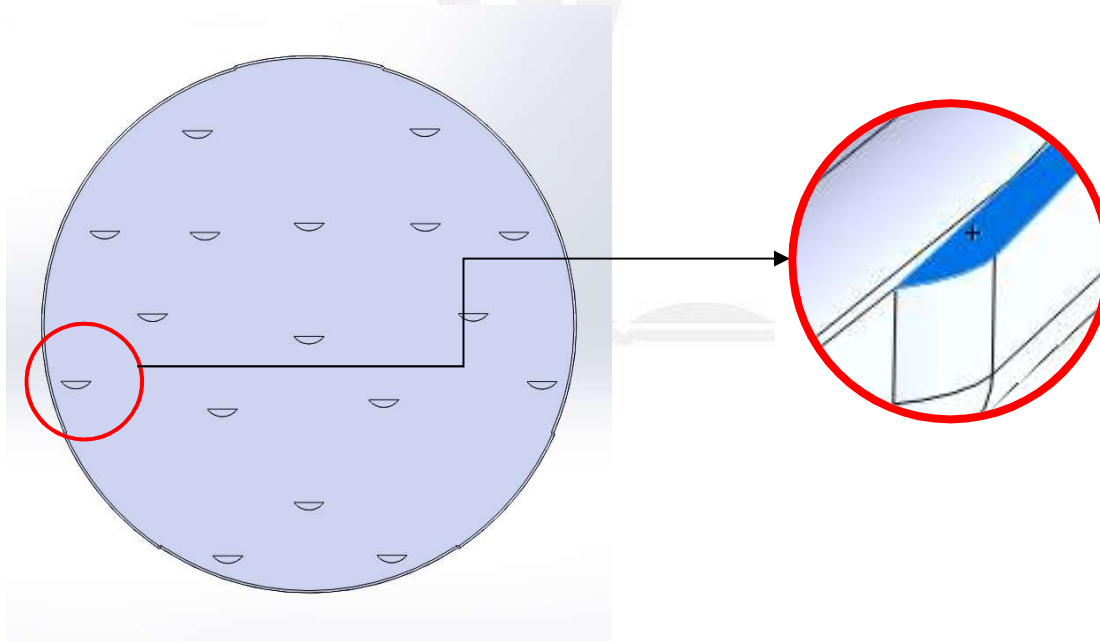
加工評估：太尖造成模具脆弱

設計建議：建議加入 R 角



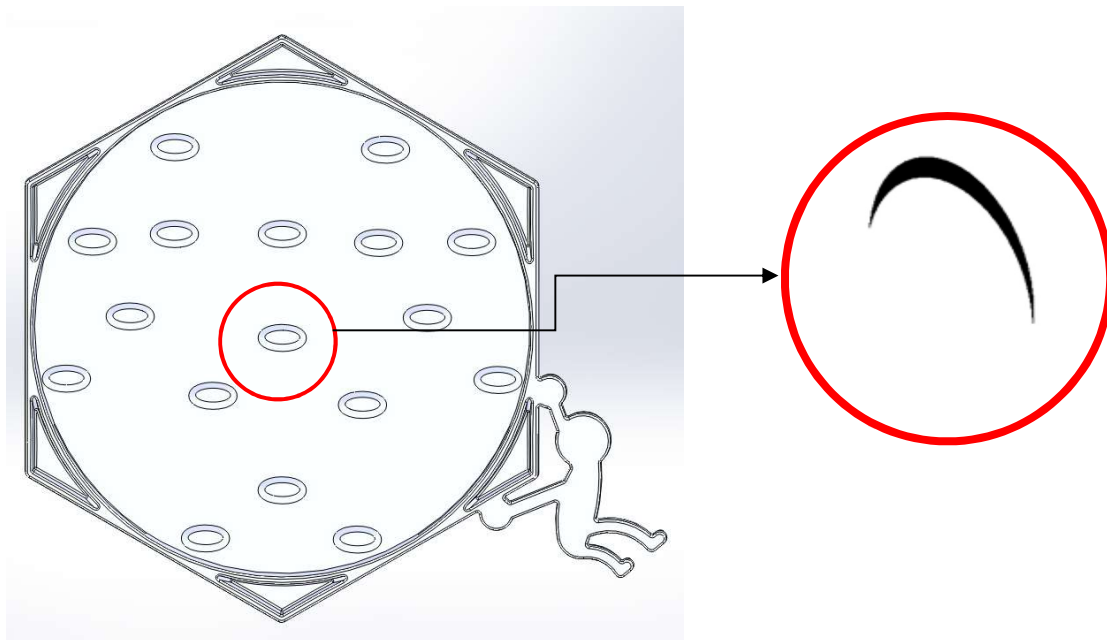
第三版增 R 角圖 3

加工評估：卡勾底部和徽章底部不同平面，側壁 R 角過小，不易加工
設計建議：修改卡勾底部和徽章底部同平面，並增大側壁 R 角



第三版增 R 角圖 4

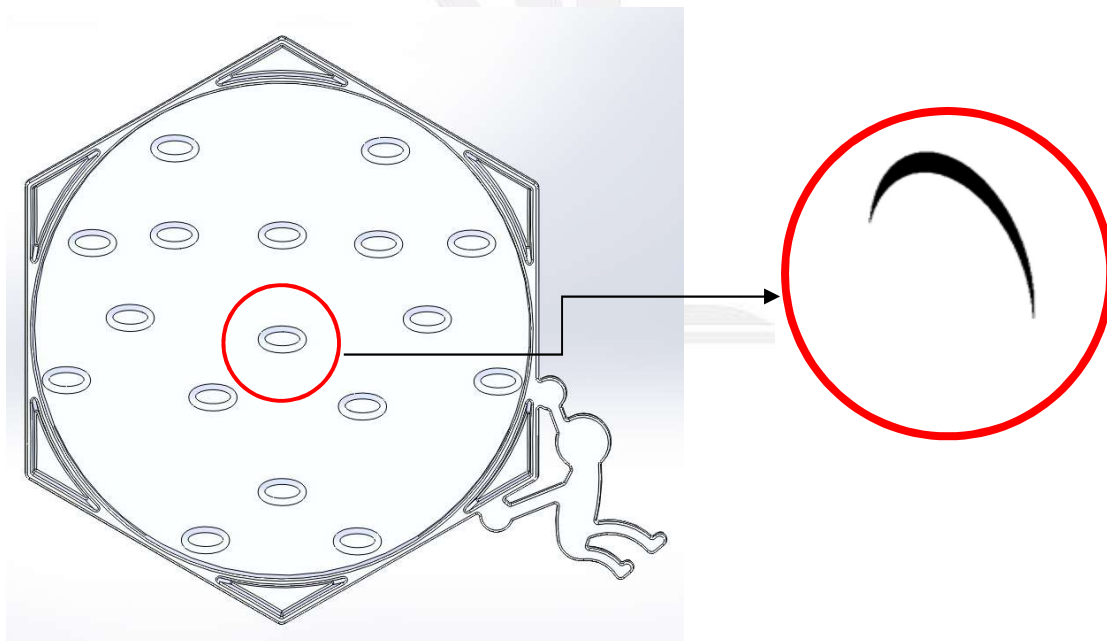
加工評估：卡勾頂部和 PL 面不同平面，不易成型
設計建議：修改卡勾頂部和 PL 面同平面



第三版增 R 角圖 5

加工評估：太尖造成模具脆弱

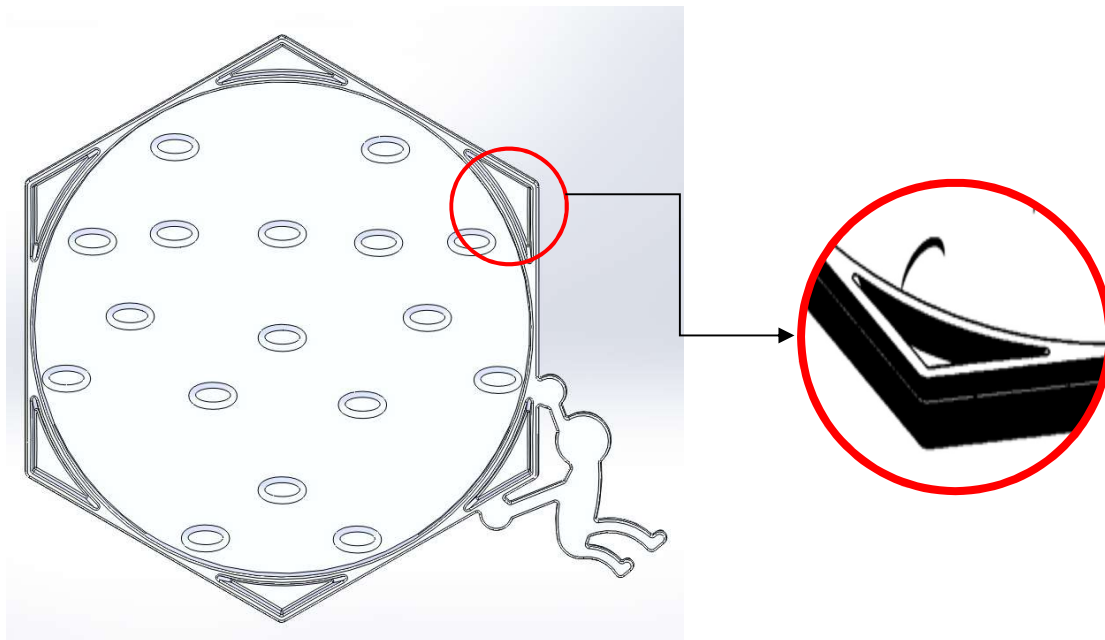
設計建議：建議加入 R 角 0.3mm



第三版增 R 角圖 6

加工評估：Z 字勾槽邊緣無 R 角

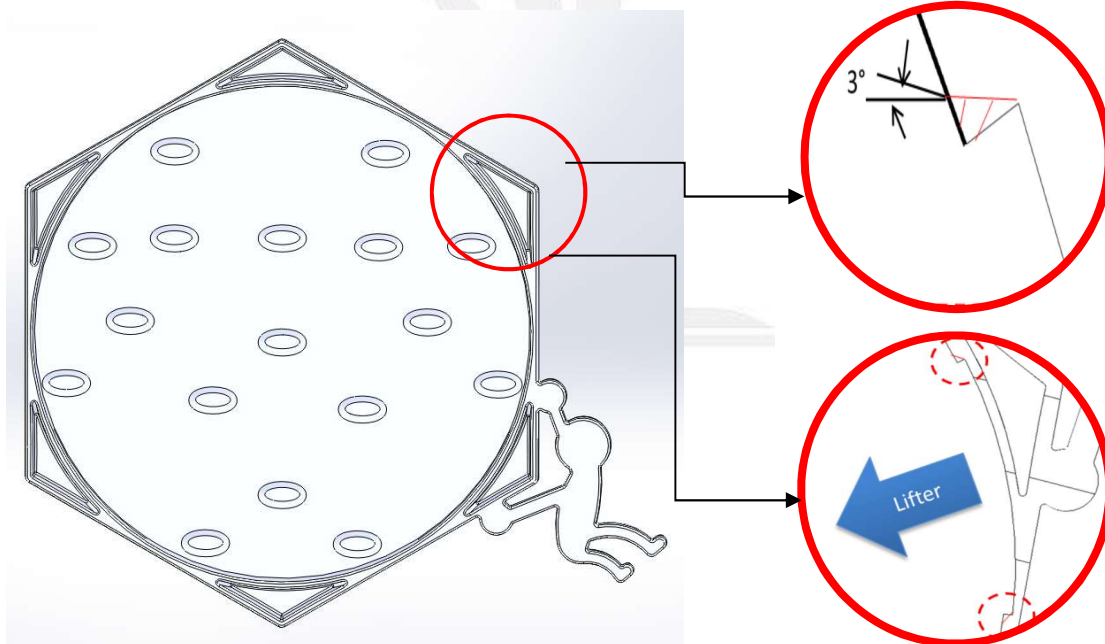
設計建議：修改 Z 字勾槽邊緣 R 角 1.5mm



第三版增大 R 角圖

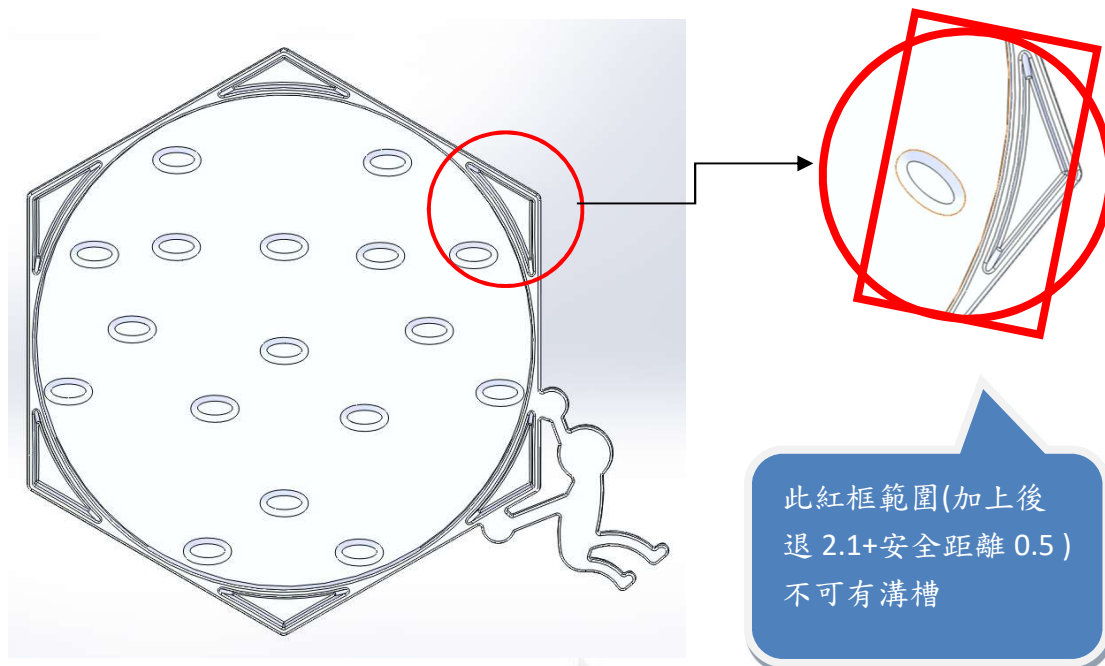
加工評估：R 角過小，不易加工

設計建議：紅色線需要 R 角 0.3mm，以利用求刀加工



第三版變更建議圖 1

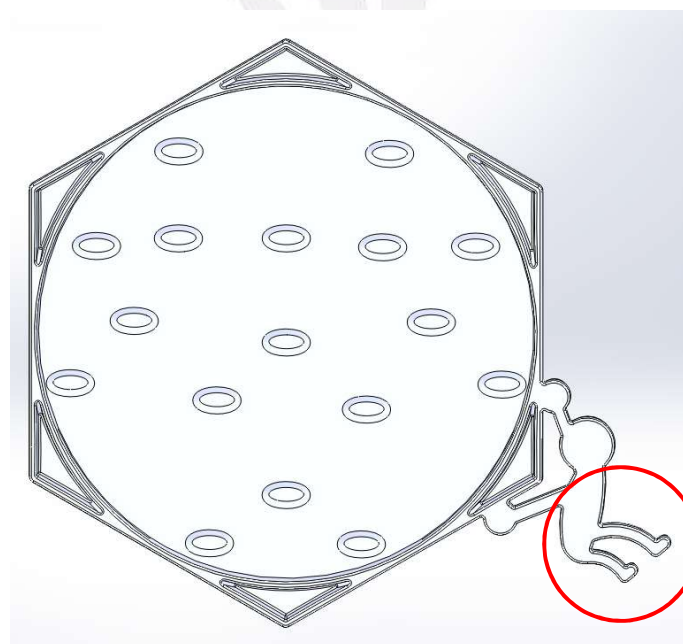
設計建議：凹槽側壁增加 Lifter 方向的脫模角



第三版取消勾槽圖

加工評估：Z 字勾槽和凹槽邊緣距離過小，阻礙 Lifter 運動

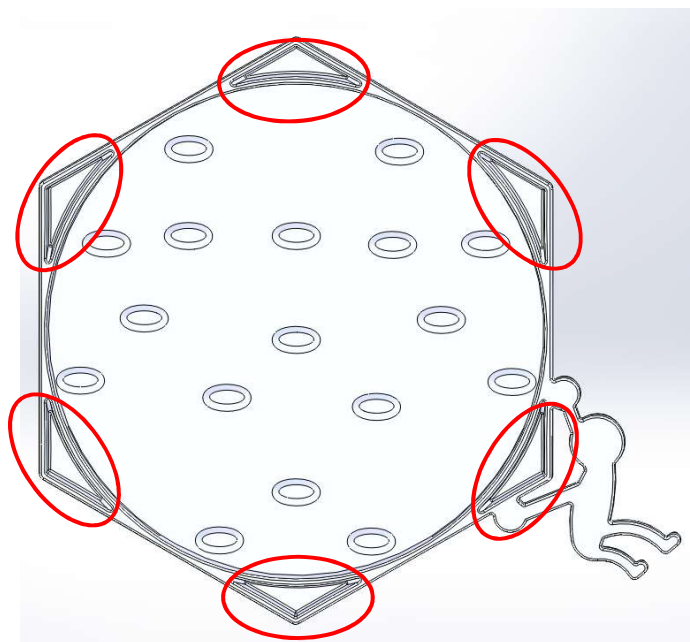
設計建議：取消紅框內 Z 字勾槽



第三版變更建議圖 2

加工評估：目前區域無法使用 3mm 頂針

設計建議：人形寬度不足需加大

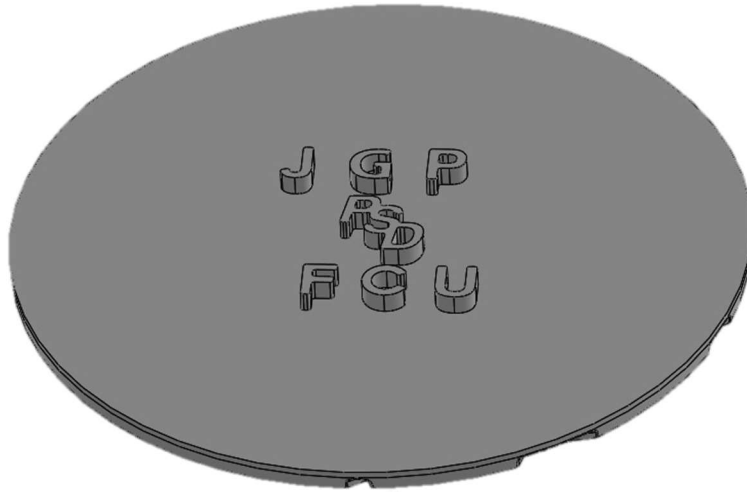


第三版變更建議圖 3

加工評估：目前區域無法使用 3mm 頂針

設計建議：三角空間需加大

● 第四版



第四版變更建議圖

字體需有拔模角度

設計組反應:不想字體頂部加圓角，因埋射後字樣形狀會不好看。

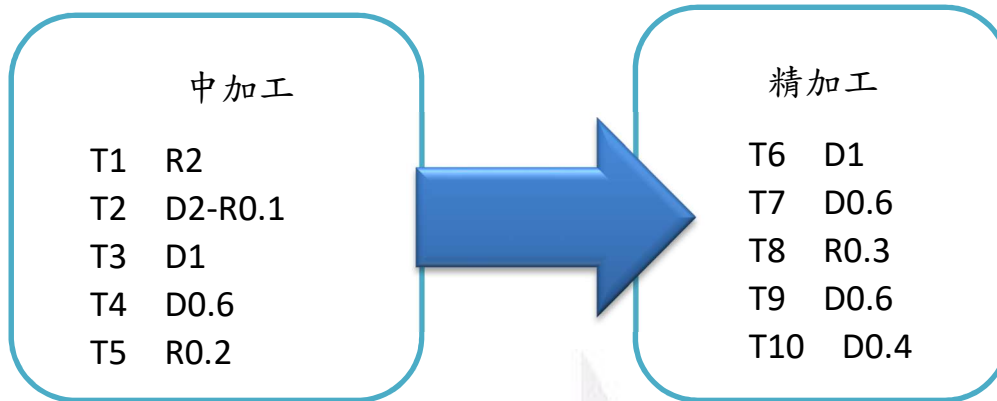
加工組反應:字樣頂部會使用 T 字刀加工，故無需圓角也能加工。

結論：只加拔模角不加圓角

四、 實際操作

(一) 加工程式製作與說明

加工刀具順序



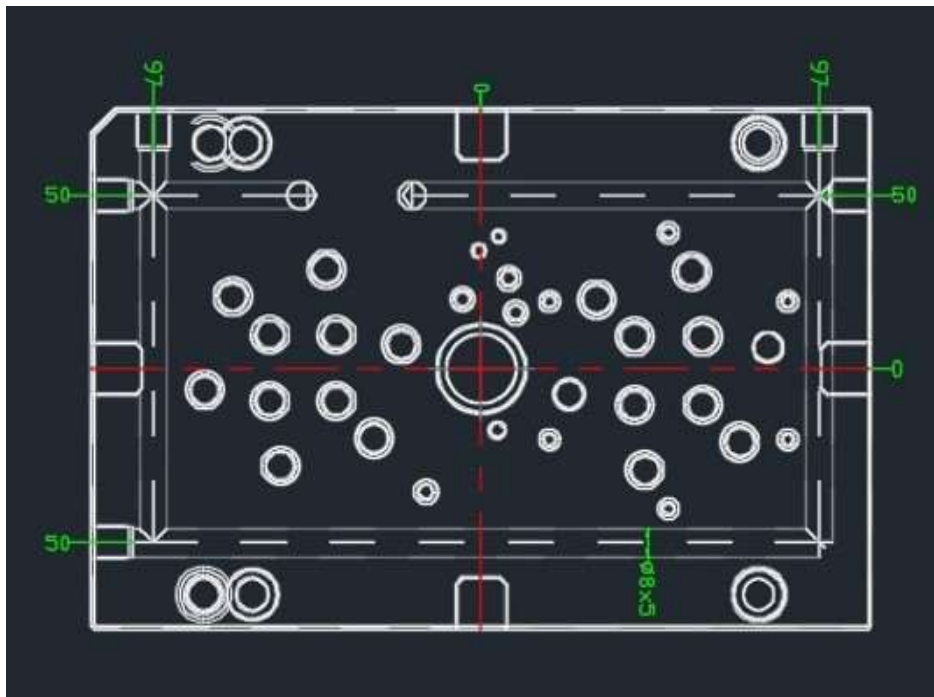
刀具順序圖

CAM 程式碼

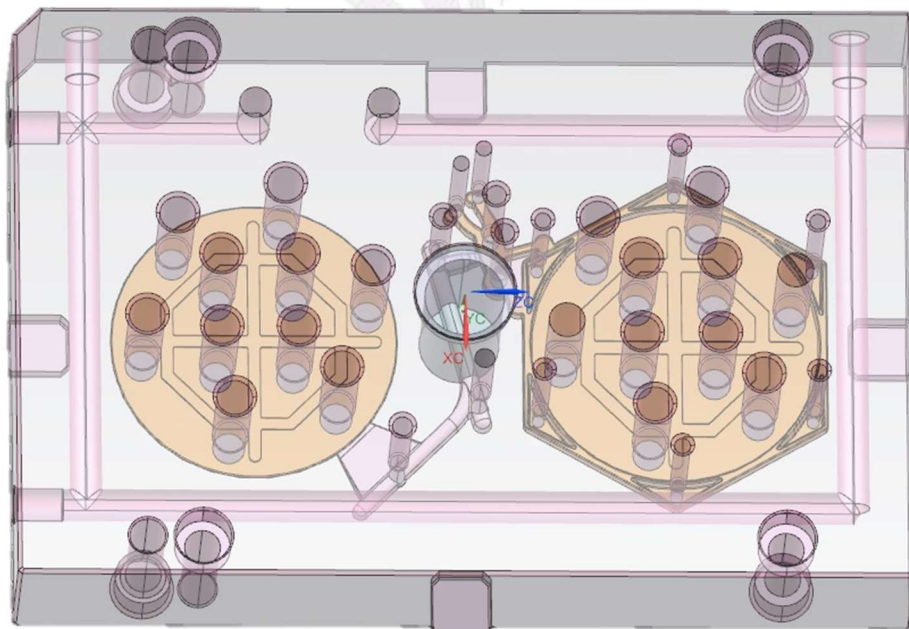
```
LOADZERO="123" -H=0.0 //載入原點 123
CCI
MOVZERO= X=0.0 Y=0.0
T1 //T1 第一把刀 R2 L15 R 指球
刀
M03 S 22000 //主軸順時針啟動 轉速約 22000
RPM
TDM=2.1
CHECKDIAM=4-TOL=0.05
TLC -auto
To1=0.011 Rmax=2 RADMAX=1000 SM=0
M8 //打開油霧
CLEANON -ON:5 -CYCLE:10
MOVZERO= Z=0.0
XCALL MRB_T17A029C52A001.cnc. -w //讀取刀號程式
M9 CLEANOFF TLM -CLEAN M5 //關閉油霧
```

(二) 模具加工實作

傳統銑床-水路(公模)

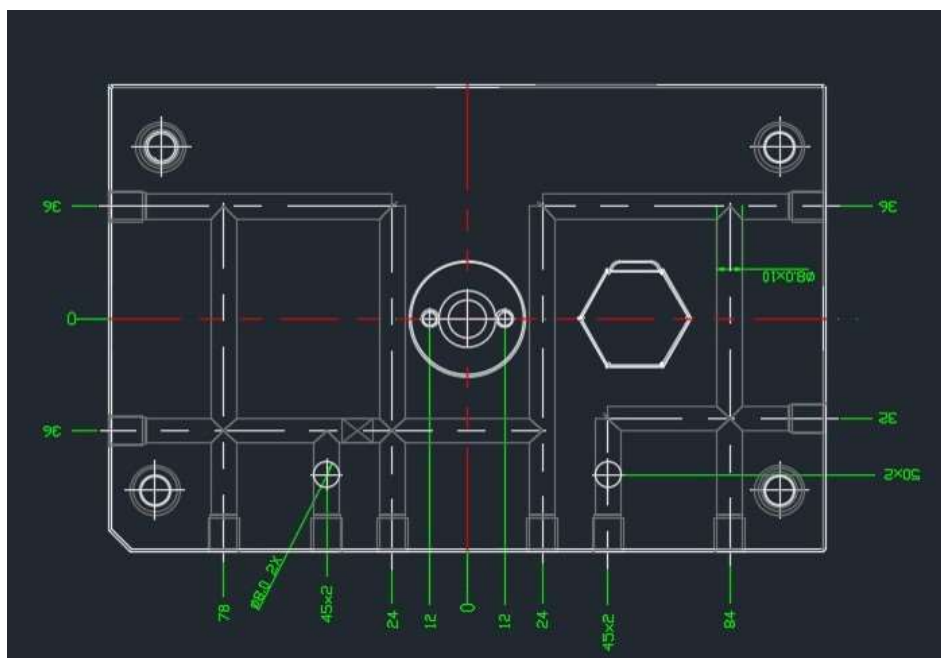


公模水路圖 1

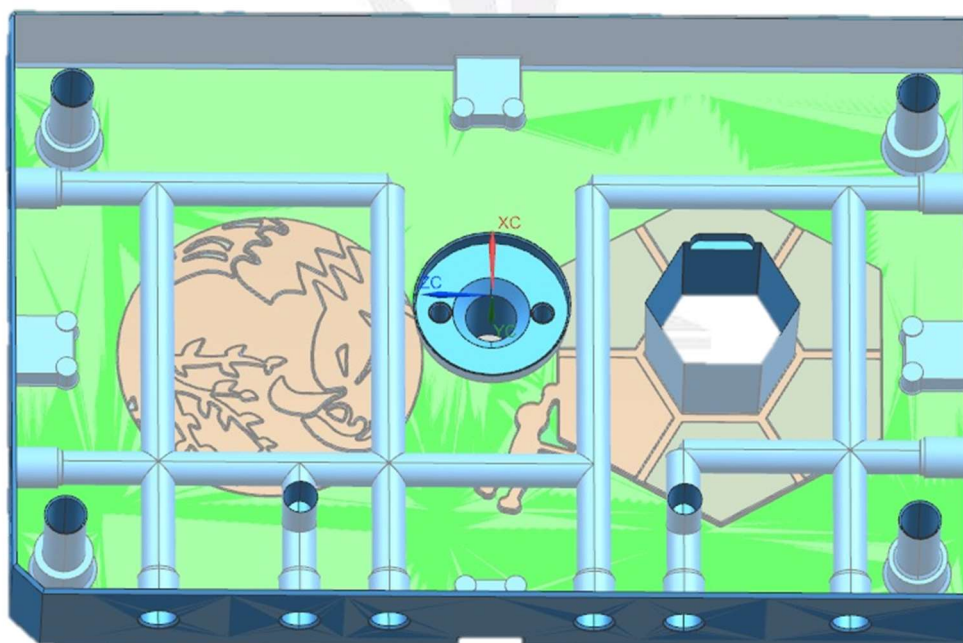


公模水路圖 2

水路(母模)



母模水路圖 1



母模水路圖 2

傳統銑床



課程操作圖 1



課程操作圖 2

CNC 加工機



課程操作圖 3



加工成品圖 1

意外狀況



刀子斷裂部

加工進行時，抓工件座標軸，刀具不慎
撞到工件，造成刀具斷裂

刀具斷裂圖

線切割機



課程操作圖 4



加工成品圖 2



加工成品圖 3

(三) 打磨及修模

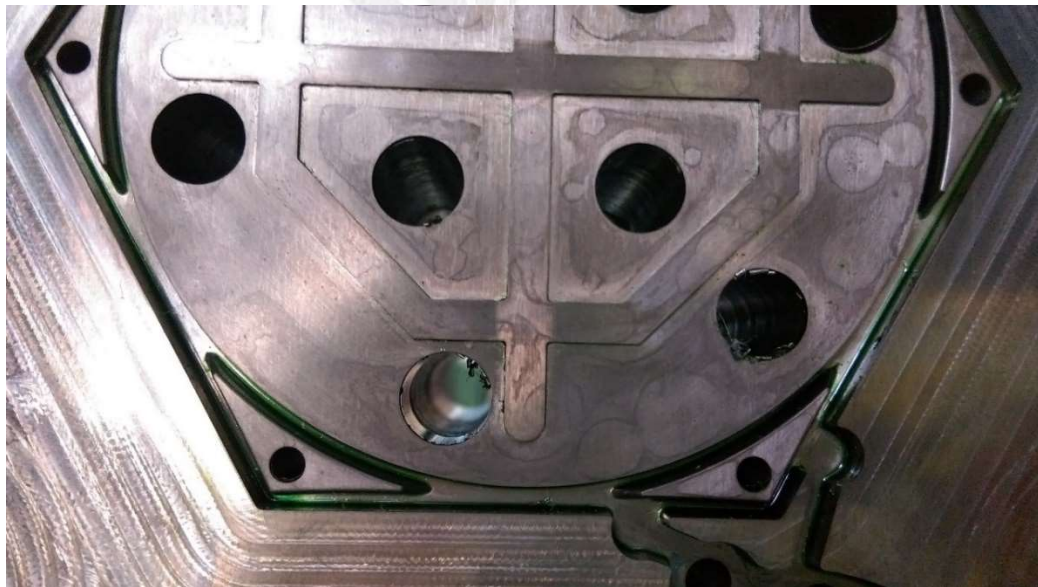
組裝打磨

- 問題點

因組裝程序錯誤，造成頂出銷磨到模仁，產生毛邊



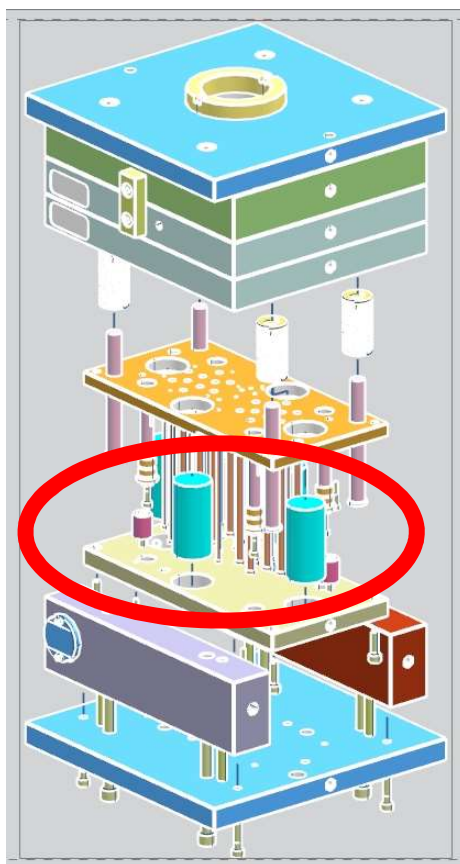
組裝打磨圖 1



組裝打磨圖 2

解決方法

- 打磨支撐柱



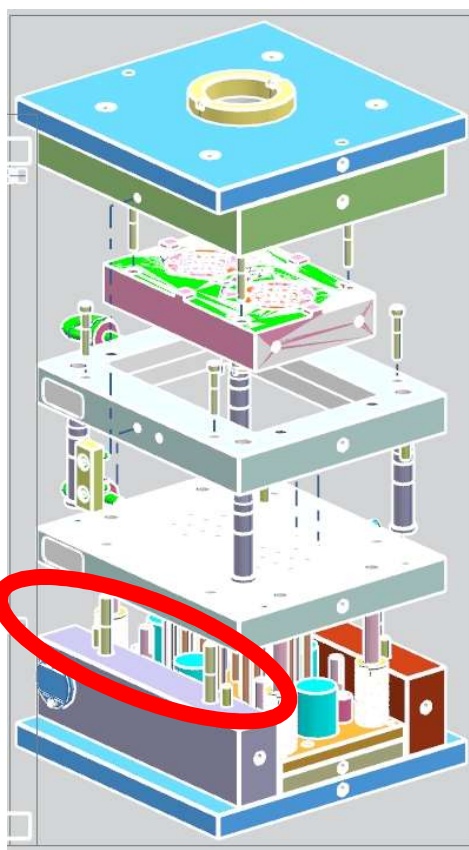
爆炸示意圖 1



待修正零件圖 1

80.1mm→80.05mm

- 打模回位銷



爆炸示意圖 2



待修正零件圖 2
136.5mm→135mm

修模



試射樣品圖

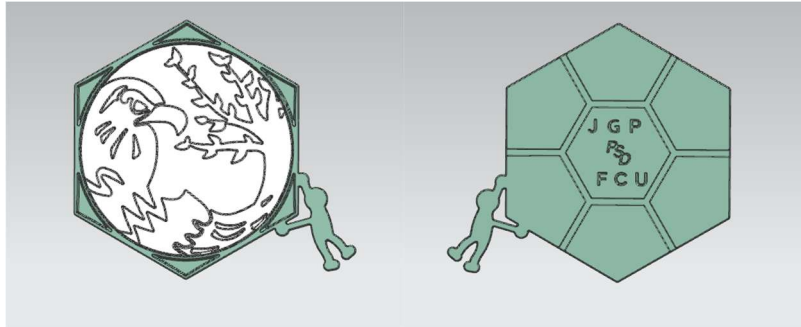
問題	解決方法
開模離型	<ol style="list-style-type: none">1. 增加公模面抓銷2. 打光母模面減少抓力3. 母模面加脫模角
包封	<ol style="list-style-type: none">1. 加工排氣溝2. 切入子

修模問題及解決方法表

五、 最終產品與模具設計

產品設計

1. 最終產品圖



最終產品圖

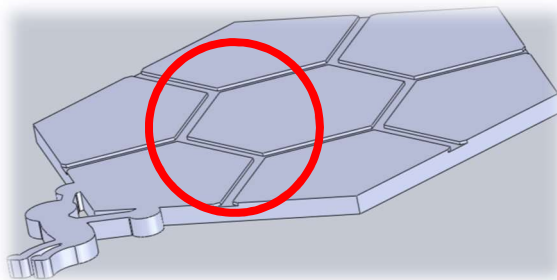
2. 3D 列印圖



最終版 3D 列印

3. 防滑性

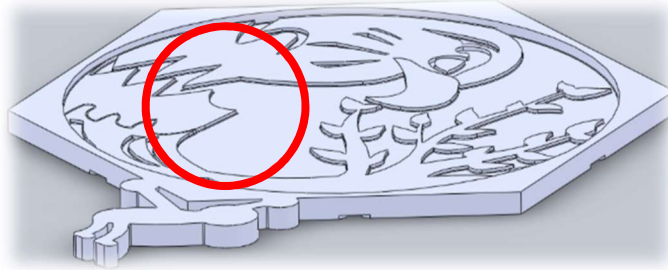
市場調查問卷結果顯示了大多數人都較為注重防滑這項功能，所以我們設計了背後的六角蜂窩溝槽來增加防滑性。



防滑性圖

4. 吸水性

為多數人所注重，但由於有材質限定為塑膠無法有吸水功能，因此以儲水設計來代替此項功能。



吸水性圖

5. 圖騰意象

在圖騰的左側有一隻老鷹，它象徵著逢甲大學；右側有一棵樹，它象徵著綠能環保；而整個六角形，它象徵著捷普綠點；而六角形下方的人，它象徵著我們撐起著三方的合作。

6. 配色

六角形外框→瓷青色(自然、王室)

圖騰內圓→白色(純淨、舒適)

7. PANTONE 色卡

將 RGB 轉為 PANTONE 色卡編號，再利用轉換網址來進行轉換。

◆外框瓷青色(R109 G168 B149)→瓷青色相近色(PMS 556)

◆內圓白色(R255 G255 B255)→白色相近色(PMS Cool Gray 1)

8. 配色理念

瓷青色→這個顏色是古代中國生產的陶瓷顏色，是帝王的秘色(皇室專屬的顏色)。選用這個顏色的原因為綠色代表與大自然為伍的概念，其二為希望給予使用此杯墊的人一種有如皇室般的舒適感。

白色→白色象徵著純淨，我們希望使用者在使用時能有放鬆讓心靈得到純淨的感覺。

整體→而且我們的材料為塑膠，可以做出些微的透明度，如果中間使用白色的話，就可以有微綠的質感。

六、 未來展望

1. 製程優化建議

雙射成型機：未來我們可以使用雙射機，它可以讓我們產品有兩種顏色以及不需後製程黏著，也可以用自動化大量的生產，有效降低人力成本。

2. 附加功能設計

1. 螢光版

2. 電池版



七、甘特圖

105 年度逢甲大學精密系統設計學士學位學程【專題實作甘特圖】

組別：第二組

製表人：劉冠瑜

修改日期：

項目	KPI	階段一、發想期		階段二、設計期					階段三、實現期																										
		月	日	一	二	三	四	五	六	日	一	二	三	四	五	六	日																		
進度一、準備工作		5	12	15	19	26	2	9	16	23	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	100+							
團隊分組分工																																			
資料蒐集																																			
初步產品計畫書																																			
進度二、產品規劃																																			
工具機資料蒐集																																			
工廠實務學習																																			
產品加工評估																																			
安排加工工序																																			
加工工具採購																																			
進度三、模具加工																																			
CAM 程式																																			
CNC 加工																																			
水路鑽孔																																			
燒切割																																			
進度三、模具試模																																			
模具組裝																																			
試模結果																																			
修模																																			
進度四、試模量產																																			
產品量產																																			
產品計畫整理																																			
進度百分比																																			