

尋求健康模具的秘訣
分享模具健康的快樂
Looking for the knowhow behind and
share the happiness of healthy mold.

模具設計合理化

Rationalization of Mold Design

模仁科技

MoldZen Technology Co., Ltd.

蔡毓斌

Brian Tsai

模仁科技股份有限公司

MoldZen Technology Co., Ltd.

模具設計合理化的目的

- 一副模具的好壞，有三個主要關鍵：模具設計、加工技術、以及鉗工組立。
- 隨著機台加工精度的提昇，現今模具廠的加工技術都有水準之上。模具的好壞，設計人員與鉗工的功力變成了決定因素。
- 在模具尚未加工前，如果能在設計圖上按照順序檢查出可能的問題，並且加以解決，模具的問題自然減少。



模具設計圖

- 模具設計圖是一副模具的基本資料。如果有標準的檢查表，就能夠從模具設計圖面上找出可能的問題。
- 對於非模具專業人員，一份組立圖往往看的頭昏腦脹。其實，如果瞭解模具設計人員的想法，並且依照上述檢查點檢視圖面，模具圖的檢查工作其實是非常容易的。

射出成型製程分類

- **Traditional Injection Molding** 傳統射出成型
- **Over (Multi-Material) Molding** 多色（料）射出成型
- **Insert Molding** 嵌入射出
- **IMD/IML** 模內貼合射出
- **Gas-Assisted Injection Molding** 氣體輔助射出成型
- **Co-Injection (Sandwich) Molding** 共射（三明治）成型
- **Injection-Compression Molding** 射壓成型
- **Structural Foam Injection Molding** 結構發泡成型
- **Lamellar Injection Molding** 多層射出成型
- **Fusible Core Injection Molding**
- **Mu Cell Molding** 微泡射出成型
- **Powder Injection Molding** （金屬、陶瓷）粉末射出成型
- **LIM** 液態矽膠射出成形



塑膠模具設計順序

- 分模面設計 Parting Plane Design
- 澆注系統設計 Filling System Design
- 冷卻系統設計 Cooling System Design
- 排氣系統設計 Venting System Design
- 脫模機構設計 Ejecting System Design



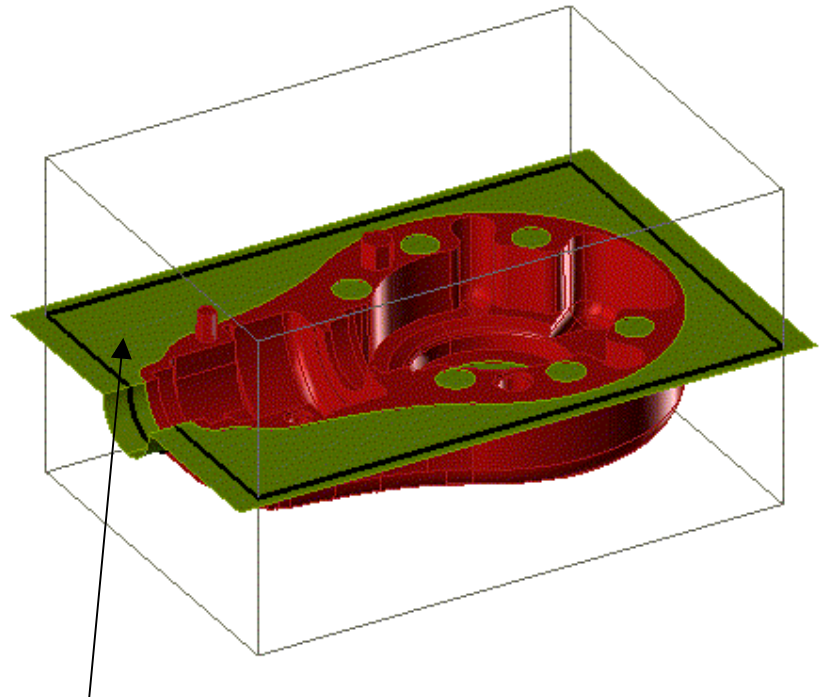
建立圖面檢查點

- 在上述每一個設計流程的結束，必須有一些基本的檢查項目，以確定該套模具的設計合理。
- 每一個設計流程，檢查重點最好能夠濃縮到四到五項最重要的關鍵點；如此不但能夠縮短檢查圖面的時間，還能夠讓非模具製作專業人員，也能夠很快的參與圖面的檢查。



分模面

- 為了將成品及凝固的流道從模穴中取出，模穴必須能夠分成兩個或者是數個主要的部分。這些可以分離部分的接觸表面，通稱為分模面。



分模面

分模面設計的檢查重點

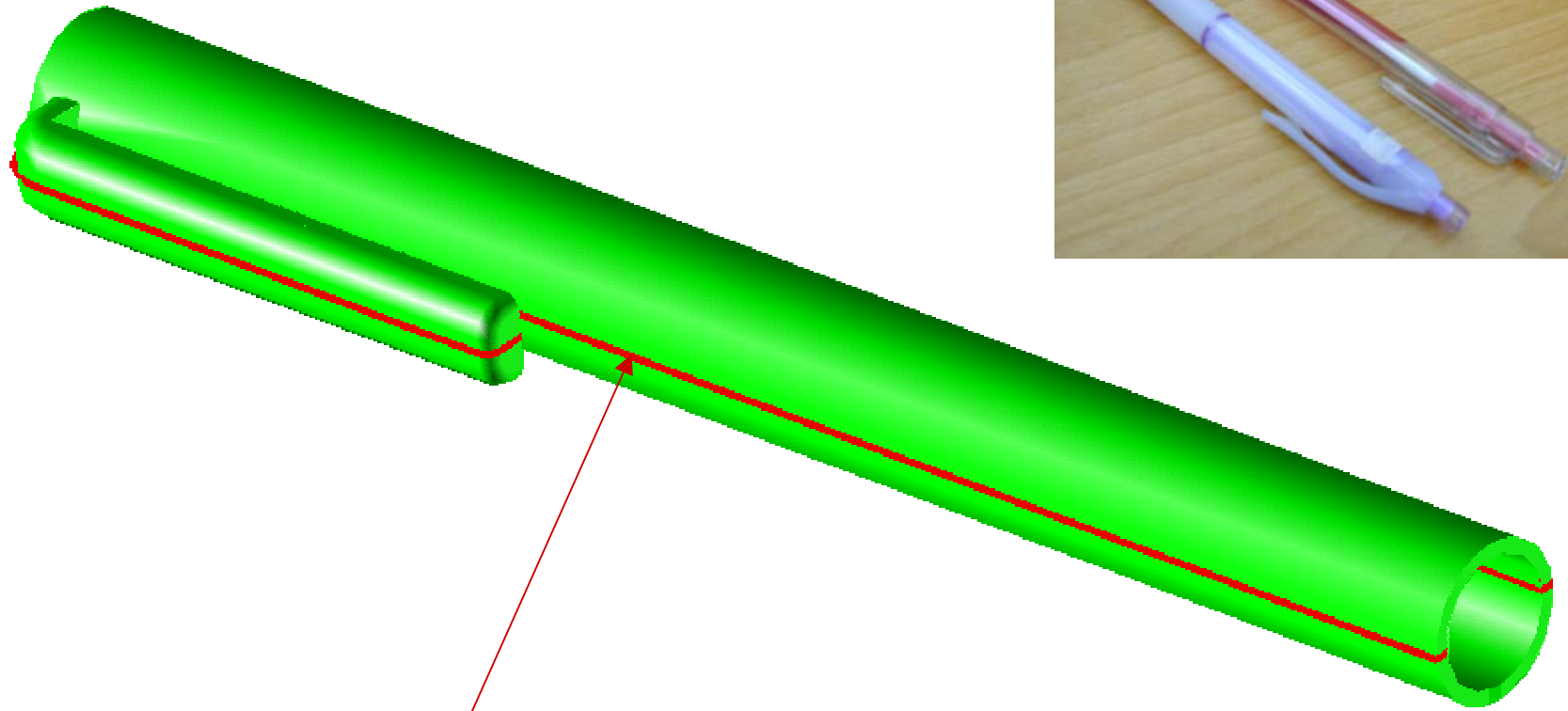
- 在進行模具設計時，分模面的判斷是非常重要的。
- 設計分模面時，除了考慮模具結構外，還必須考慮到鉗工組立。
- 分模面設計，需要檢查的重點有三：
 - 分模面的位置判斷
 - 分模面定位
 - 分模面是否有尖角

分模面的位置判斷

- 分模面位置放置不當，有時候造成的成型問題，會完全無法解決。
- 通常分模面判斷會出現問題者，多半是產品上有兩個以上的開模方向；一般設計者在進行設計時，多半會將行程較短側以滑塊設計。
- 然而，滑塊機構合模時能夠提供的鎖模力較小，若該方向之產品投影面積較大，很容易會發生問題。



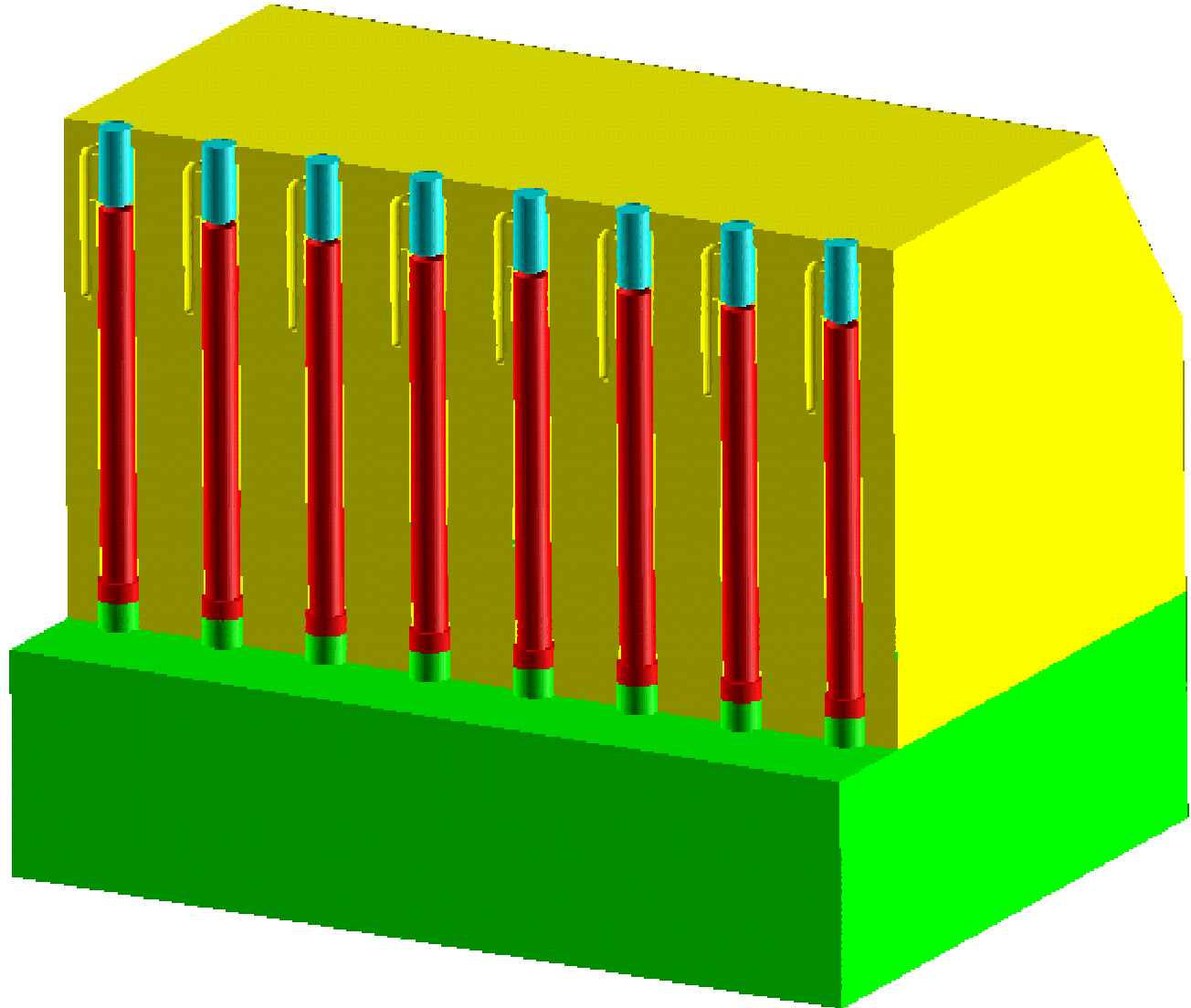
原子筆筆筒



分模線

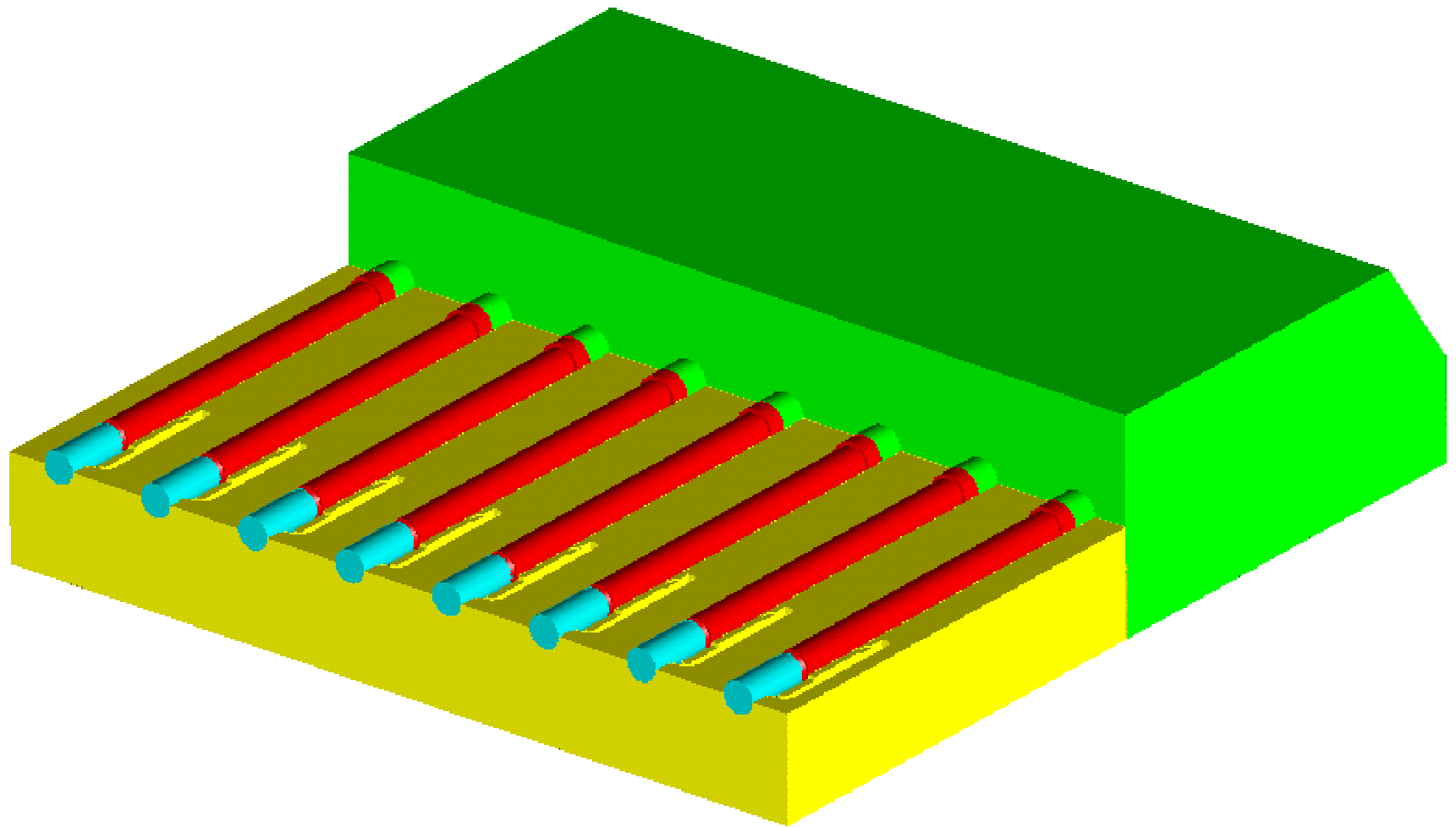


設計一





設計二



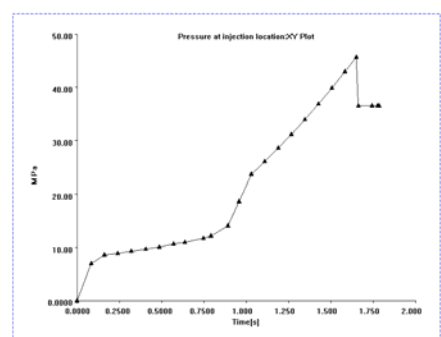
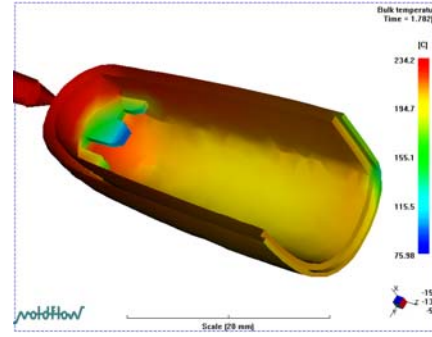
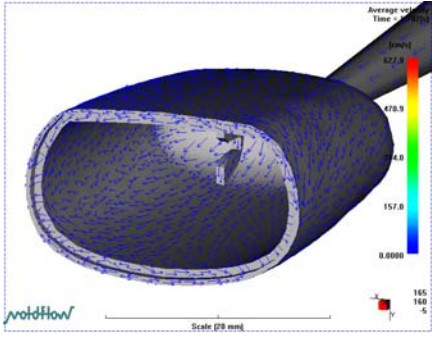
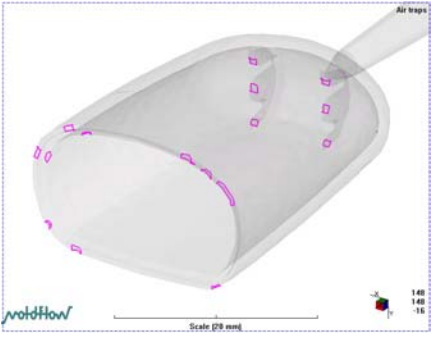
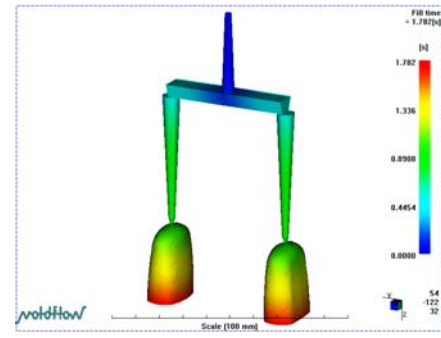
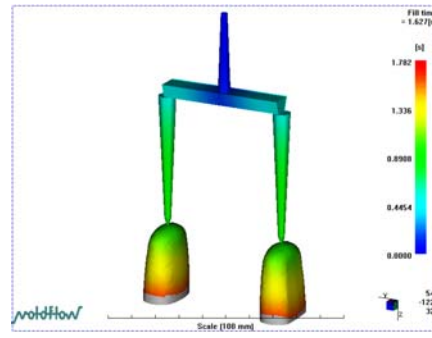
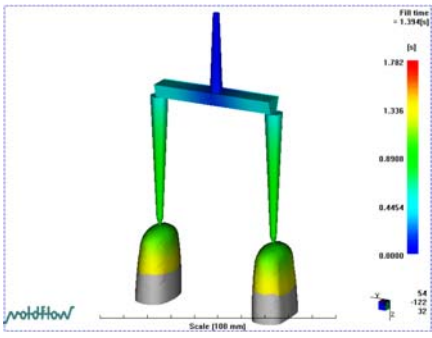
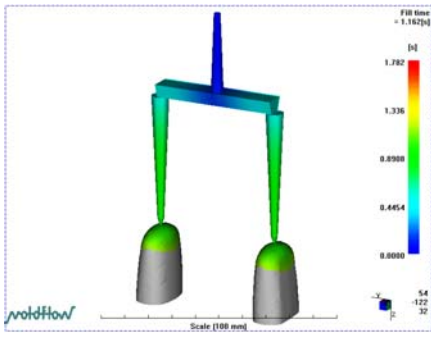


USB 隨身碟



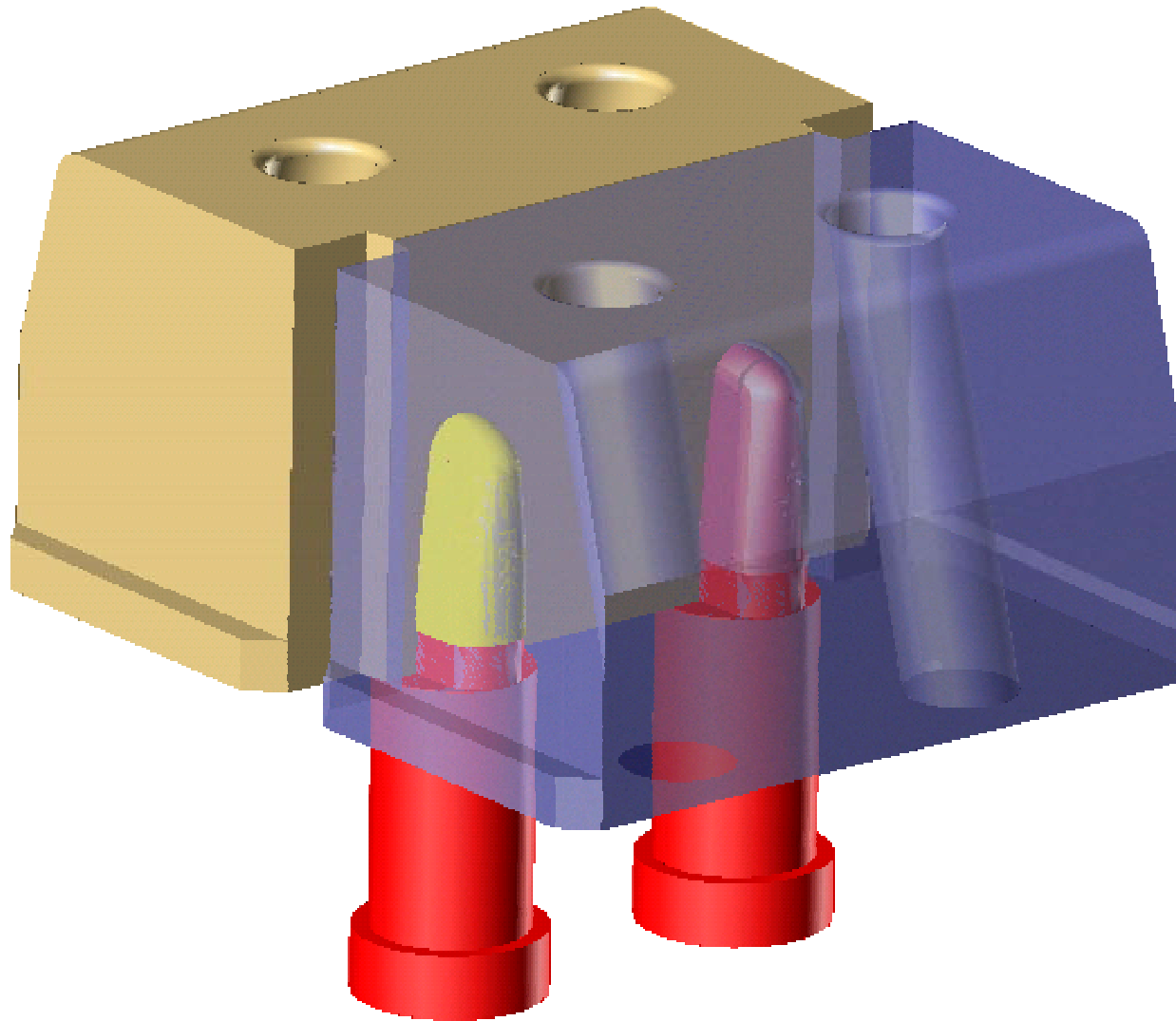


下蓋充填模式



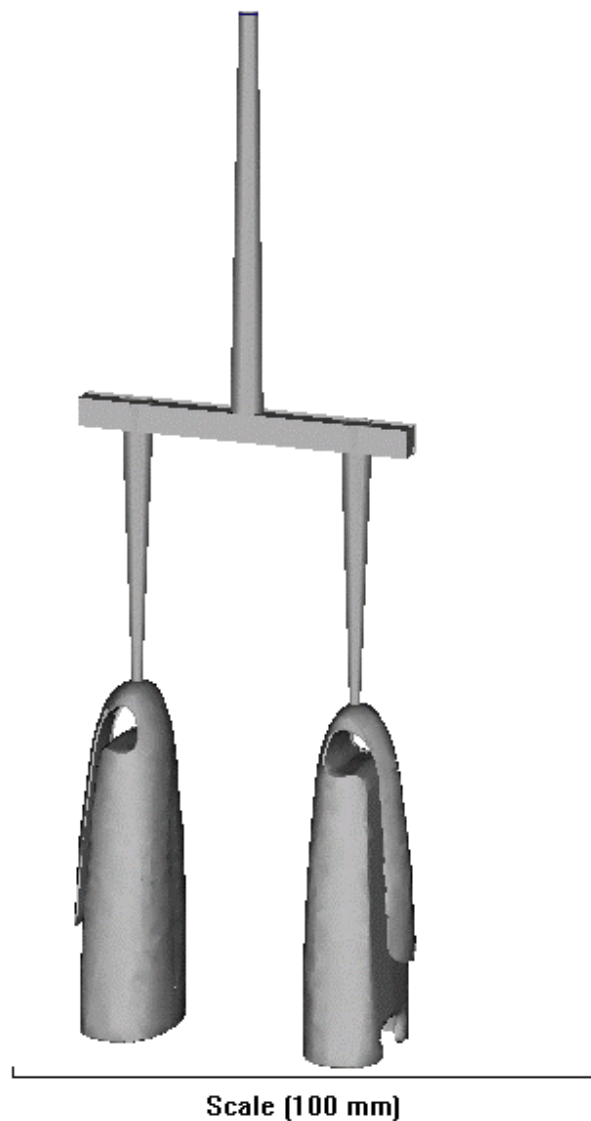


下蓋模仁3D組立

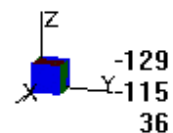
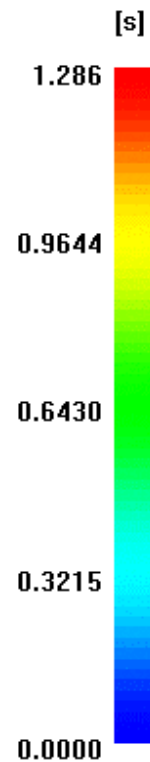




上蓋充填模式



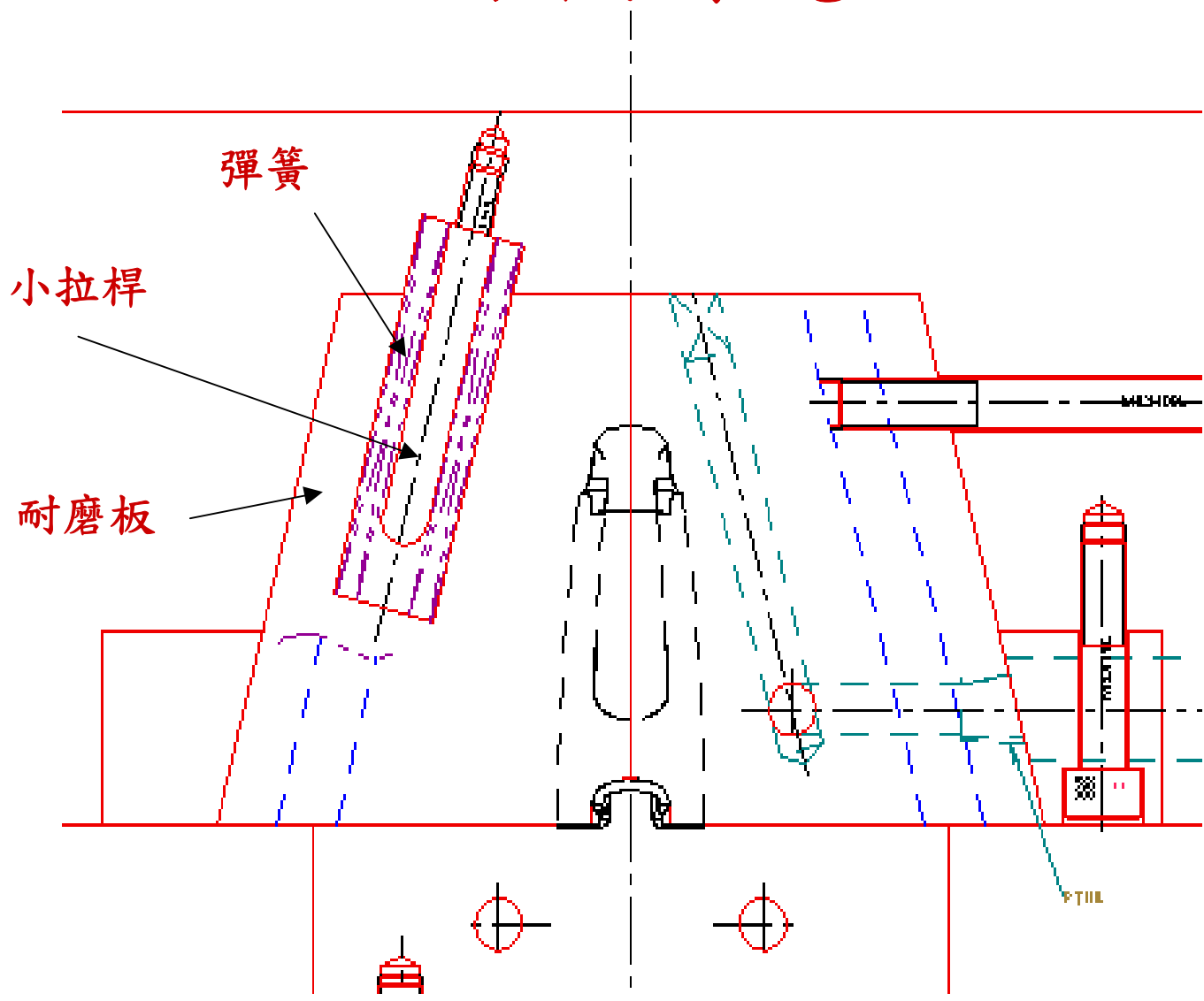
Fill time
= 0.0001[s]



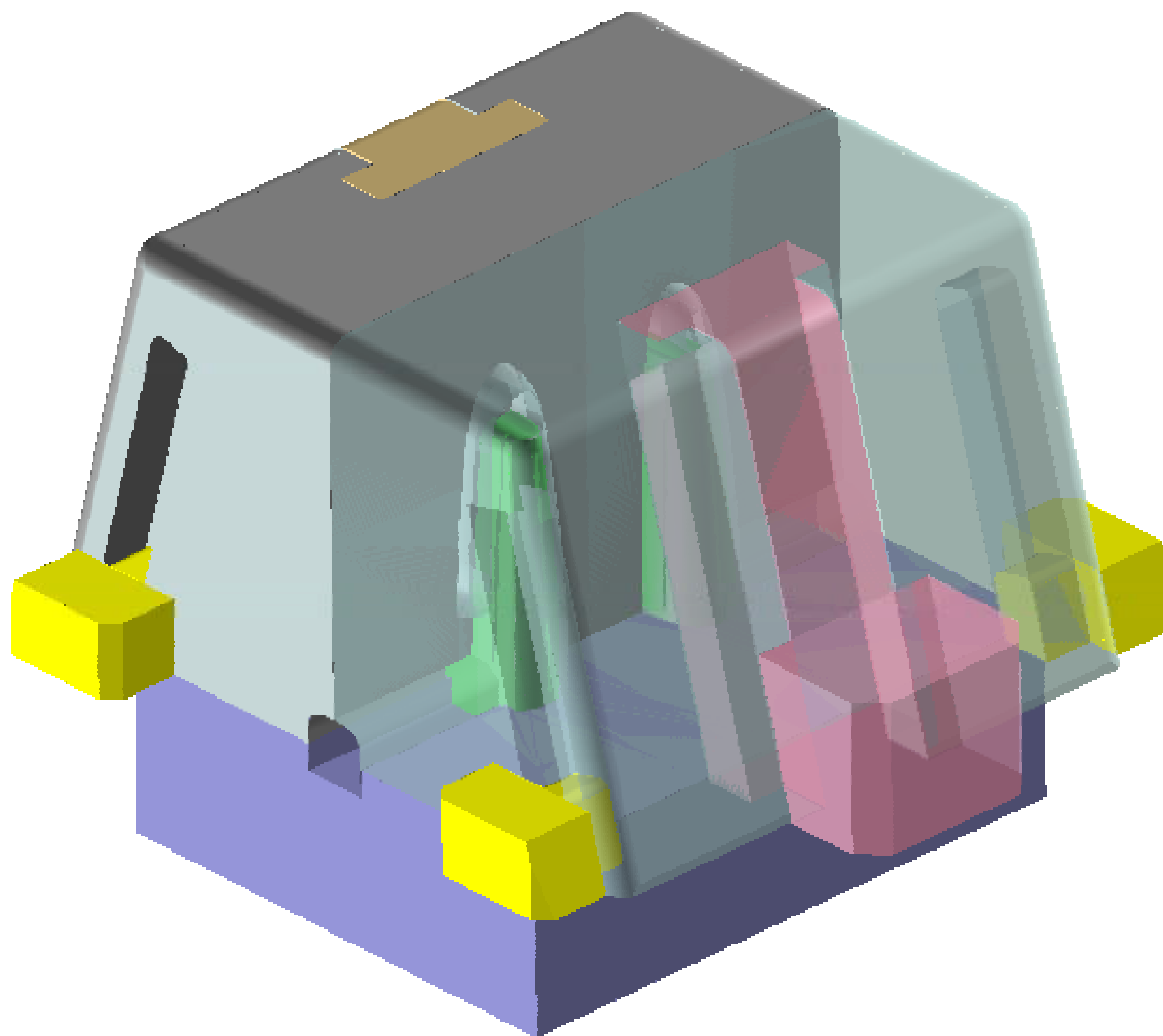
moldflow



母模滑塊



上蓋模仁 3D 組立





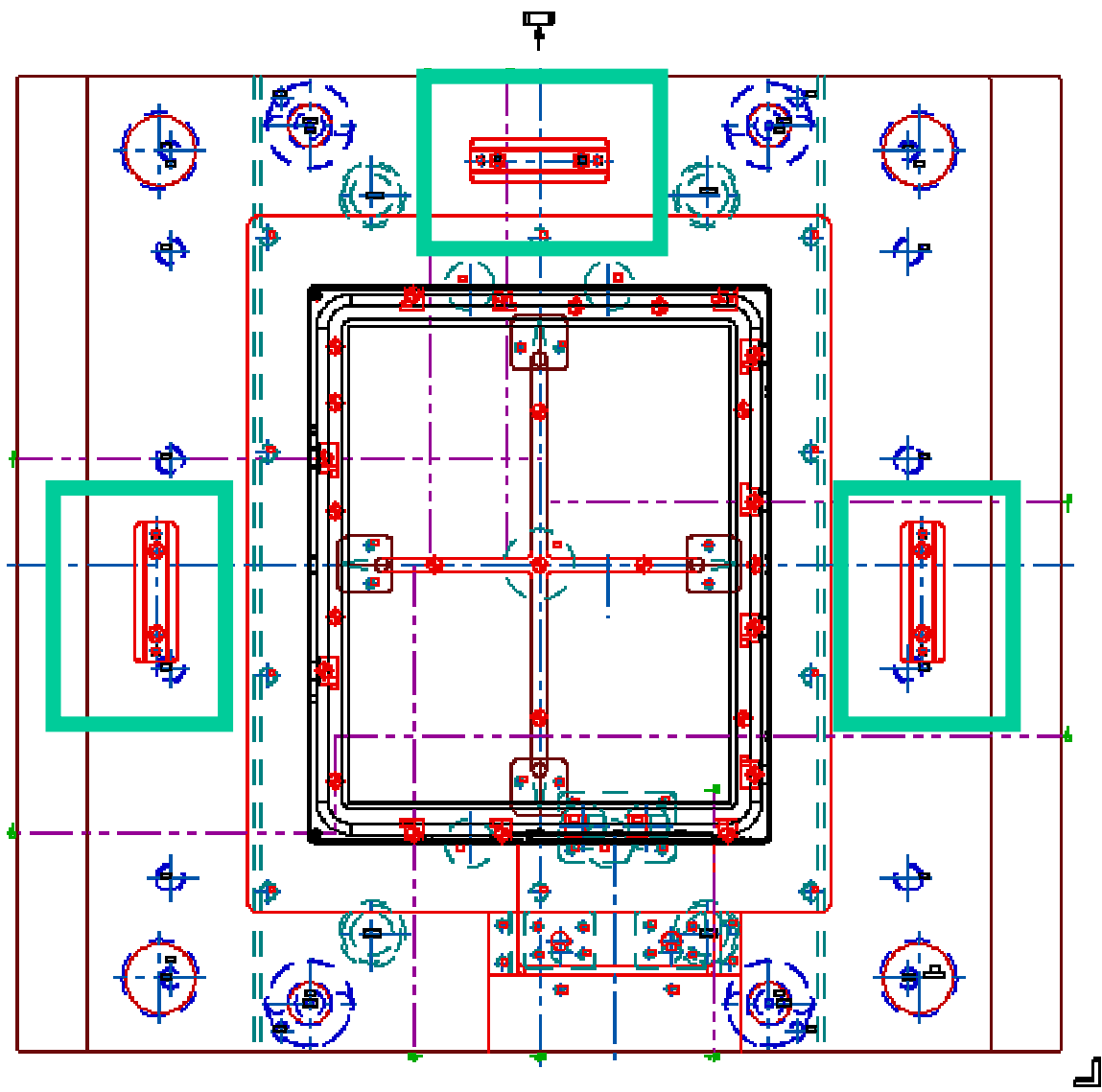
分模面定位

在成型過程中，模板的定位主要是靠四支導柱的定位。但是當模座較大時，導柱的公差也會隨之增大，定位的效果也會較差。為了幫助定位效果，在模座的四周可以安裝導柱輔助器，協助模具公母模板的開閉時的定位。或者是利用分模面定位的設計，讓模具閉合的效果提高。





導柱輔助器的安裝





日光燈燈罩



成型材料: **PMMA**

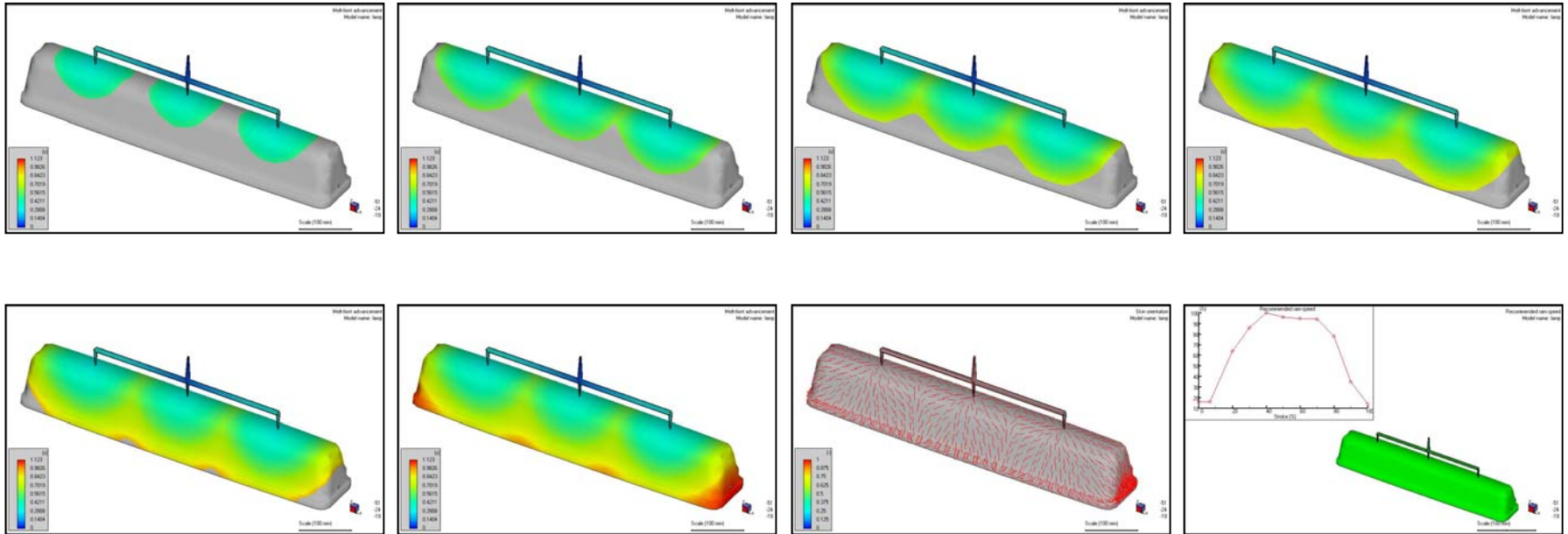
成型機噸數: **400 噸**
(一模一穴)

問題:

成型不穩定, 壁厚不均勻



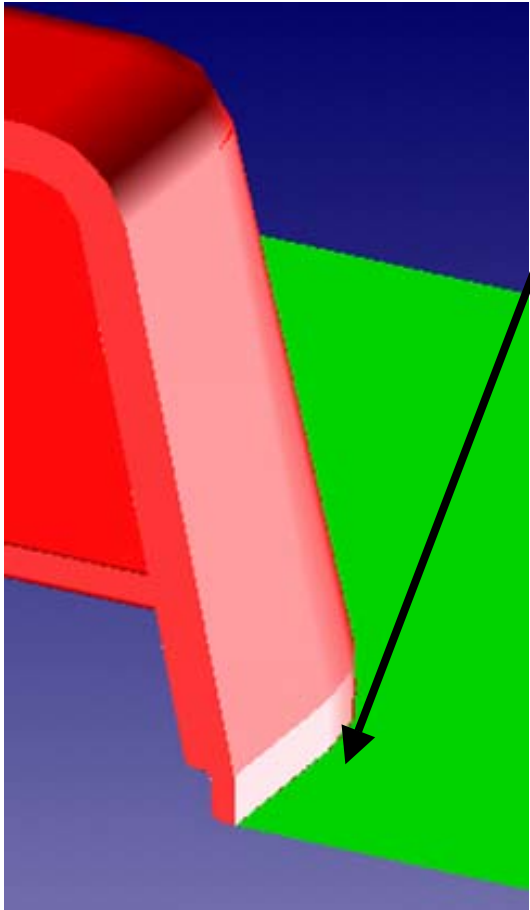
CAE 分析



雖然已經利用CAE軟體調整澆口尺寸，讓充填模式達到充填平衡的要求，卻仍然出問題...

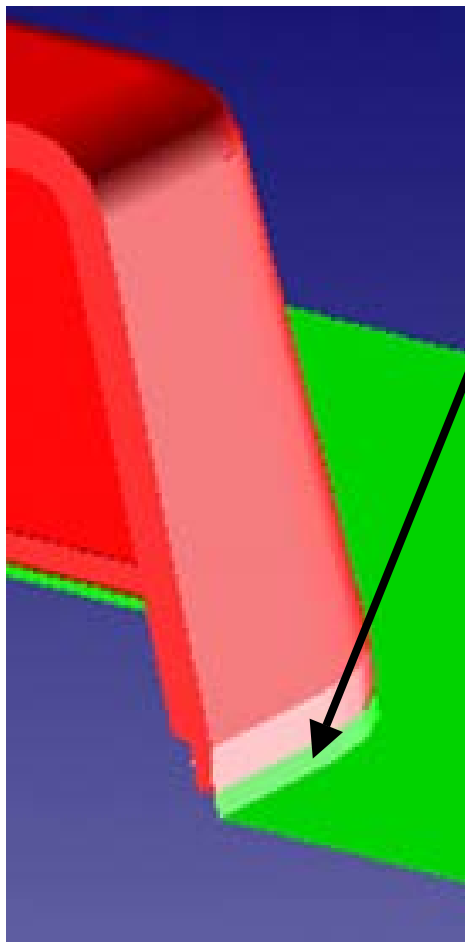


原有的拆模方式



公母模仁閉模時，僅能夠靠額外的導柱輔助器協助定位。
如果射壓非常大時，稍微一點偏移就會造成壁厚不均

修改後的拆模方式



增加一段斜角的面 (5度 ~ 20度), 讓公母模仁閉合時可以藉著這個斜面靠緊, 以抵抗側向力

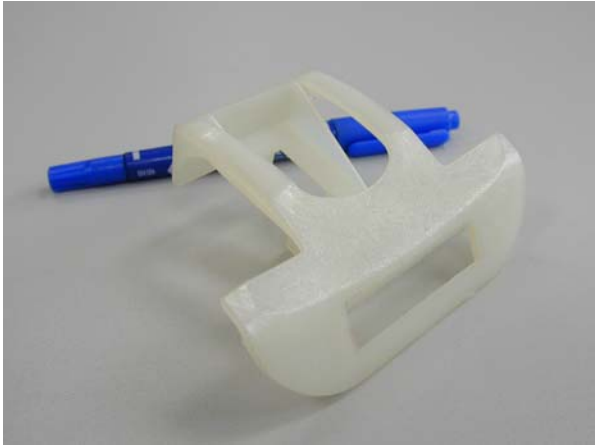


卡車車門門





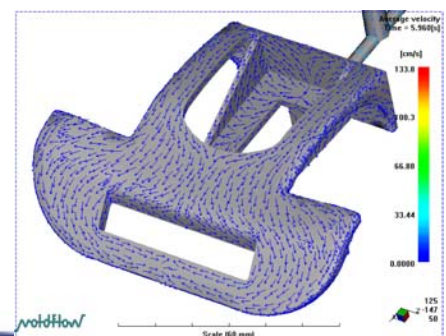
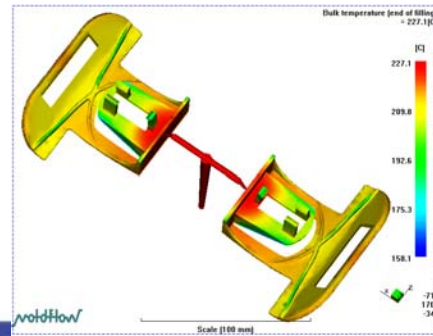
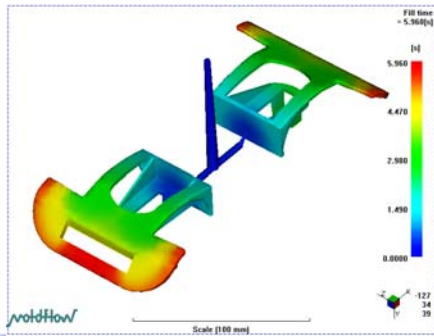
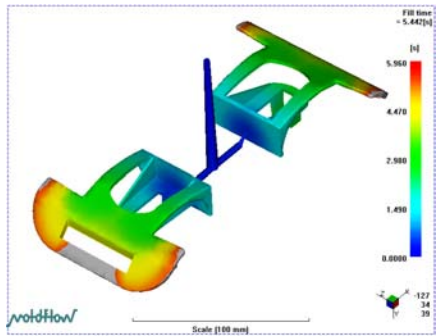
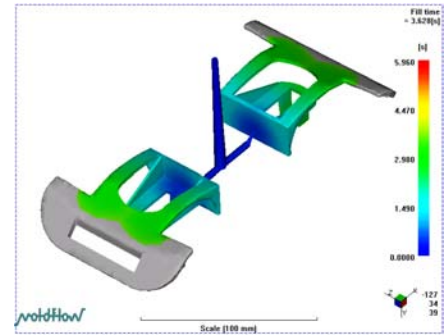
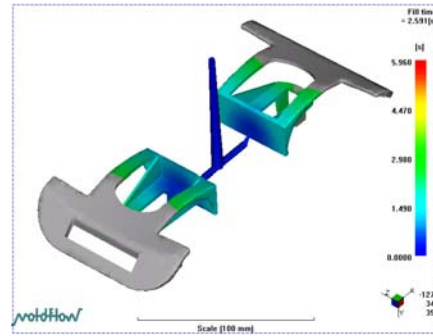
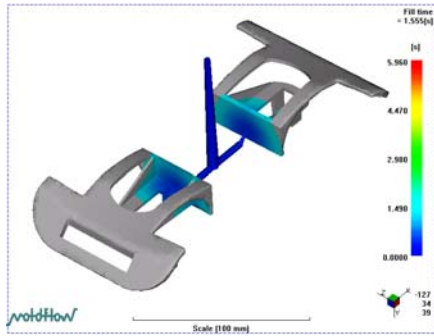
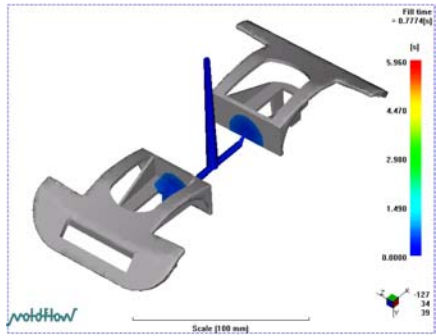
卡車車門門



Application : Car

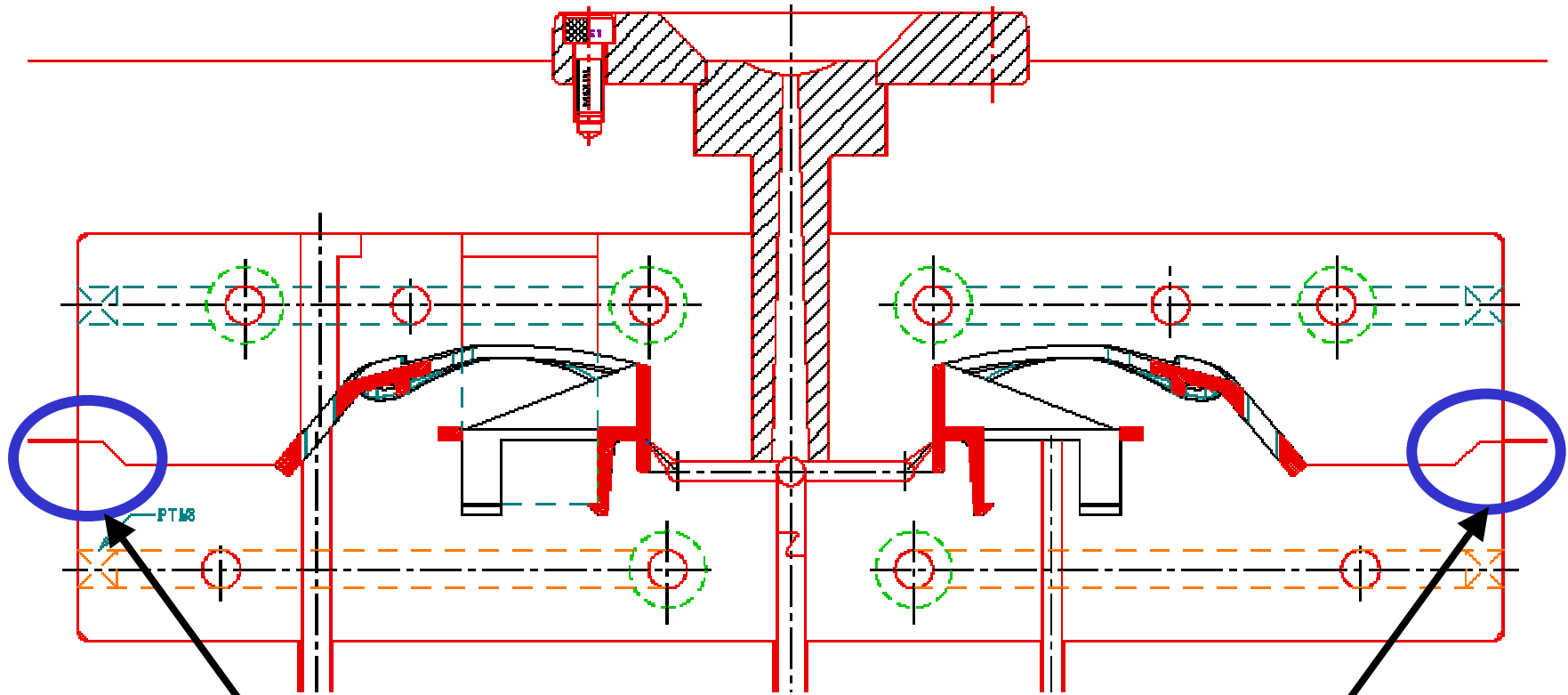
Material : POM

Clamp force : 80 Ton (2 Cav.)





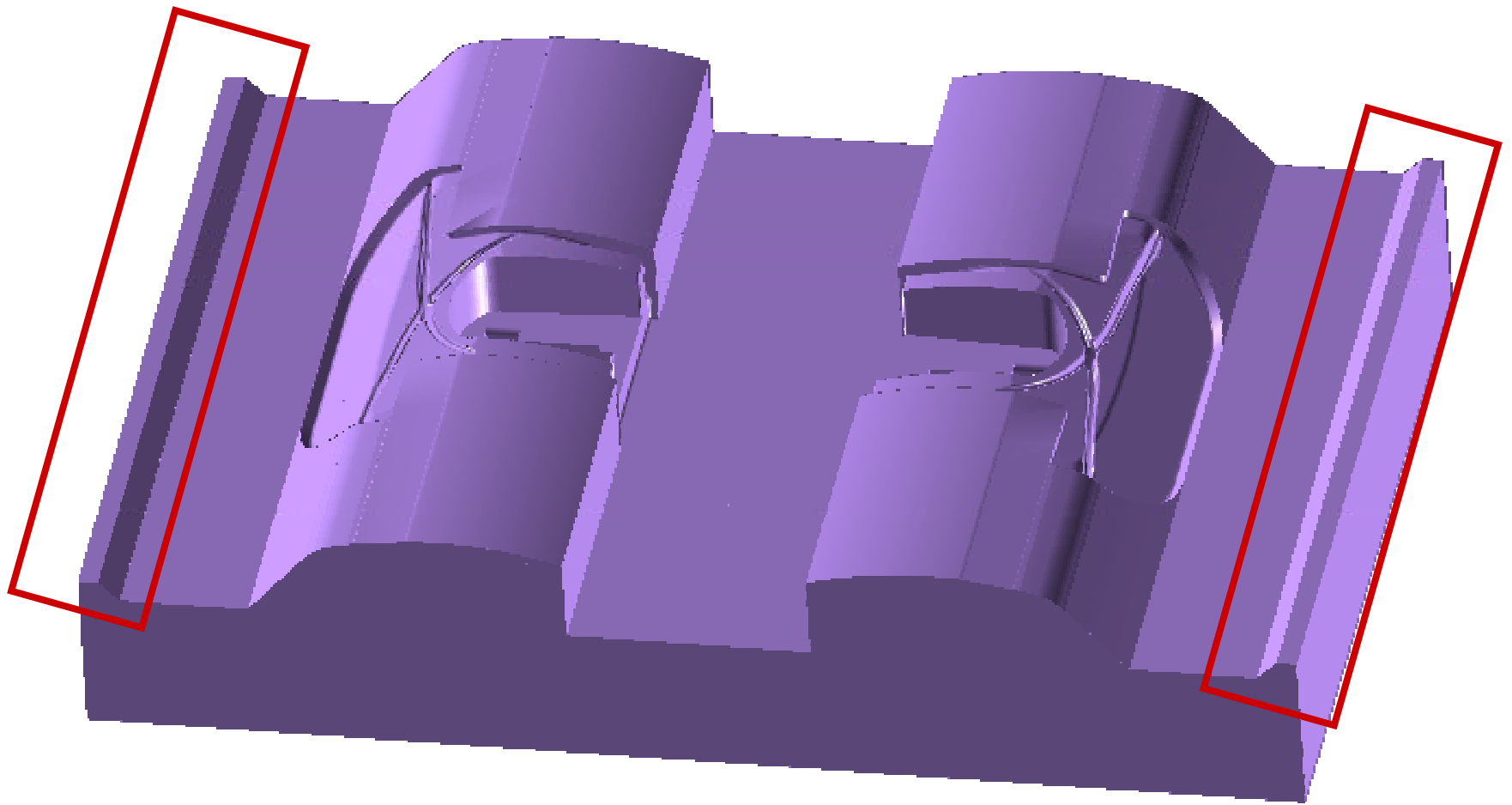
公母模仁側視圖



分模面定位



公模仁圖

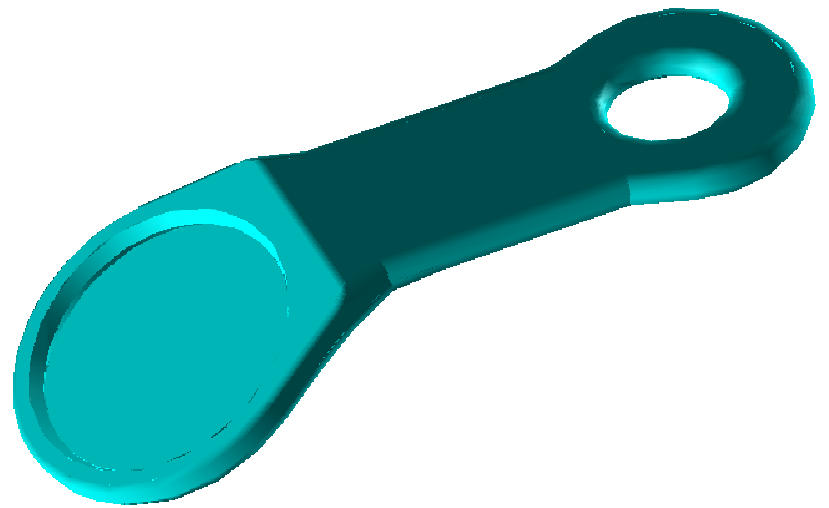




把手

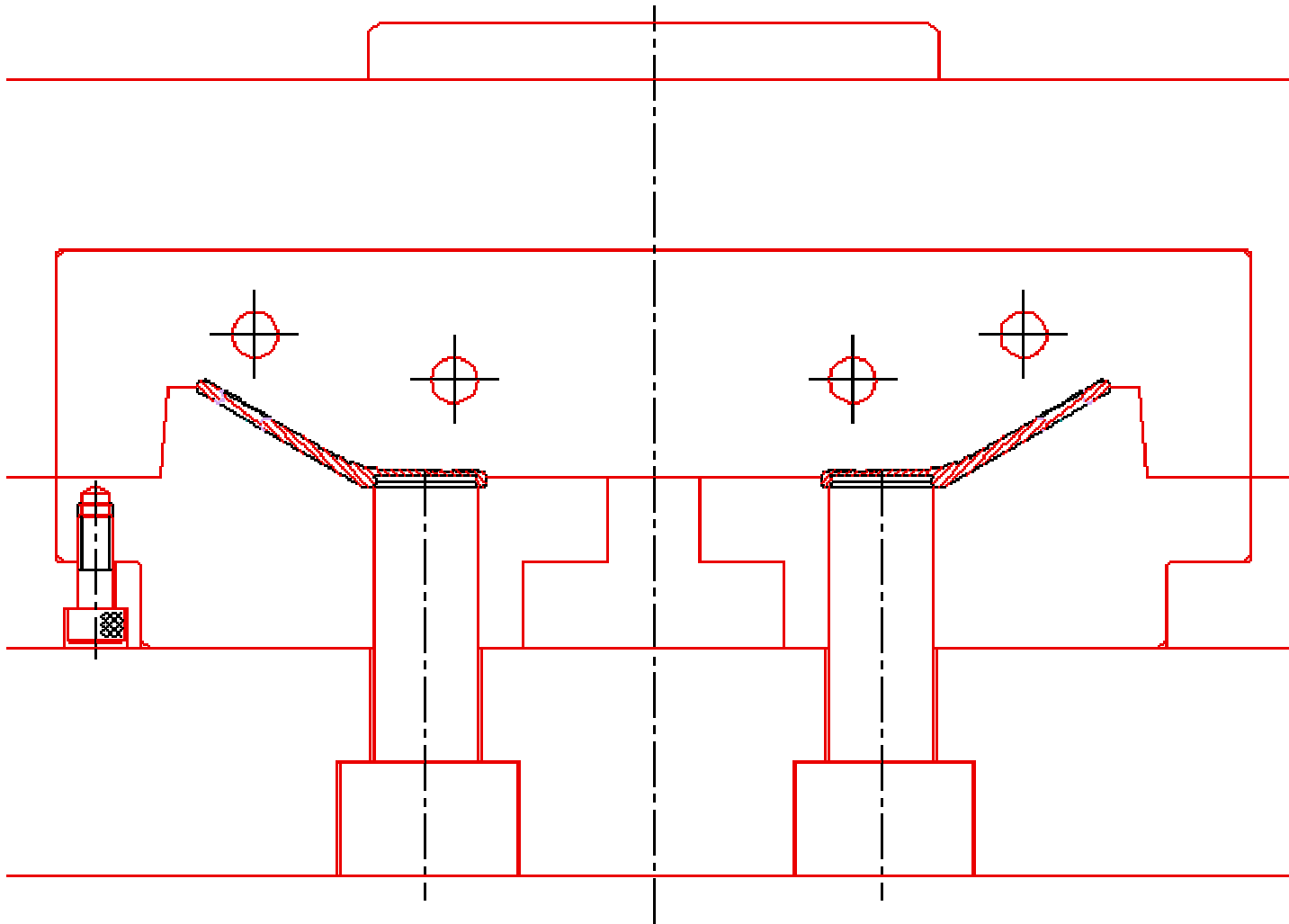
材料：POM

尺寸：50 X 20 X 18 mm



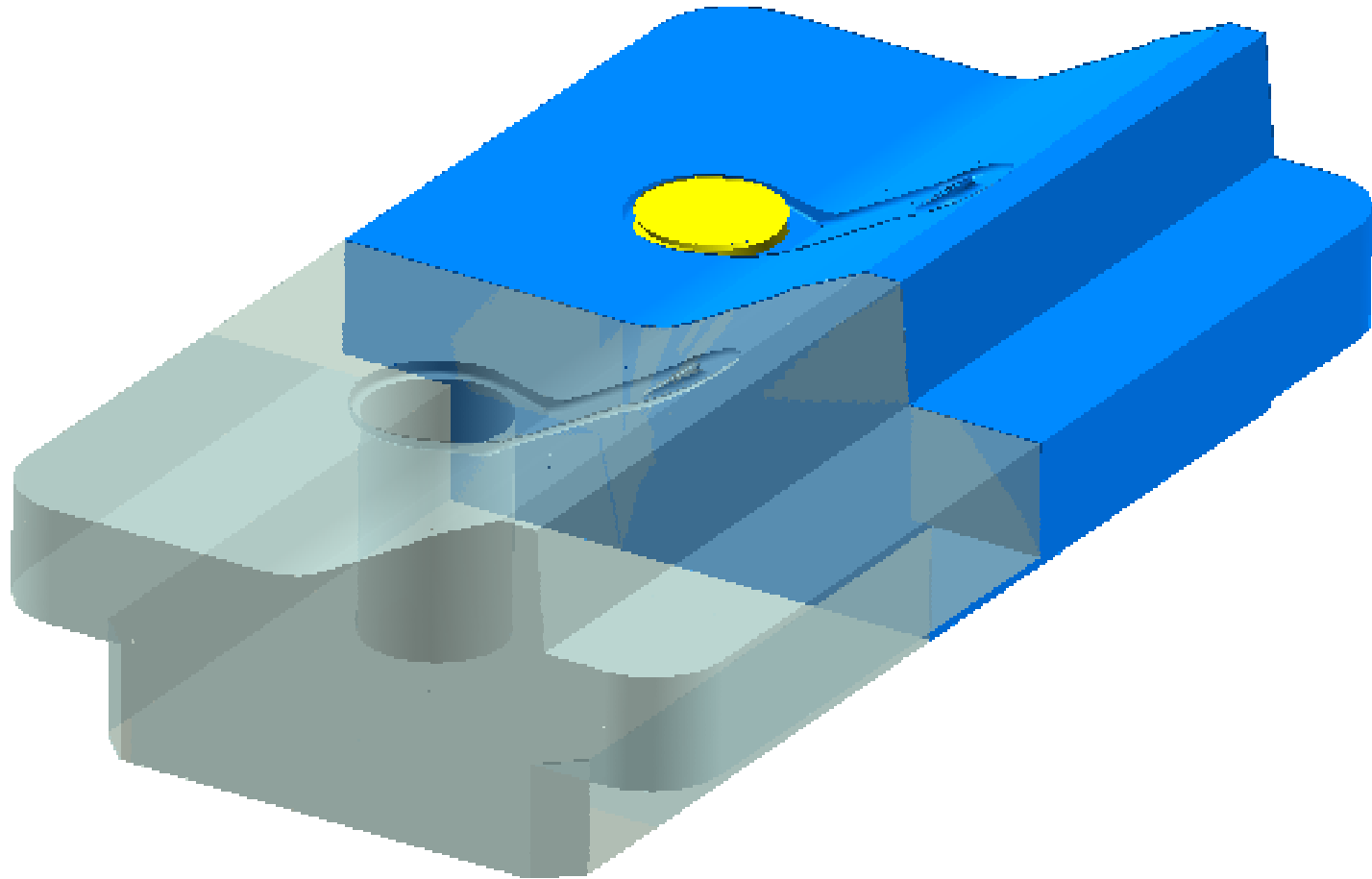


公母模仁側視圖



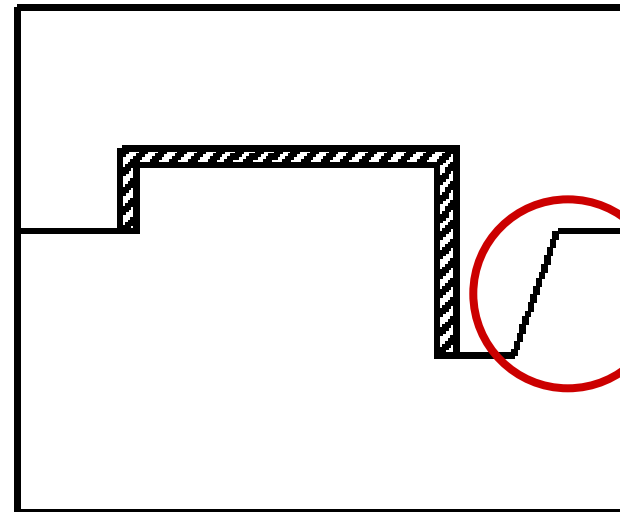
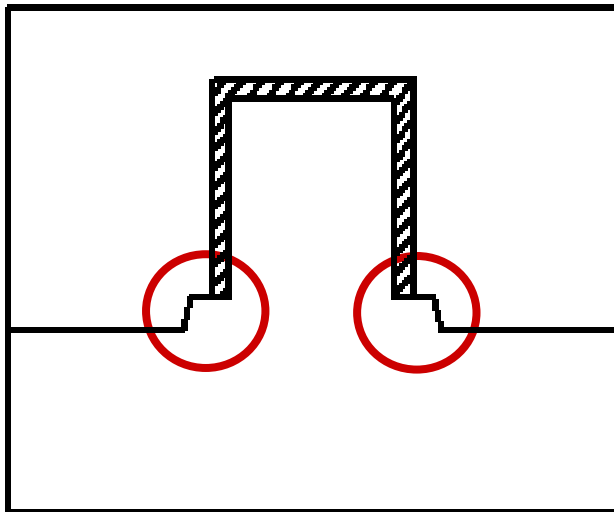
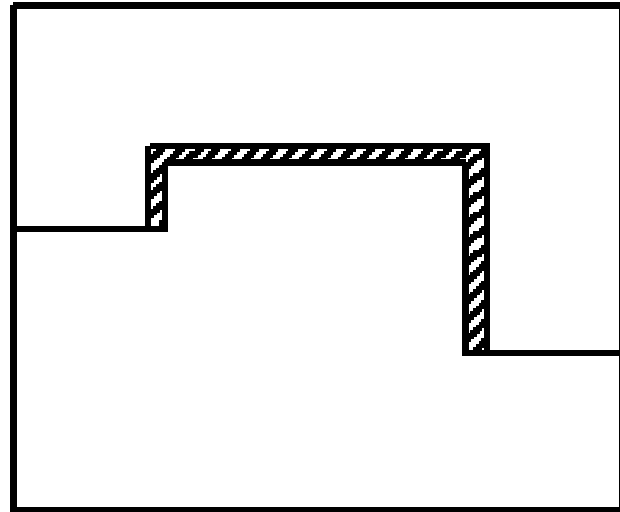
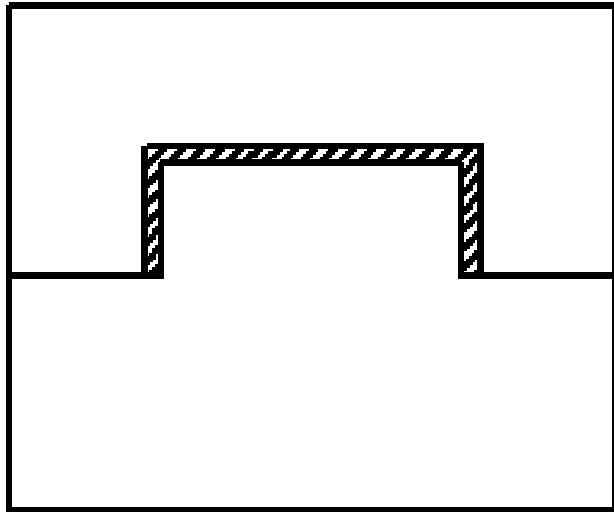


公模仁3D圖





分模面的定位





分模面是否有尖角

- 模具的分模面設計如果有尖角，在成型過程中，該尖角位置因為應力集中的影響，比較容易崩壞。
- 進行3D模仁設計時，必須注意分模面上是否有尖角出現；因為如果分模面上出現尖角，模具的壽命可能會縮短；可以與產品設計人員討論，檢查是否可以修改產品造型。



滑雪靴的分模面修改





滑雪靴上壓板

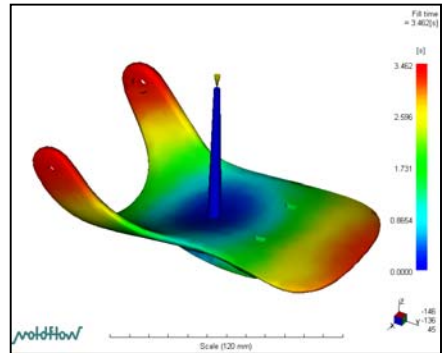
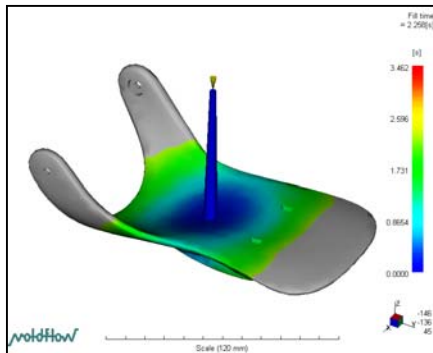
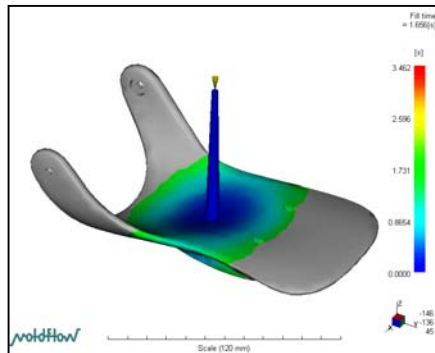
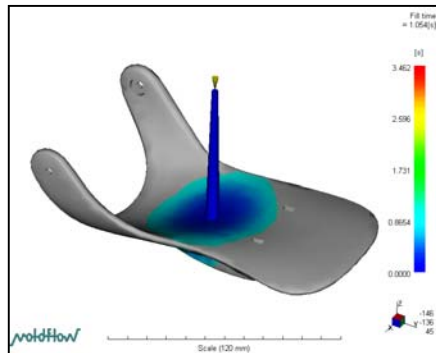
Shoes High_back



Application : Shoes

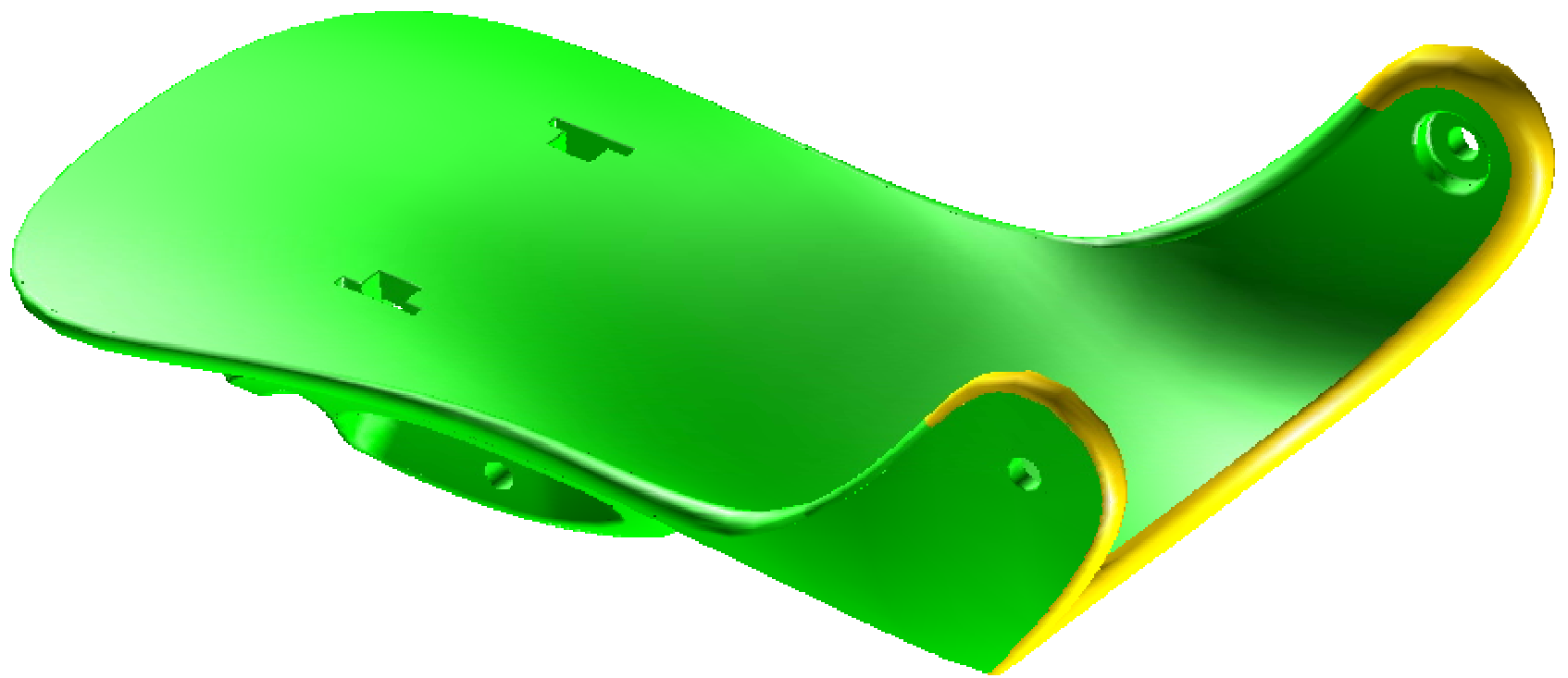
Material : PA 66 + 33%GF

Clamp force : 80 Ton (1 Cav.)



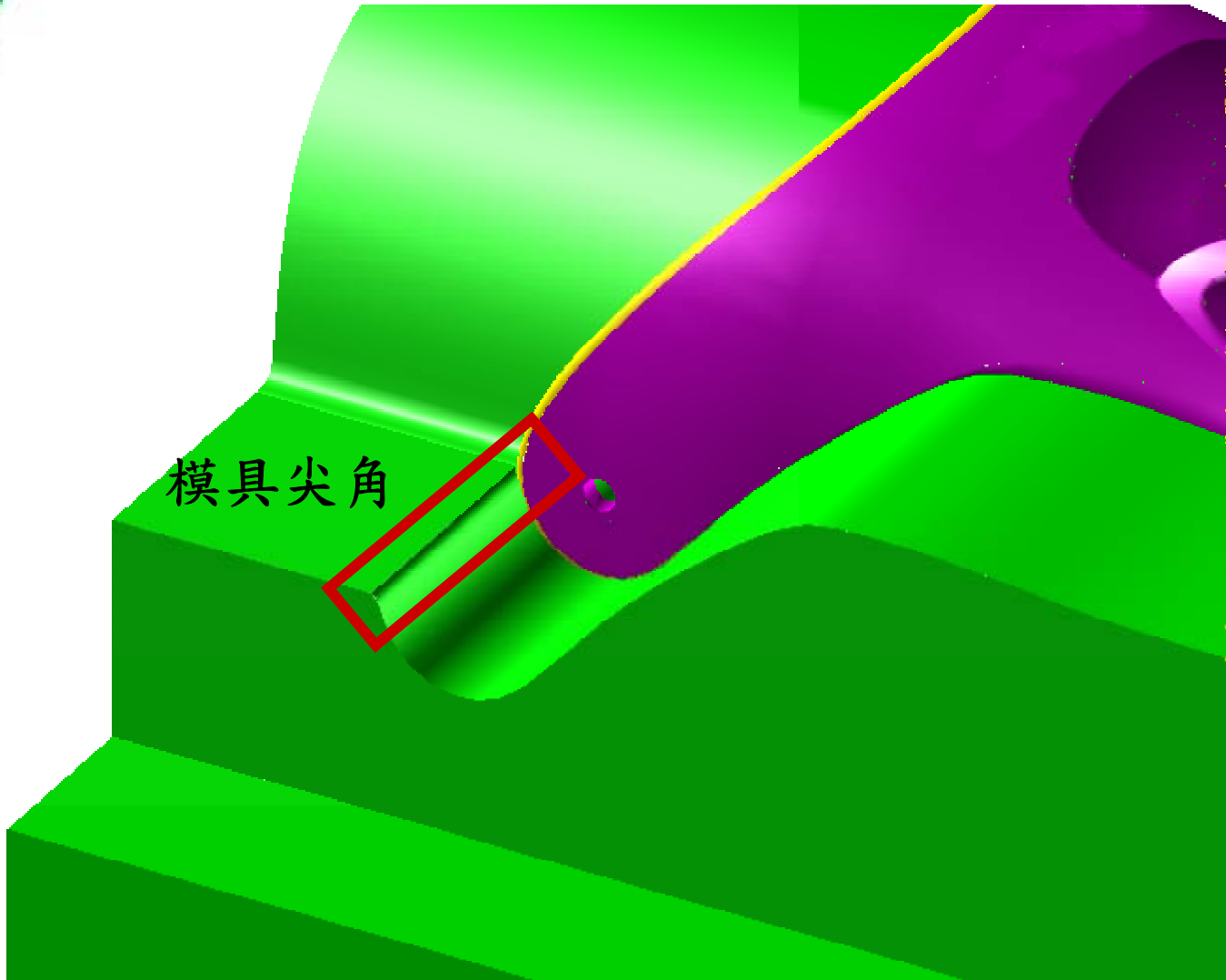


產品造型

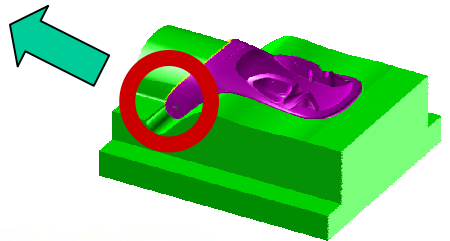




公模仁



模具尖角





分模面設計檢查點

- 分模面的位置決定
- 分模面定位
- 分模面尖角

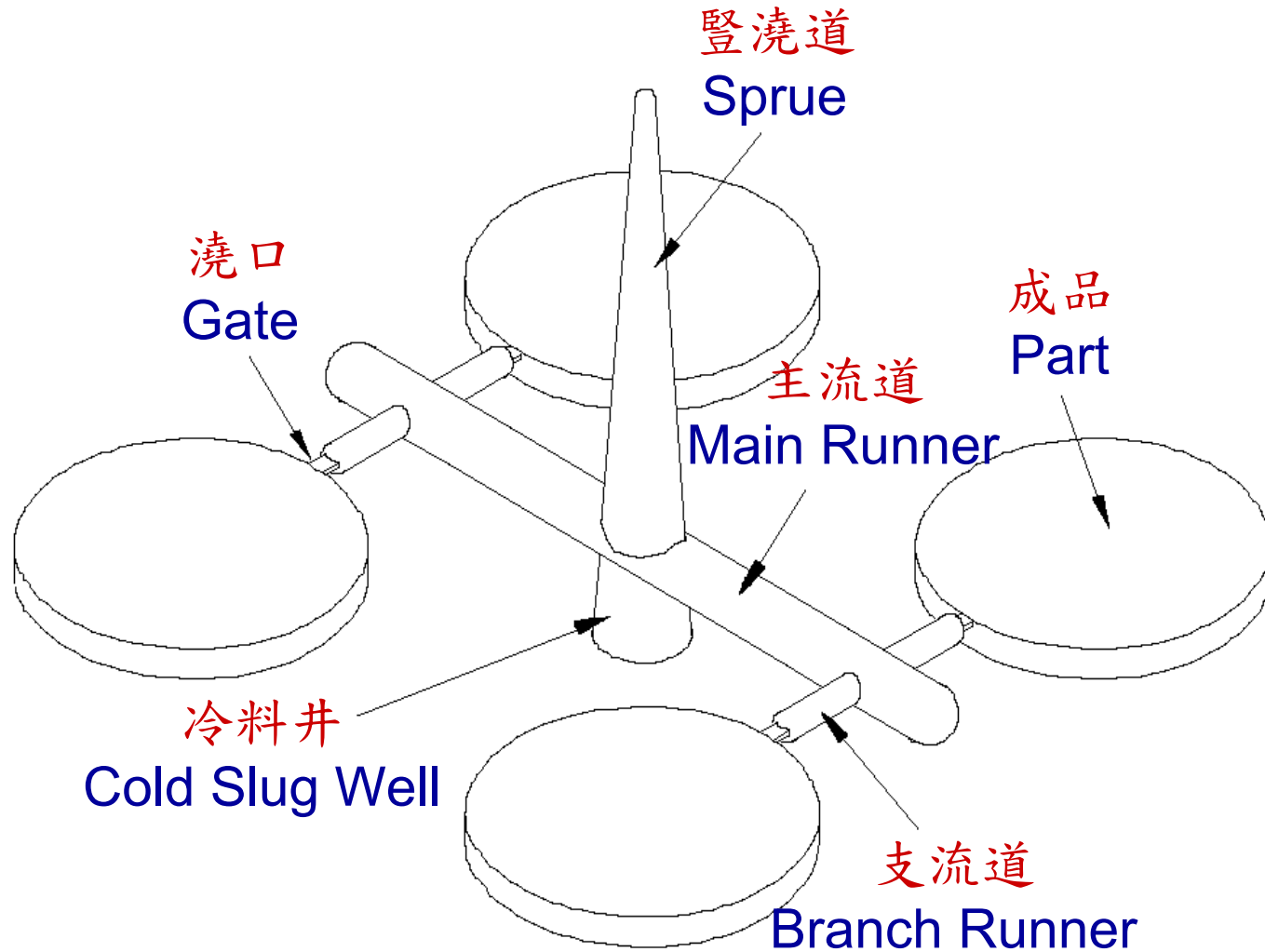


澆注系統的合理化

- 澆注系統是指模具中，從射出機噴嘴起，到模穴入口為止的塑料熔體的流通管道，或者是在這個通道內冷凝的固體塑料。
- 澆注系統分為普通流道系統（冷流道）以及熱澆道系統兩大類，普通流道系統包括了流道（由主流道、分流道，以及冷料井組成）和澆口。
- 澆注系統的合理化，首重模穴配置與澆口設計



澆注系統



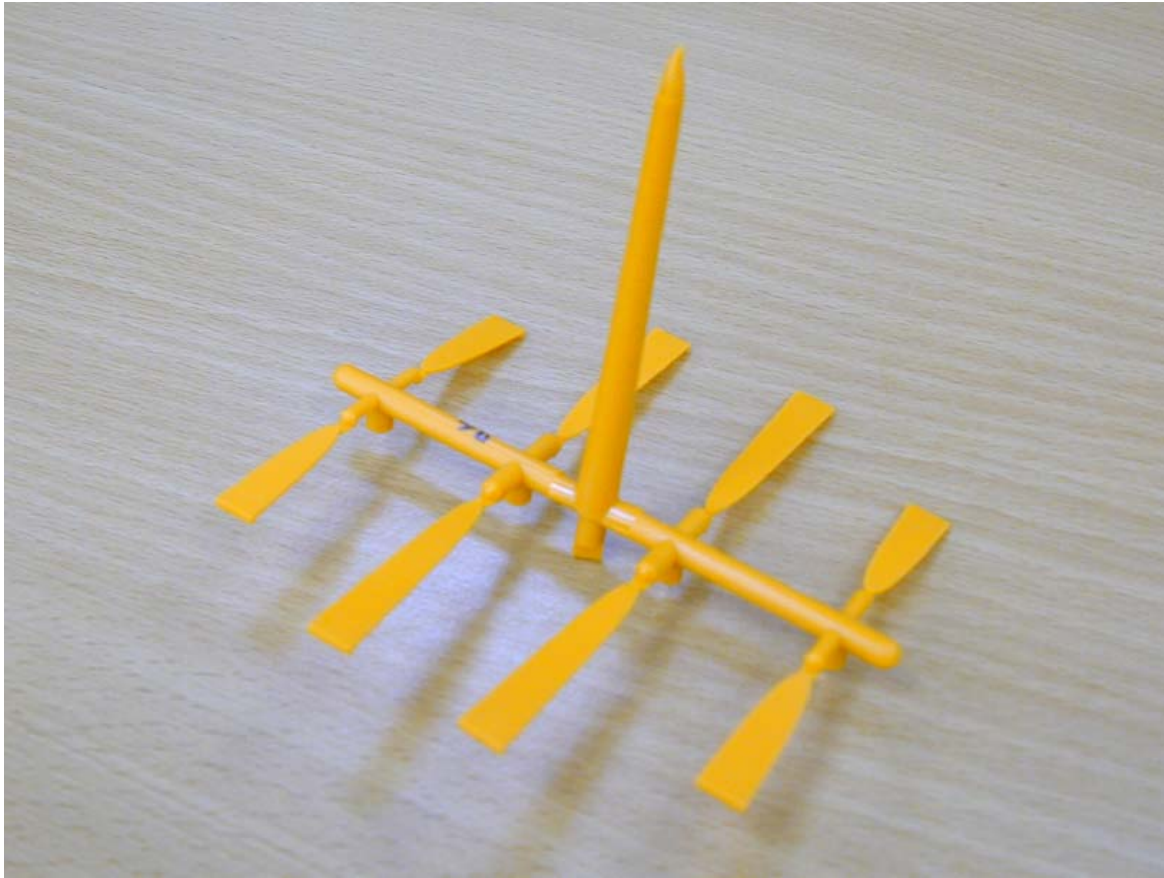


澆注系統設計重點

- 模穴配置盡量採用平衡配置，模穴與澆口的位置力求平衡，以防止模具承受偏載，而產生溢料現象。
- 流道末端必須設計冷料井，防止冷料隨著流道系統進入模穴。
- 結合線的位置，主要是由澆注系統的設計決定，在產品上額外加上肉厚設計，可以在不調整澆口位置的條件下，改變結合線的位置。

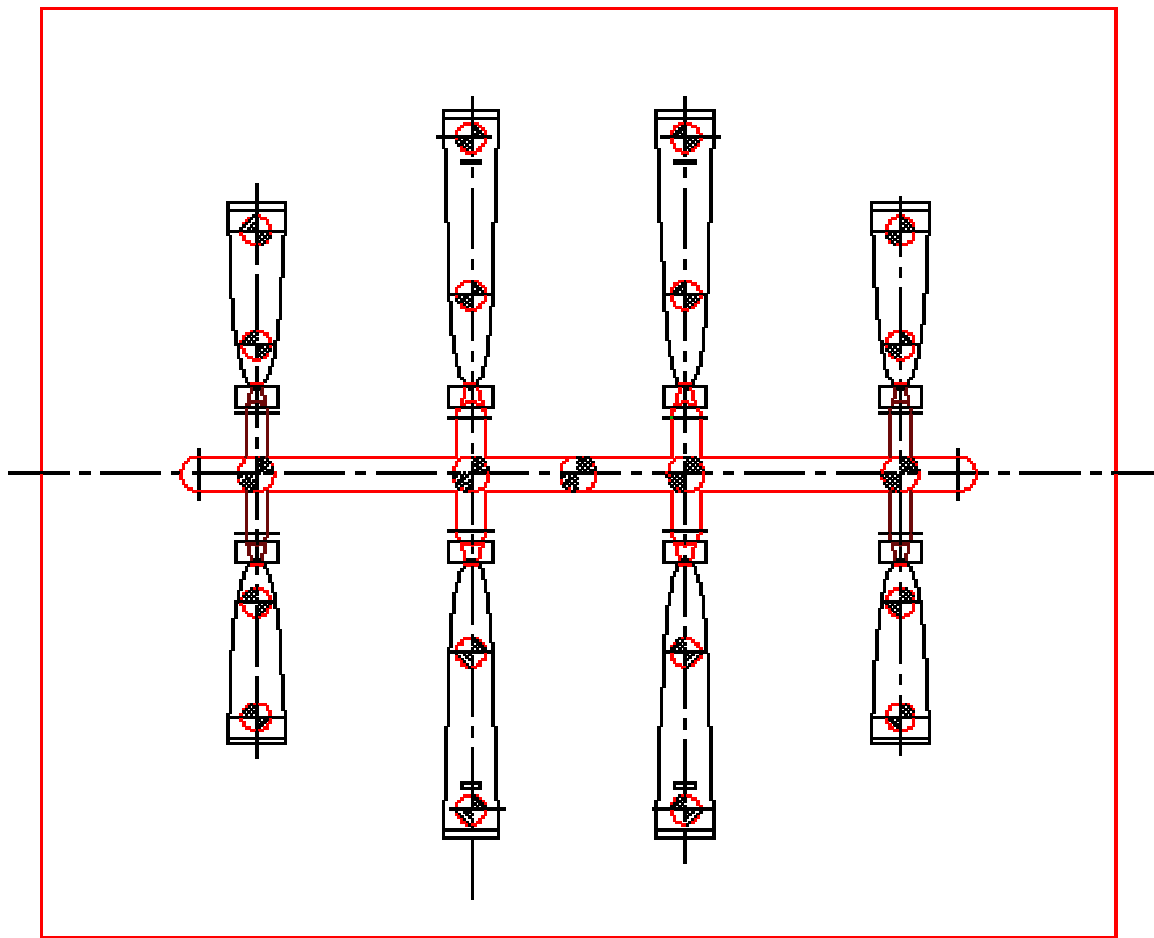


隨身碟飾板





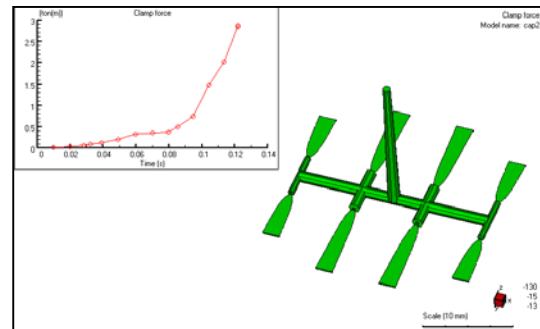
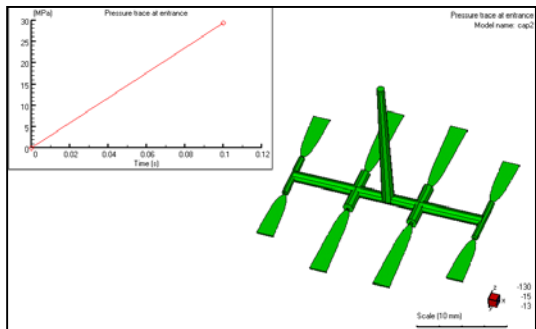
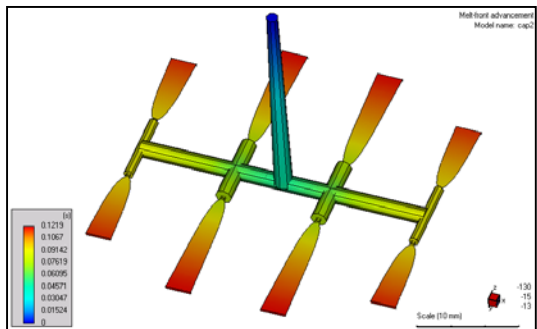
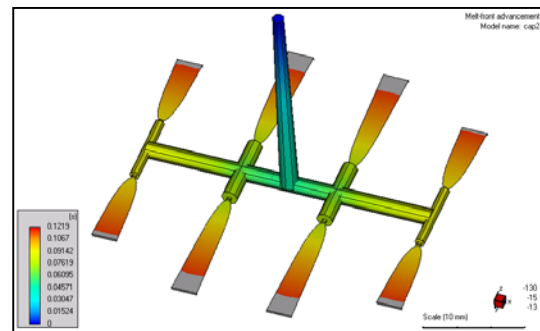
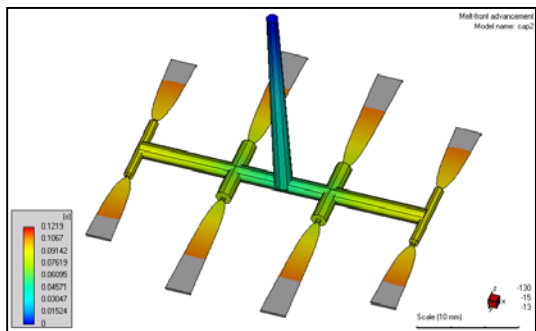
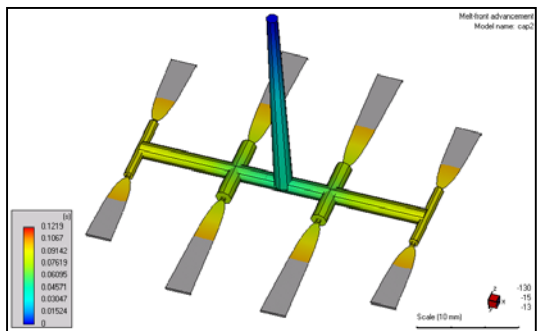
模穴配置



模穴充填平衡

成型材料：ABS

射出成型機噸數：80 Ton



液晶電視前框

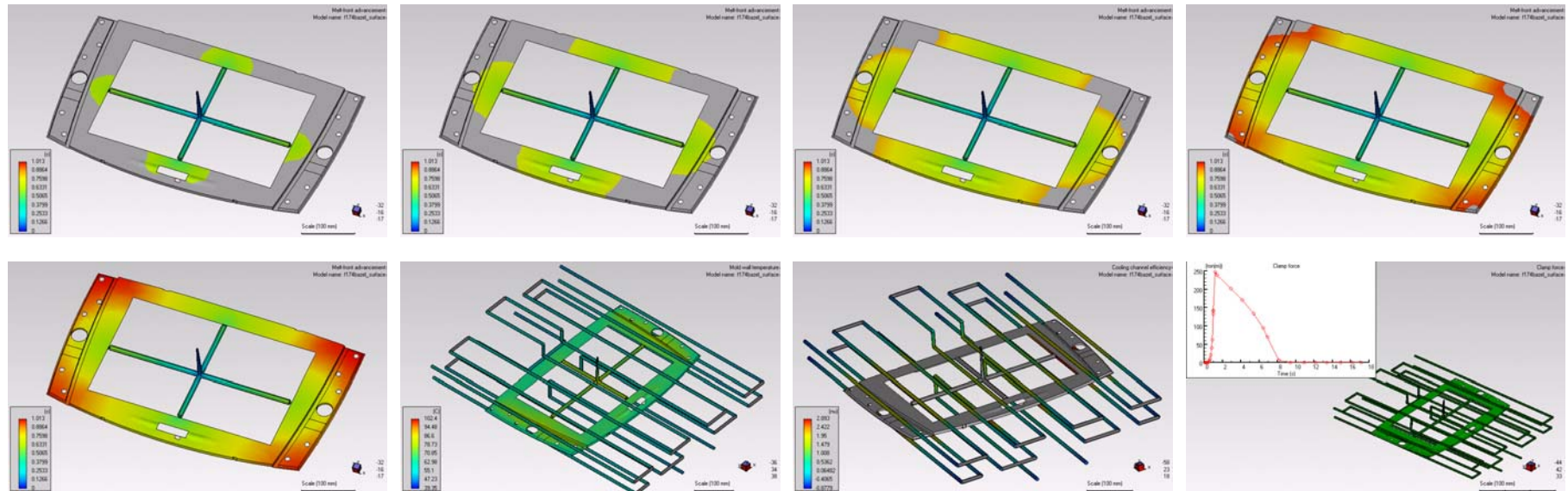
LCD TV Bezel



Application : LCD TV

Material : ABS

Clamp force : 400 Ton (1 Cav.)



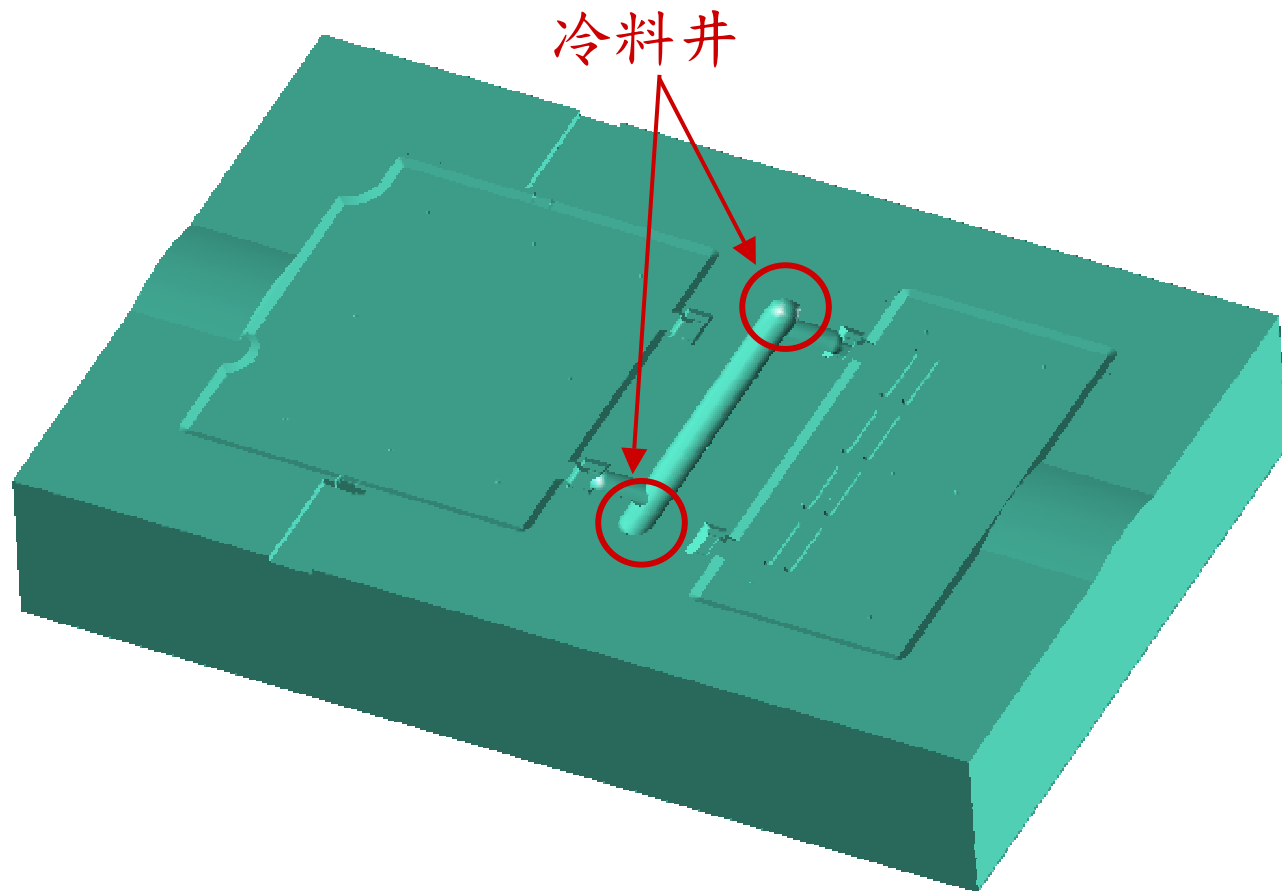


冷料井設計



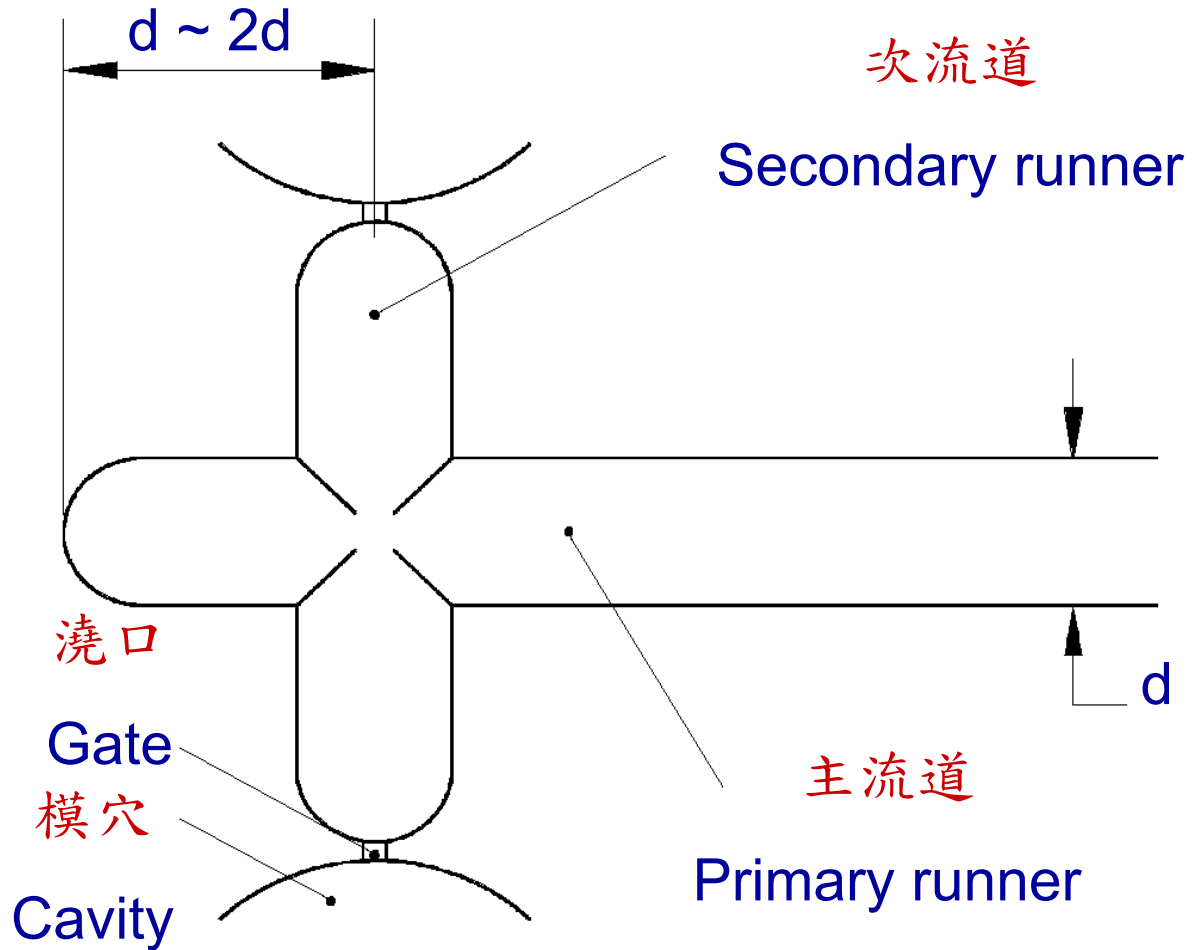


公模仁配置





冷料井的設計

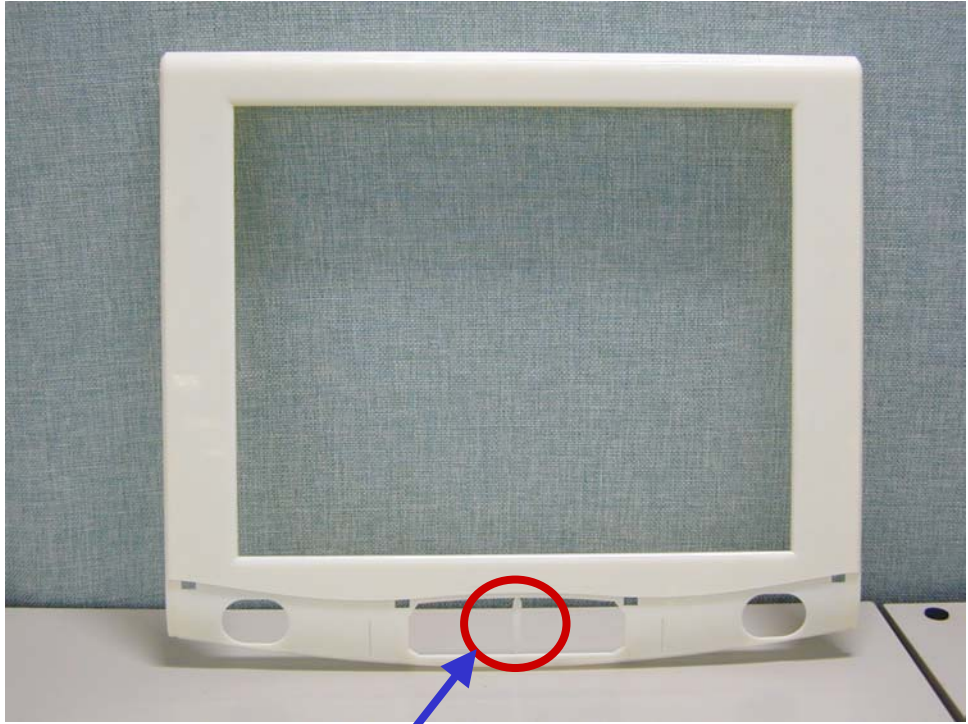


利用額外的肉厚設計調整結合線位置

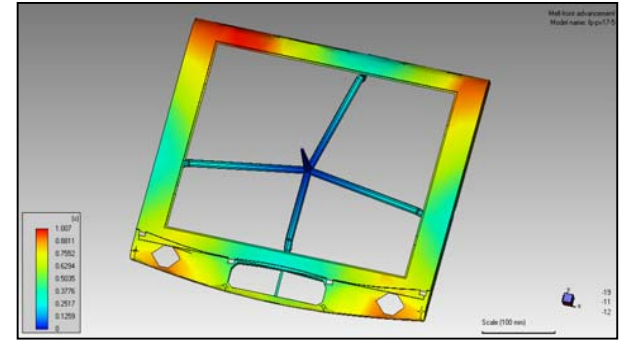
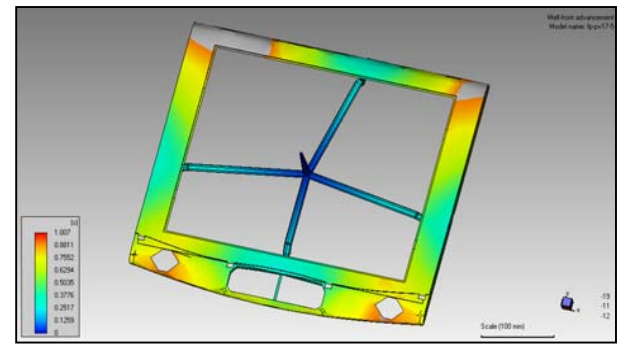
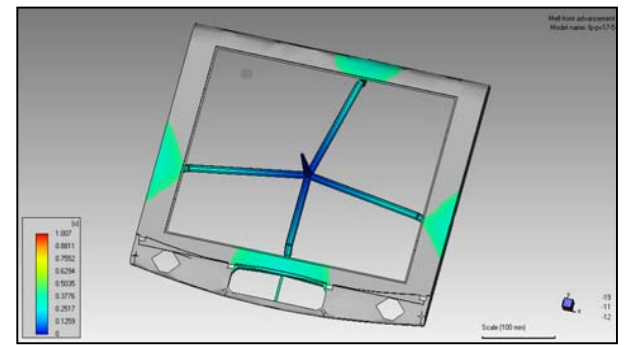
- 許多產品的進澆位置，其實都受限制了。然而，結合線的位置卻因為澆口位置的限制，而固定住了。
- 利用額外的肉厚設計，可以在固定的澆口位置下，改變結合線的位置。



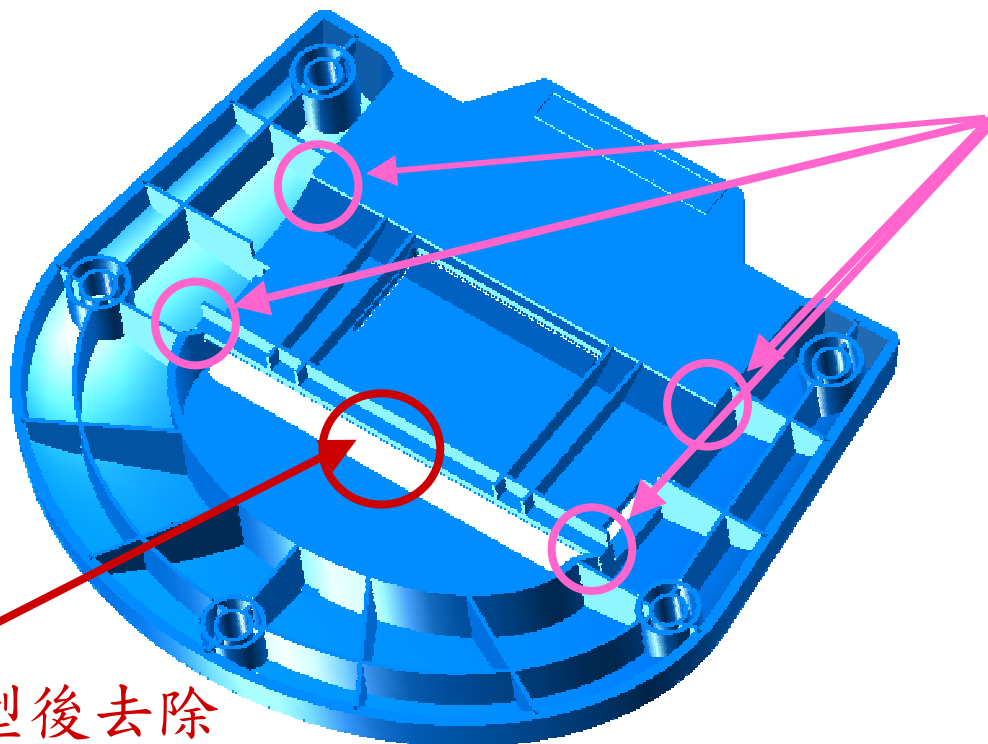
增加局部肉厚，改變結合線位置



額外增加的流道，成型後切除
產品名稱：17" TFT LCD 前框
材料：ABS

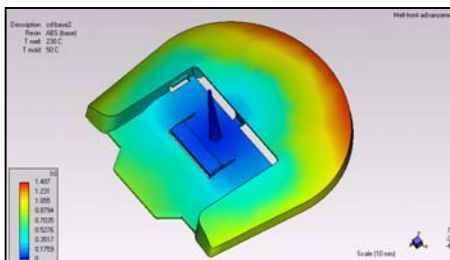
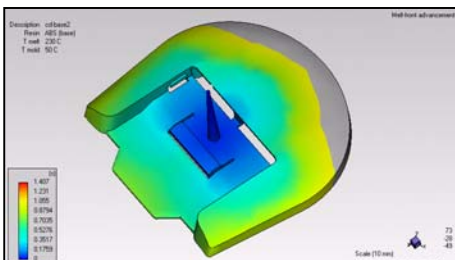
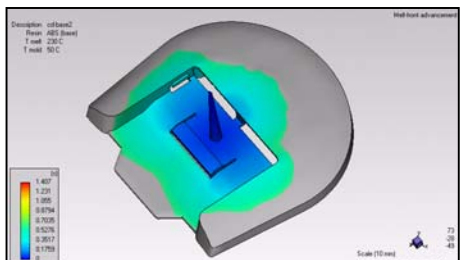
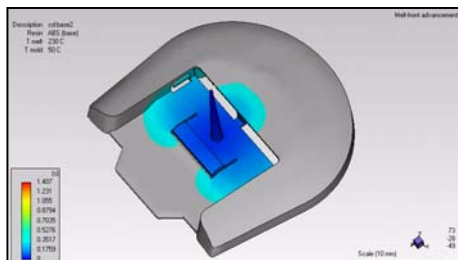


增加局部肉厚，改變結合線位置



增加肉厚

增加肉厚，成型後去除





澆口設計的合理化

- 澆口的主要作用有二：
 - 模穴填滿後，塑料會在澆口處先凝固，防止倒流
 - 多模穴模具，澆口可用來平衡進料；對於多澆口單模穴的模具，澆口可控制結合線位置。
- 最常出現的澆口設計錯誤，就是造成產品有噴流痕（Jetting）。



噴流 Jetting



澆口

Jetting starting at the gate, spreading over the entire molded part

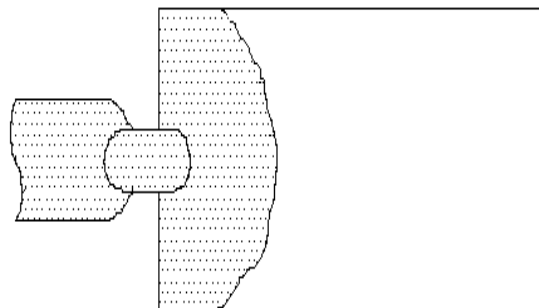
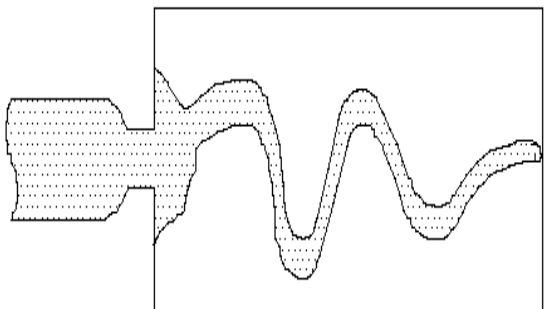
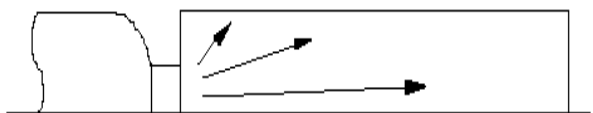


噴流

噴流(Jetting)的定義:

自一受限區域(例如噴嘴或是澆口), 到一較厚和開闊的區域, 形成的彎曲摺疊似蛇的流痕。

使用重疊澆口以避免噴流



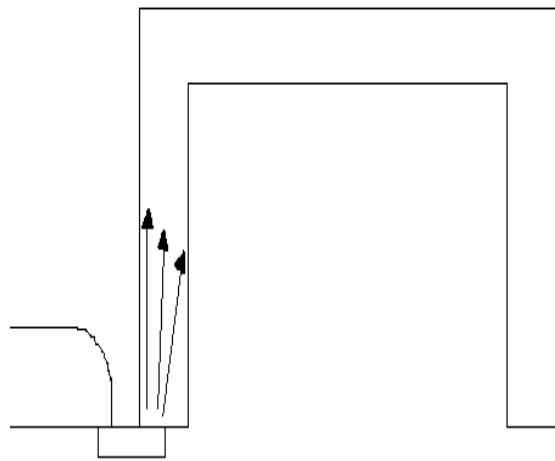
差的

Poor

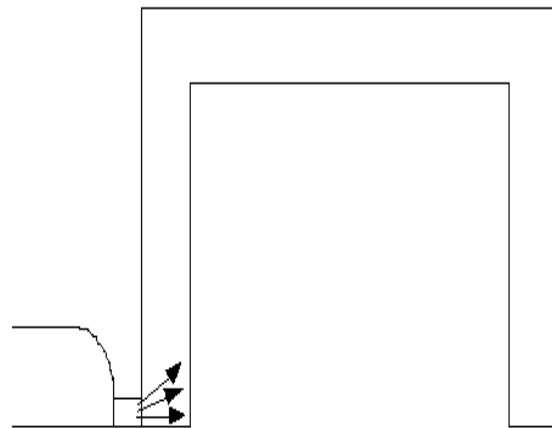
好的

Good

正確的澆口位置以避免噴流



差的
Poor



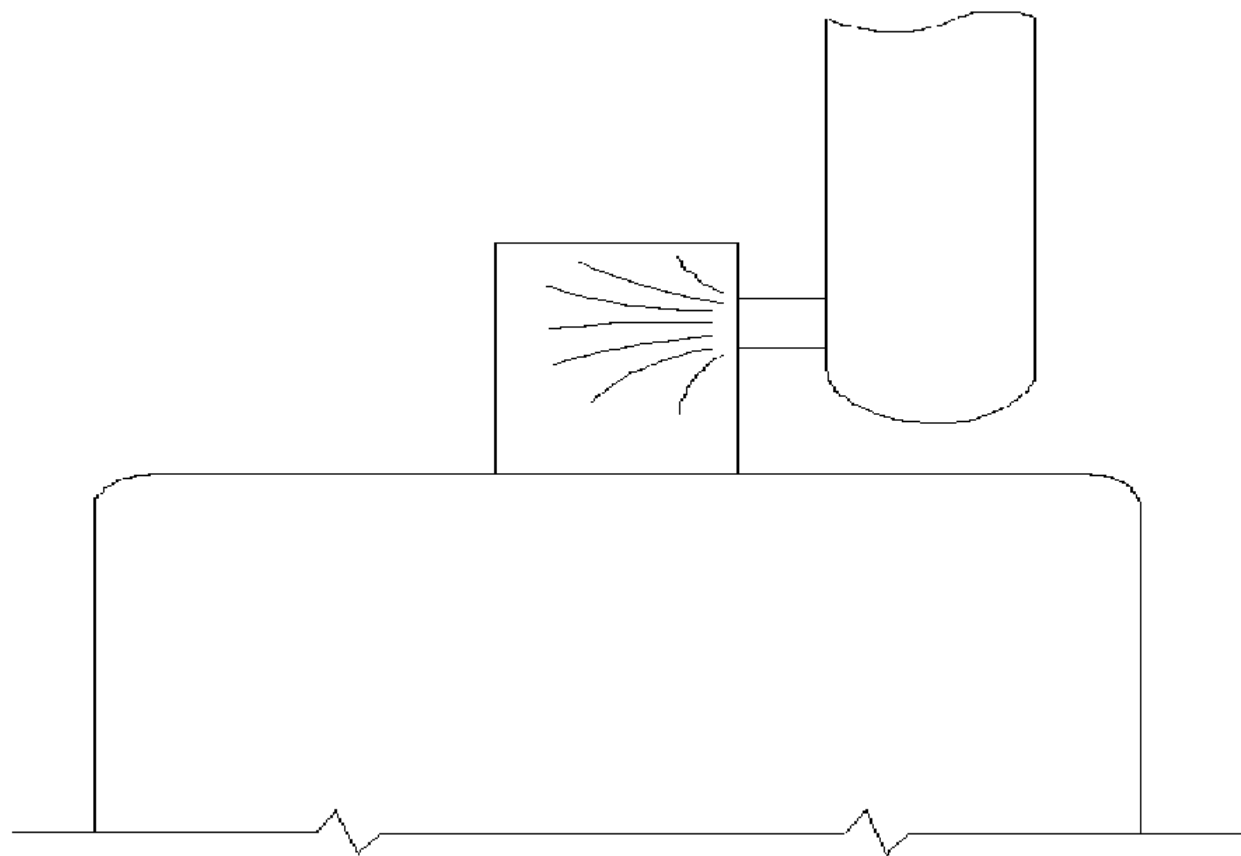
好的
Good

澆口設計對噴流的解決方法

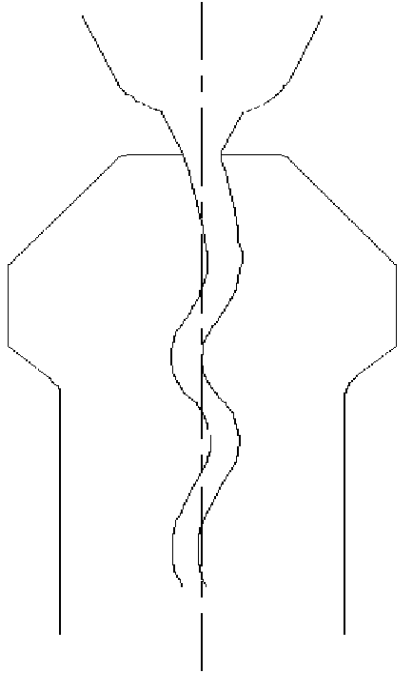
澆口至型腔，斷面積應逐漸變化，如突片(tab)澆口或是扇形(fan)澆口，塑流得以平穩過渡，噴流得以避免。

最簡單的方法，就是在設計前用 CAE 軟體分析，檢查塑料通過澆口時的剪切率 (shear rate) 是否超過材料商建議值，就可以事先預防。

使用凸片澆口以避免噴流

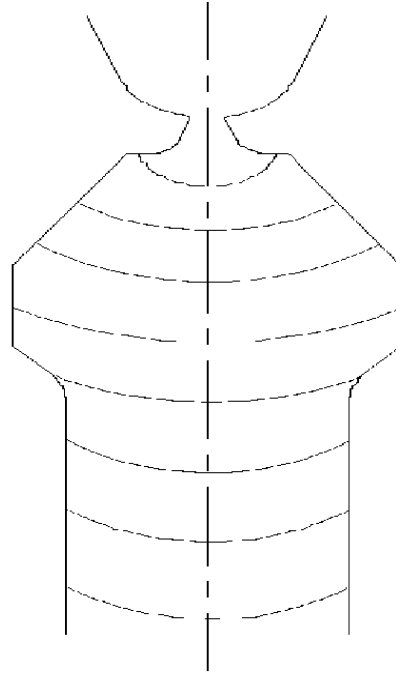


使用適當的澆口形狀以避免噴流



差的

Poor

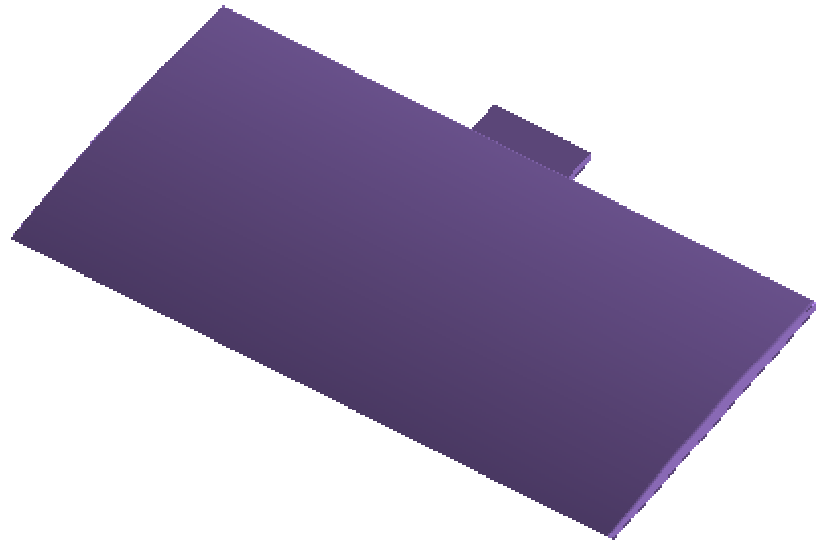
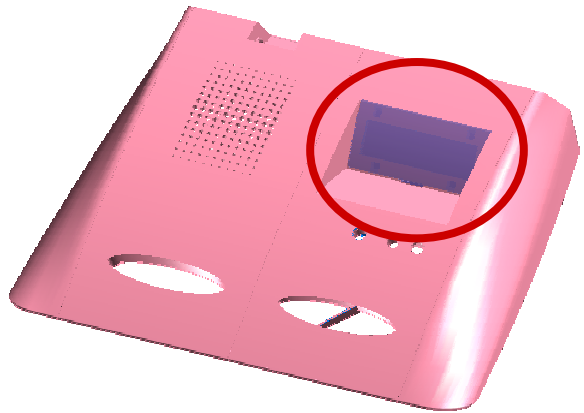


好的

Good

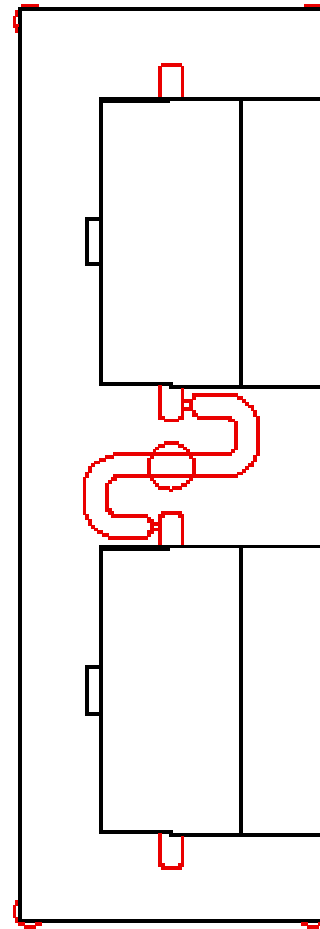
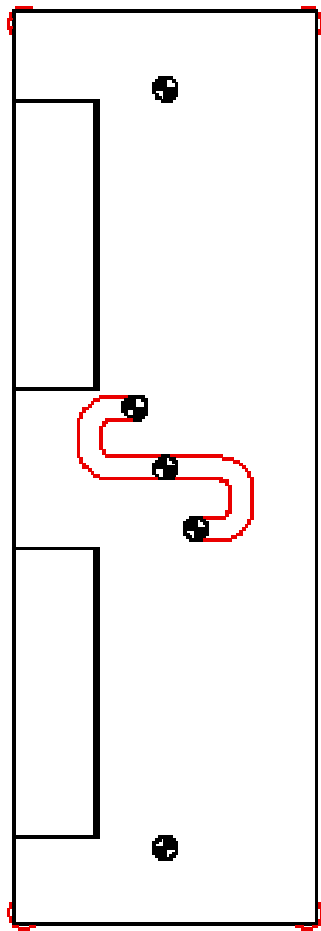


電話透明上蓋



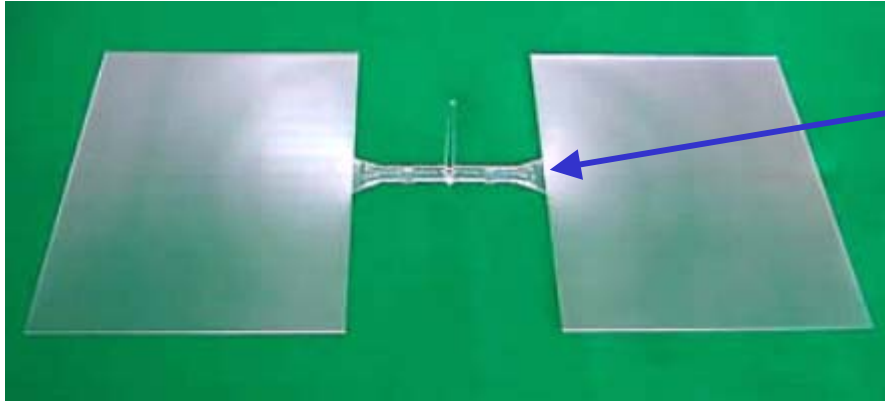


模仁配置與凸片澆口



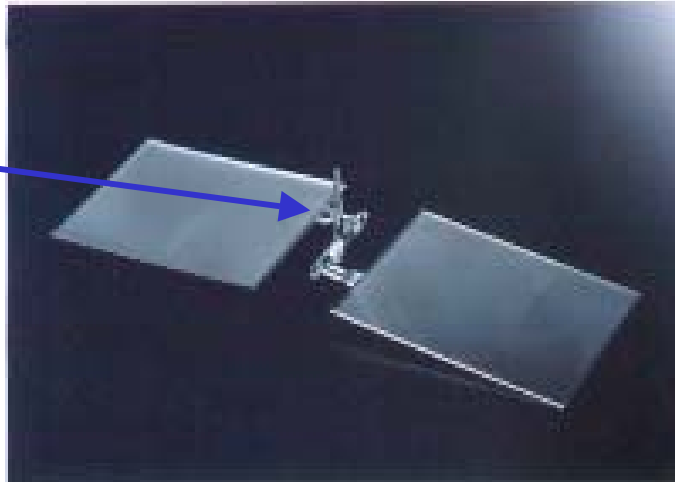


背光板



扇型澆口
Fan Gate

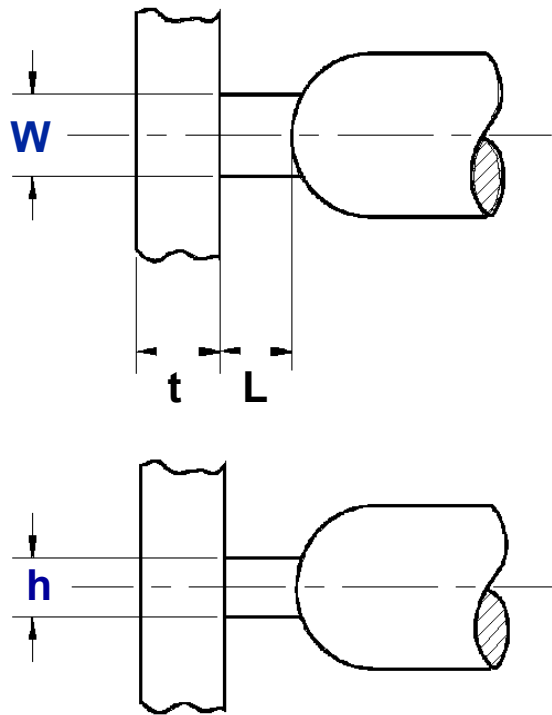
14" 背光板 一模兩穴 by JSW



凸片澆口
Tab Gate

10.4" 背光板 一模兩穴 by Toshiba

矩形邊緣澆口設計



$$L = 0.5 \sim 0.75 \text{ mm}$$

$$W = \frac{n\sqrt{A}}{30} \quad h = n t$$

W = 澆口寬度 (mm)
gate width in mm

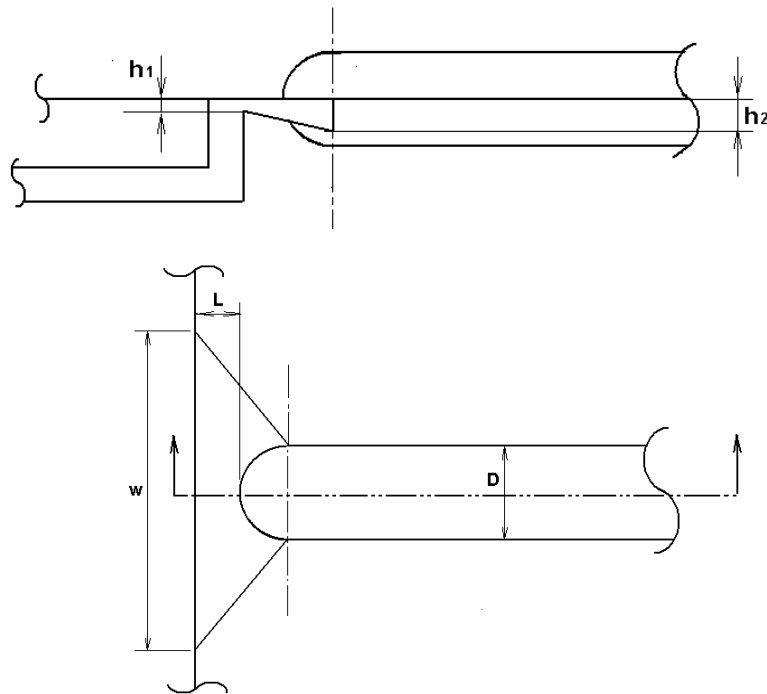
A = 型腔表面積 (mm²)
surface area of cavity in mm²

n = 材料常數 material constant
0.6 for PE, PS
0.7 for POM, PC, PP
0.8 for CA, PMMA, PA
0.9 for PVC

h = 澆口厚度 (gate thick. in mm)

t = 零件壁厚 (wall thick. in mm)

扇形澆口設計



$$L = 1.3 \text{ mm}$$

$$W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$$

w = 澆口寬度 [mm]

gate width in mm

A = 型腔表面積 [mm²]

surface area of cavity in mm²

n = 材料常數 [material constant]

0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

0.9 for PVC

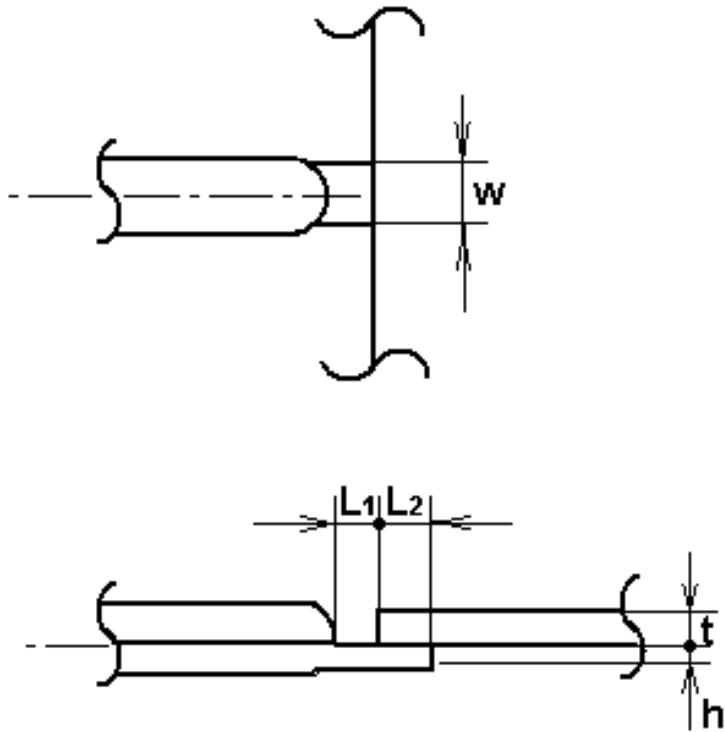
澆口厚度 [gate thick. in mm]

$$h_1 = n t \quad h_2 = w h_1 / D$$

t = 零件壁厚 [wall thick. in mm]



重疊式澆口設計



$$W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$$

w= 澆口寬度 [mm]

gate width in mm

A= 型腔表面積 [mm²]

surface area of cavity in mm²

n= 材料常數 [material constant]

0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

0.9 for PVC

澆口厚度 [gate thick. in mm] = nt

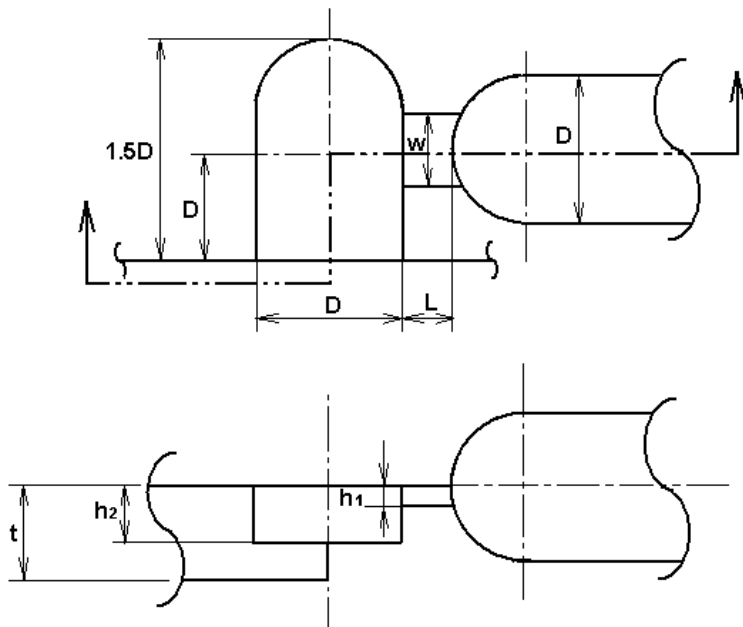
澆口長度 [land length in mm]

$$L1 = 0.5 \sim 0.75 \quad L2 = h + (w/2)$$

t= 零件壁厚 [wall thick. in mm]



凸片澆口設計



$L = 0.5 \sim 0.75 \text{ mm}$

$$W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$$

w = 澆口寬度 [mm]

gate width in mm

A = 型腔表面積 [mm²]

surface area of cavity in mm²

n = 材料常數 [material constant]

0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

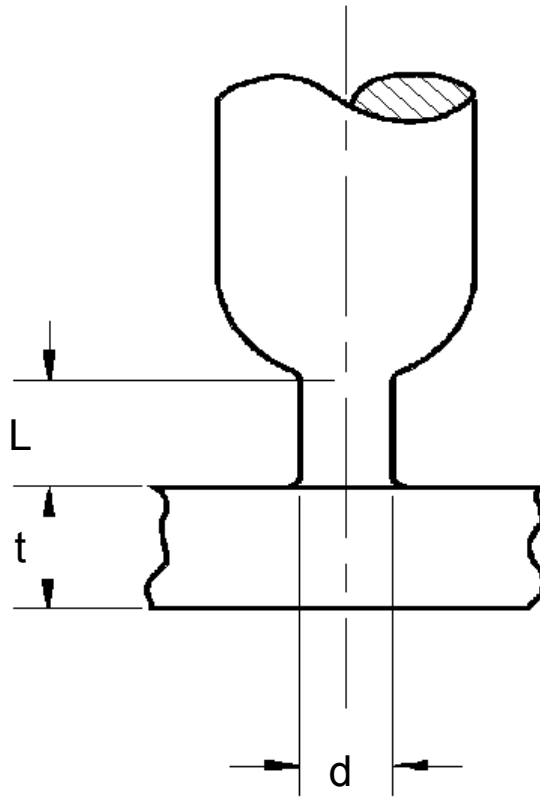
0.9 for PVC

澆口厚度 [gate thick. in mm]

$$h_1 = n t \quad h_2 = 0.9 t$$

t = 零件壁厚 [wall thick. in mm]

針點澆口設計



$$d = 0.206n \sqrt{t} \times \sqrt[4]{A}$$

$L = 0.5 \sim 0.75$ mm

d = 澆口直徑 (mm)
gate diameter in mm

t = 零件壁厚 (mm)
wall thick. in mm

A = 型腔表面積 (mm)
surface area of cavity in mm

n = 材料常數
material constant

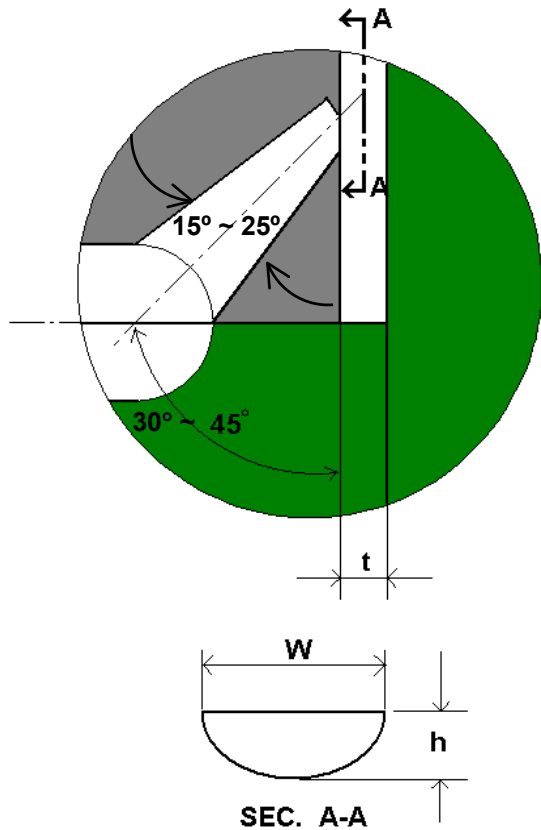
0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

0.9 for PVC

潛伏式澆口設計



$$W = \frac{n\sqrt{A}}{30}$$

w = 澆口寬度 [mm]

gate width in mm

A = 型腔表面積 [mm²]

surface area of cavity in mm²

n = 材料常數 [material constant]

0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

0.9 for PVC

澆口厚度 [gate thick. in mm] = nt

t = 零件壁厚 [wall thick. in mm]



澆注系統設計檢查點

- 充填模式是否平衡（可配合 CAE 軟體進行充填分析，檢視模穴充填狀況）
- 結合線位置是否恰當，有無可能利用改變澆口位置，或者是增加局部肉厚，以避免結合線出現在重要外觀面上（可配合 CAE 軟體進行分析預測結合線位置）
- 澆口形式是否恰當（避免 Jetting 的發生）

冷卻系統的合理化

- 模具的溫度會直接影響到塑膠產品的品質與生產效率，所以模具上需要添加溫度調節系統，以達到理想的溫度要求。
- 一般成型的塑料溫度，大約在 200°C 左右，而塑膠件固化後，要從模具中取出的溫度，大約在 60°C 左右。熱塑性塑膠在成型後，必須對模具有效的冷卻，使融熔塑料的熱量必須很快的傳給模具，以便使塑料冷卻後可迅速脫模。



牛頓冷卻定律

- 一冷卻體之冷卻速率與『該物溫度及冷卻介質之溫差』成正比

$$Q = \alpha A \Delta T \theta'$$

Q

冷卻介質從模具帶走的熱量

α

冷卻管道與冷卻介質間的傳熱係數 (W/m² X K)

A

冷卻管道的熱傳面積 (m²)

ΔT

模具溫度與冷卻介質的溫度差 (K)

θ'

冷卻時間 (s)

縮短冷卻時間的方法一

- 提高熱傳係數 α

$$\alpha = \phi \frac{(\rho v)^{0.8}}{d^{0.2}}$$

ϕ : 與冷卻介質溫度有關

ρ : 冷卻介質在該溫度下的密度

v : 冷卻介質的流速

d : 冷卻管路的直徑

縮短冷卻時間的方法二

- 提高模具與冷卻介質間的溫差 ΔT
 - $\Delta T = T_w - T_\theta$ ($^{\circ}\text{C}$)
 - T_w : 模溫 ($^{\circ}\text{C}$)
 - T_θ : 冷卻介質溫度 ($^{\circ}\text{C}$)
-
- 當模溫固定時，盡可能降低冷卻介質溫度，可以提高溫差，有利於縮短冷卻時間，提高生產率。

縮短冷卻時間的方法三

- 增加冷卻管道的熱傳面積 A
- $A = n \pi dL$
- L ：模具上一根冷卻水管的長度 (mm)
- d ：冷卻水管直徑
- n ：模具上冷卻水管的數量

- 但是，水管的直徑不能過大；過大的直徑會使流速減慢，雷諾數降低，熱傳係數降低。

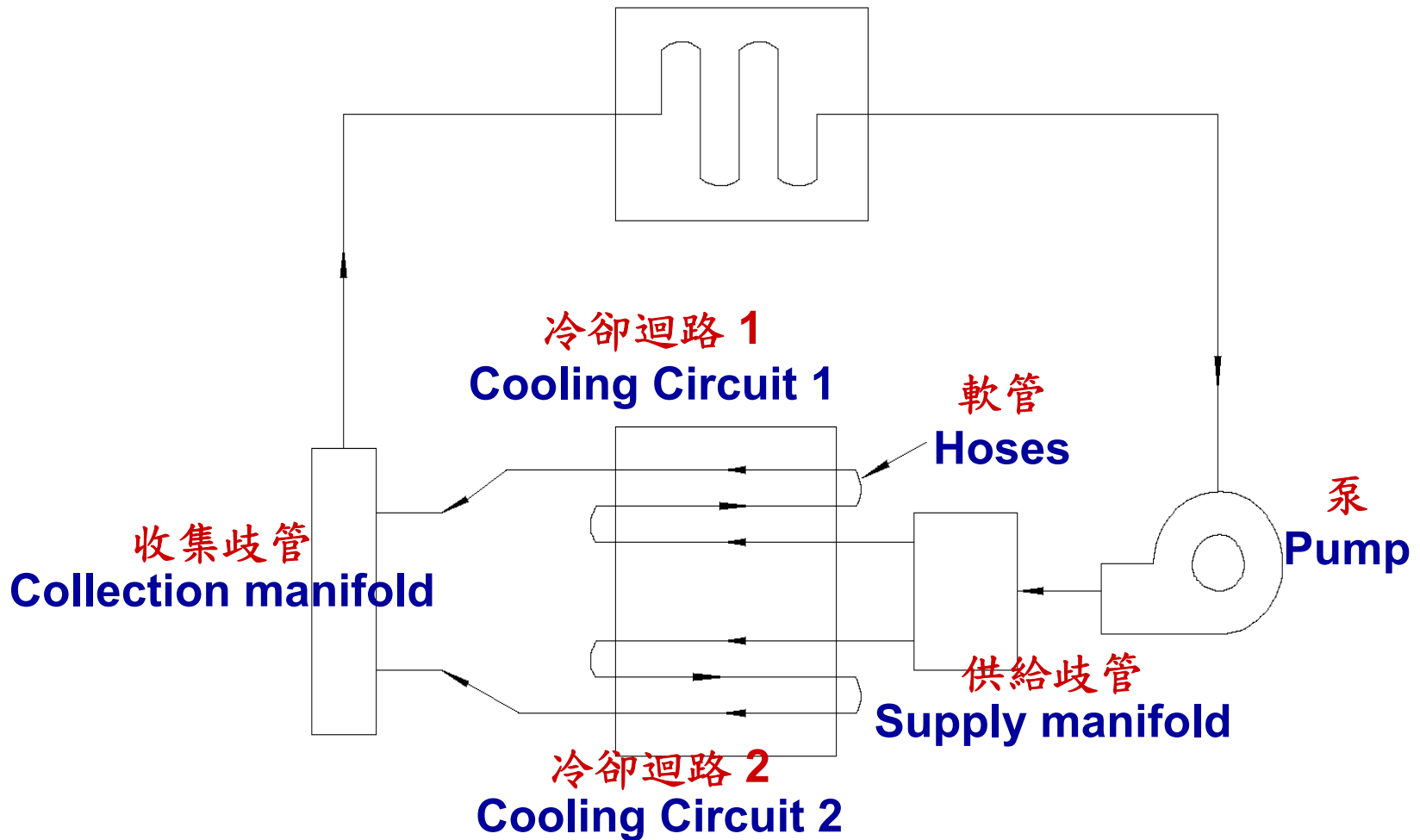
冷卻水流速與水管直徑的關係

水管直徑 (mm)	最低流速 (m/s)	體積流量 m^3/min
8	1.66	5.0×10^{-3}
10	1.32	6.2×10^{-3}
12	1.10	7.4×10^{-3}
15	0.87	9.2×10^{-3}
20	0.66	12.4×10^{-3}
25	0.53	15.5×10^{-3}
30	0.44	18.7×10^{-3}

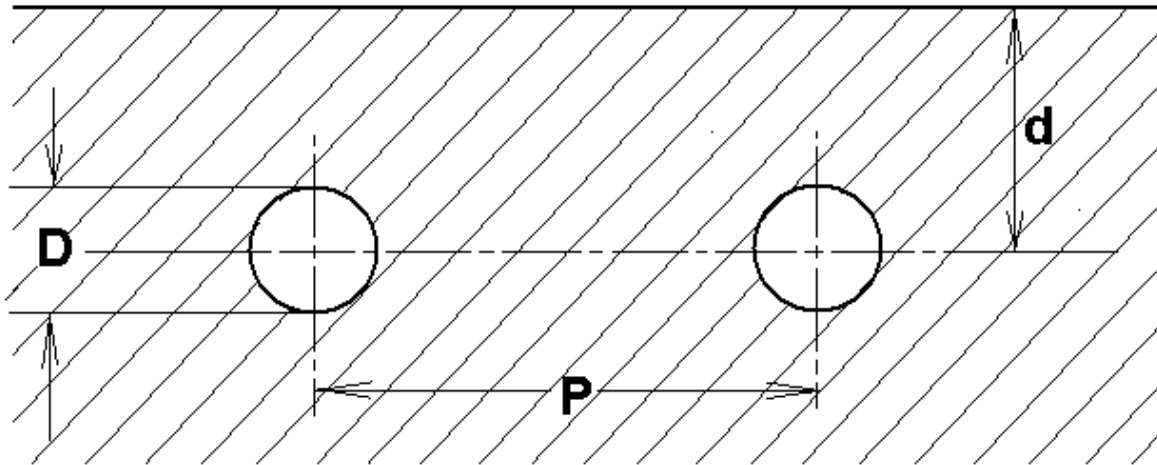
• $Re > 10000$ ，水溫 $10^\circ C$



典型的冷卻系統



冷卻孔直徑、深度和節距建議值



D : 直徑為10至14mm

Diameter of Cooling Channel, 10 to 14 mm

d : 深度為D至3D

Depth, D, to 3D

P : 節距為3D至5D

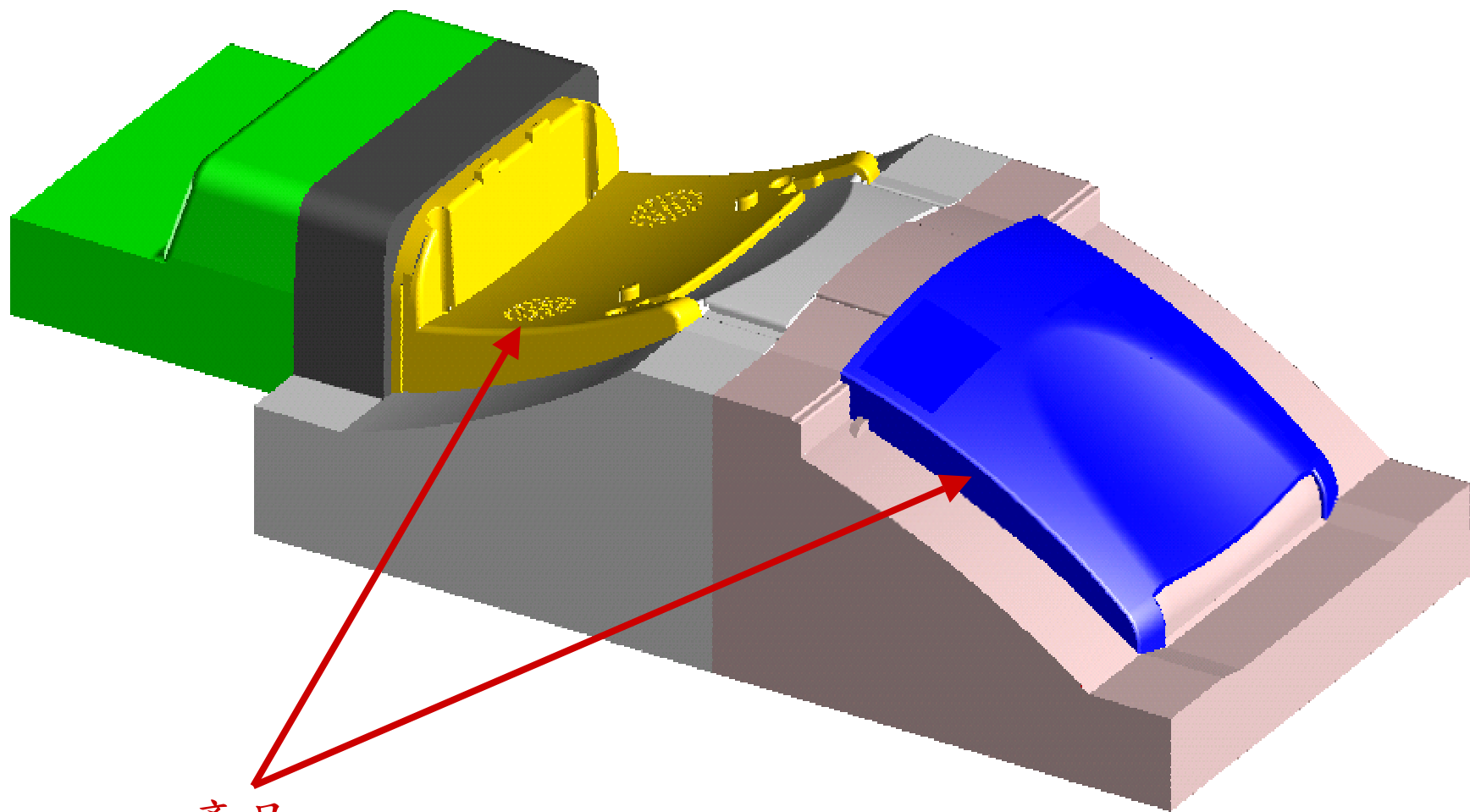
Pitch, 3D to 5D



冷卻水路設計重點

- 冷卻水路與模穴表面各處的距離最好相同。也就是說，水路的排列與模穴的形狀盡量相吻合，如果產品形狀允許，冷卻水路與模穴的距離，盡量不要小於10mm。
- 澆口附近加強冷卻。
- 水路入口與出口的溫差盡量降低。

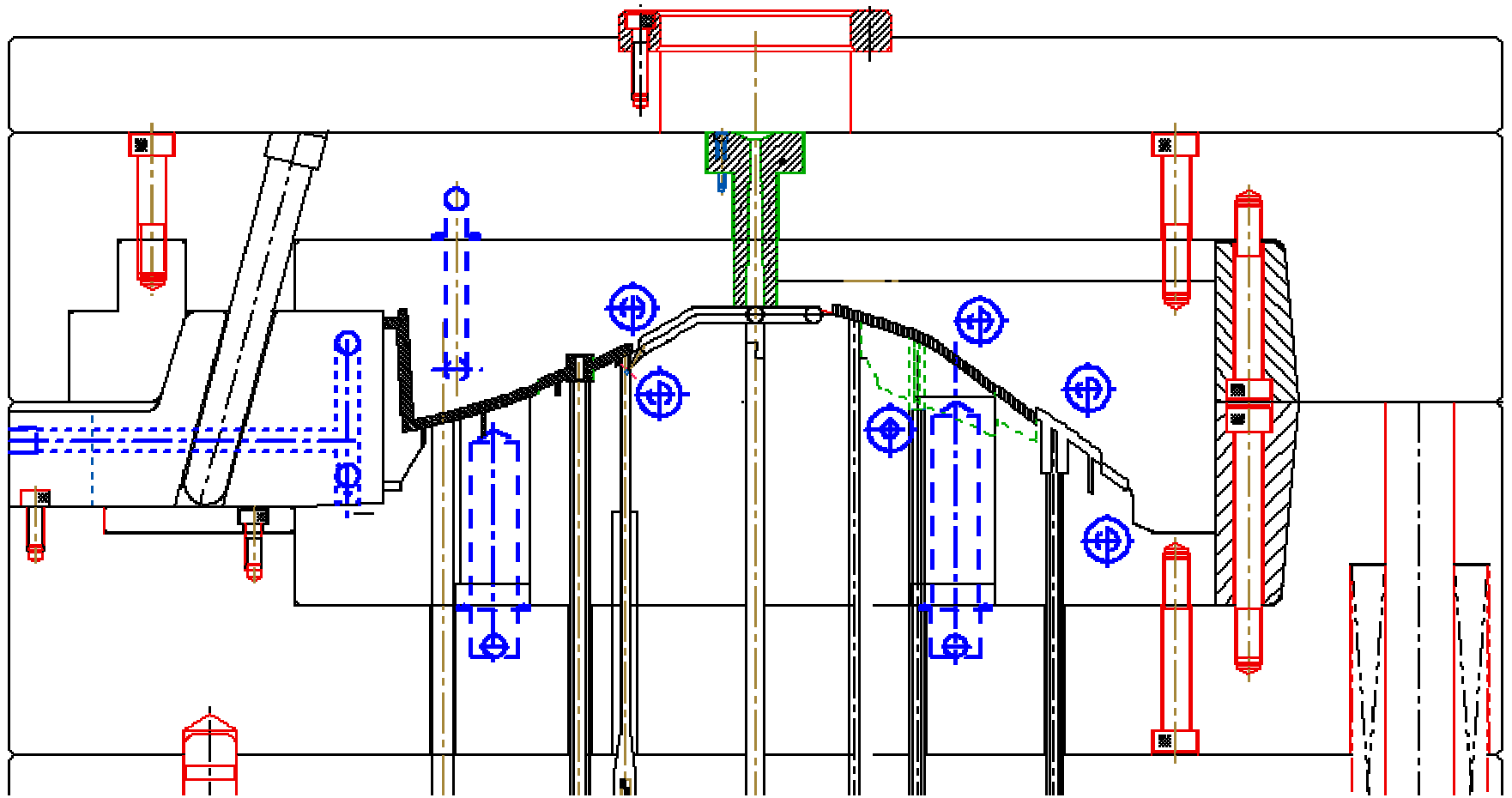
水路與模穴的外型盡量吻合



產品

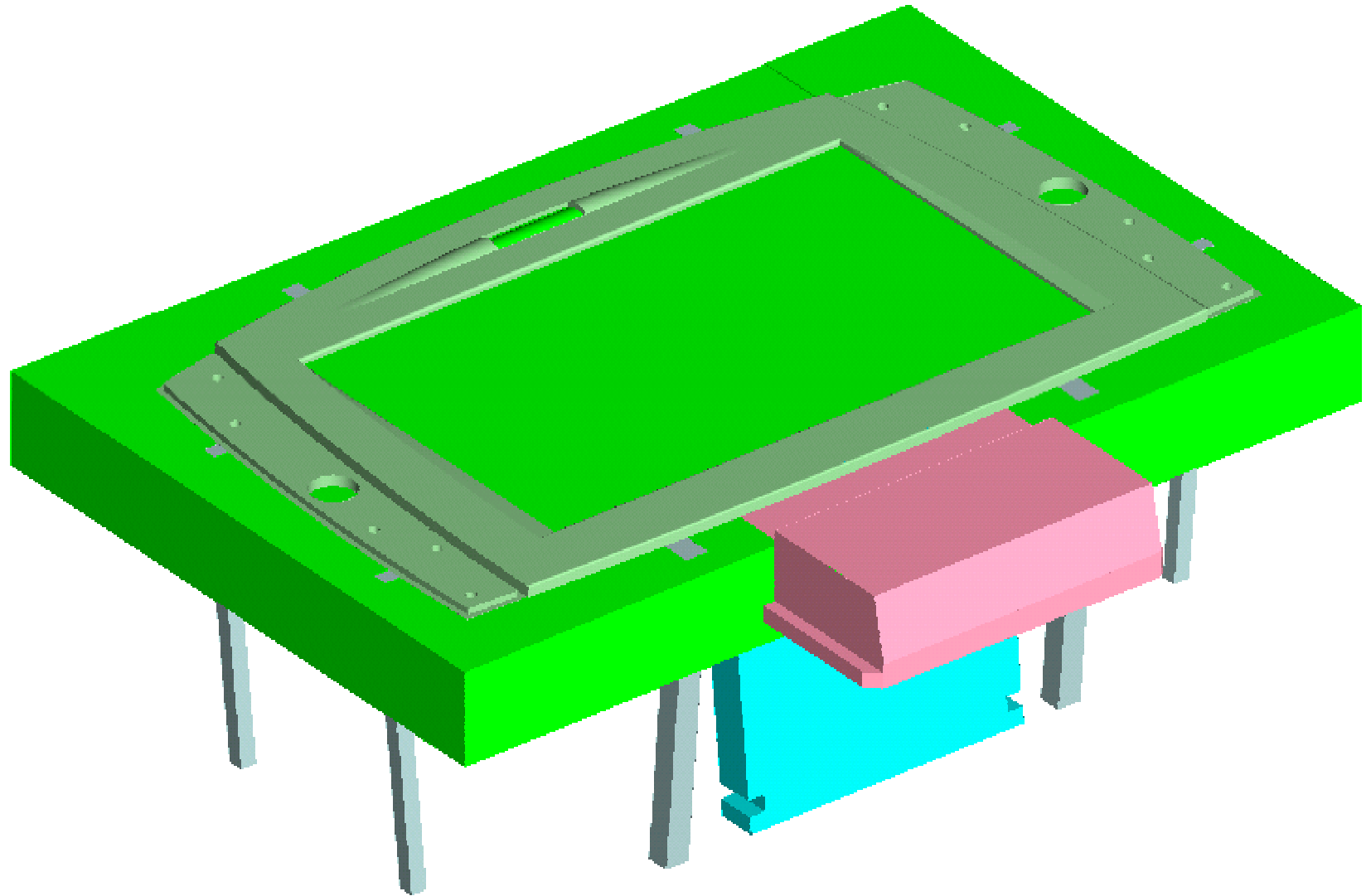


2D 組立圖



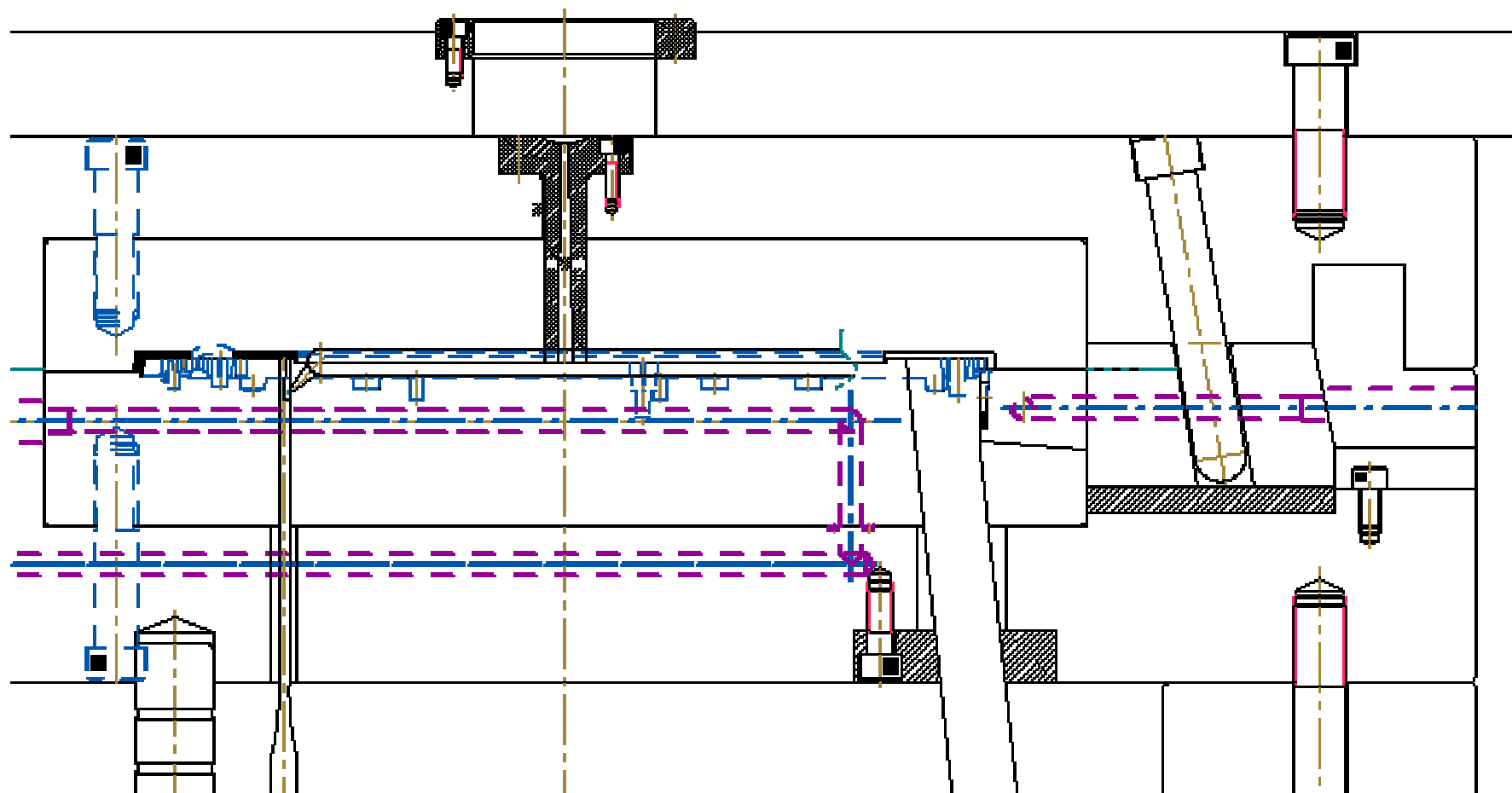


大型滑塊

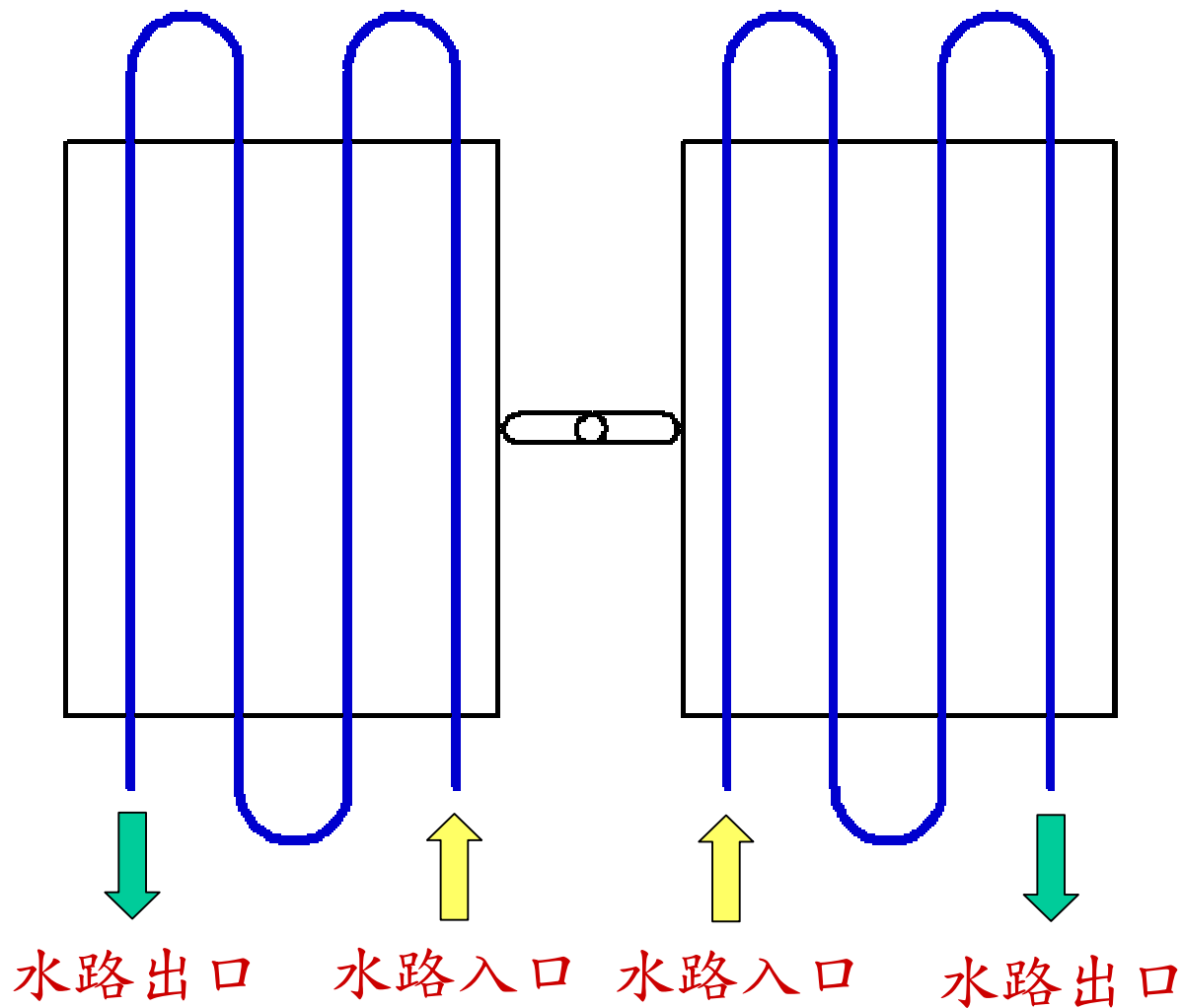




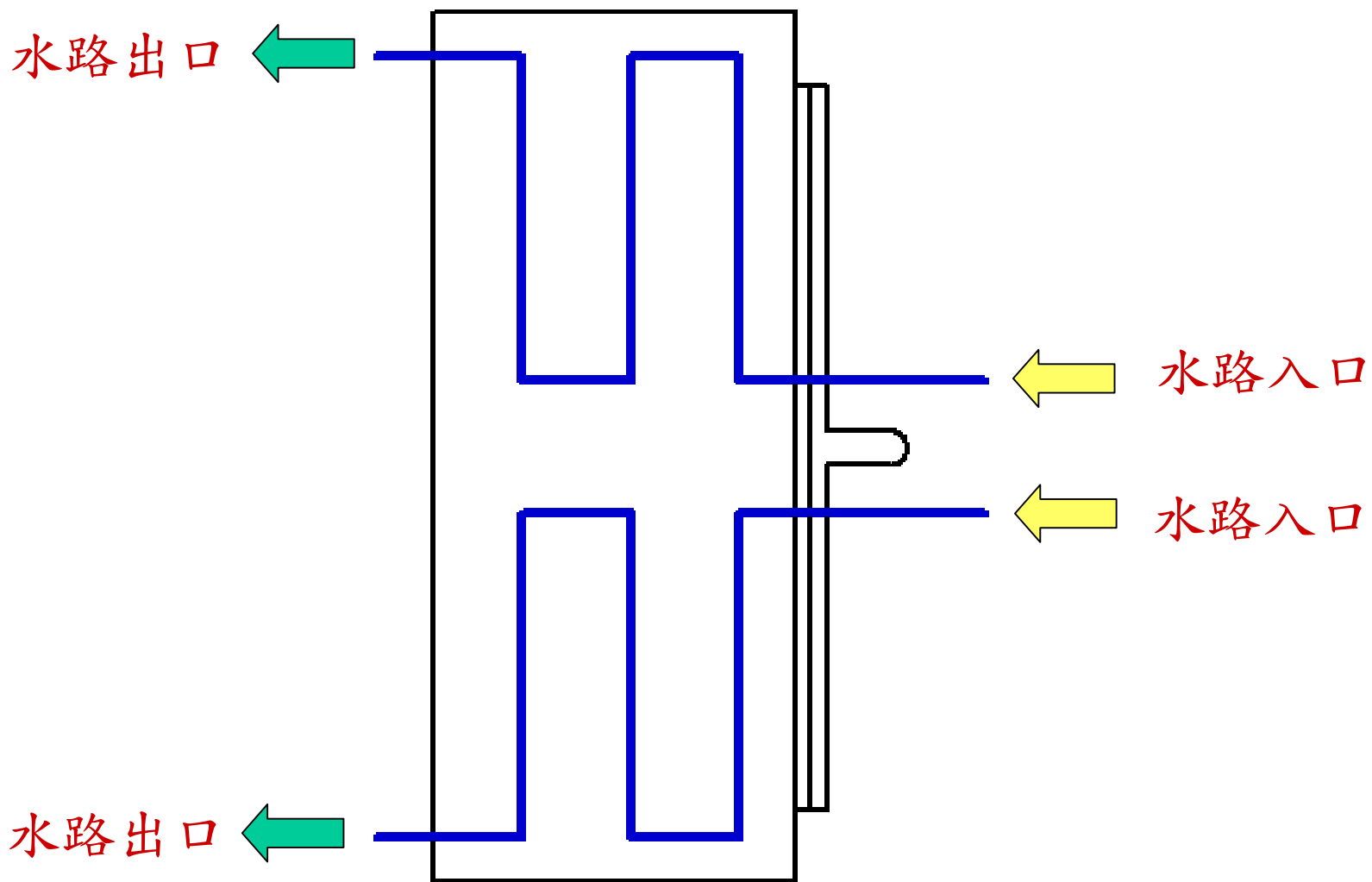
2D 組立圖



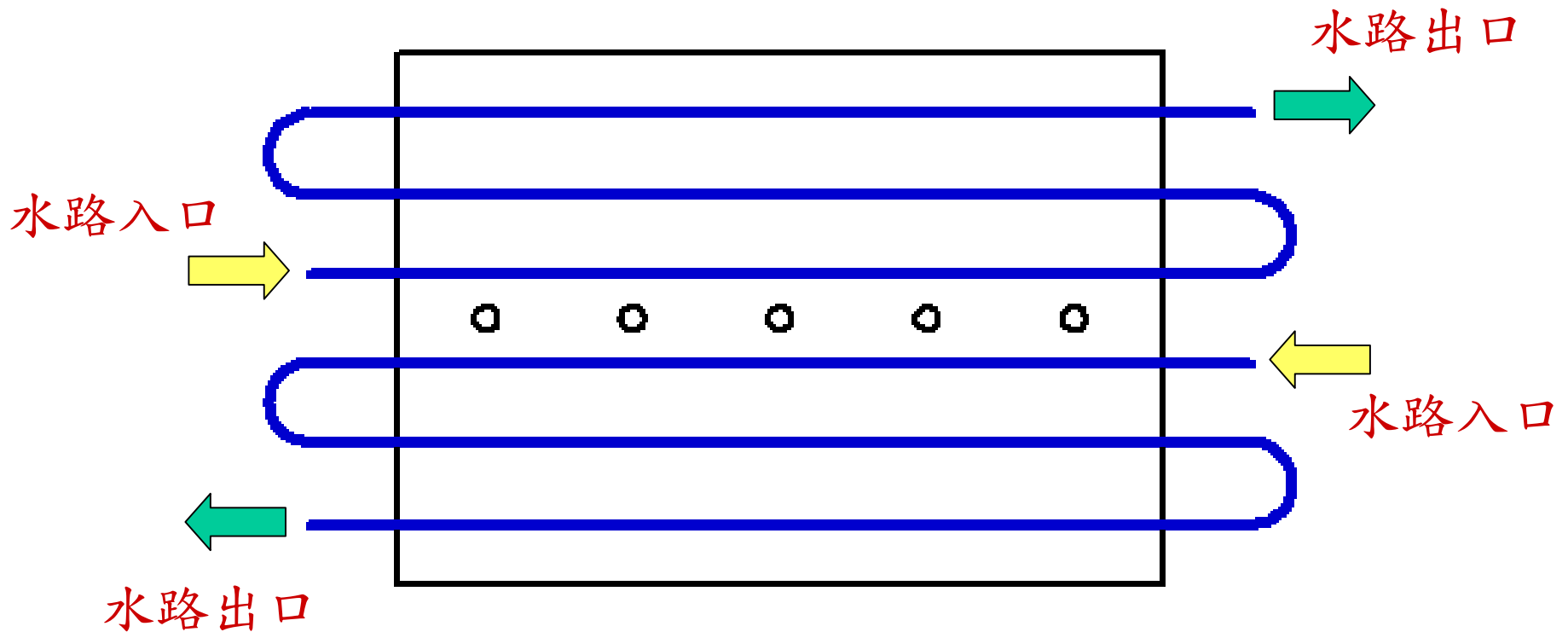
澆口附近加強冷卻 - 側澆口



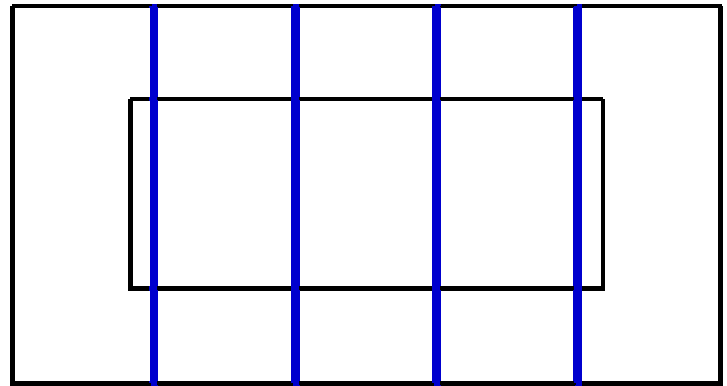
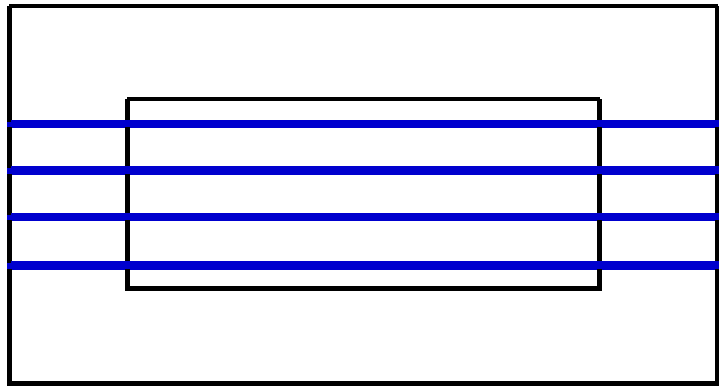
澆口附近加強冷卻 - 薄膜澆口



澆口附近加強冷卻 - 多澆口



水路入口與出口的溫差盡量降低



如果入口與出口的溫差太大，將使模具的溫度分佈不均勻；改變水路排列方式，可以解決這個問題。對於精密模具而言，入口與出口的水溫，最好控制在 5°C 以下。



冷卻設計檢查點

- 冷卻水路配置尺寸是否恰當
- 如果可以的話，滑塊內側也需要冷卻



排氣系統的合理化

- 成型的過程中，塑料進入模穴，模穴的空氣必須容易排出，塑料才能順利充填。
- 排氣不良時，產品表面會有困氣造成的氣泡、甚至是焦痕。
- 在成型過程中，最常遇到的情況，常常是因為澆注系統設計的不恰當，造成排氣問題。
- 當產品造型設計不恰當時，排氣問題會很難解決。

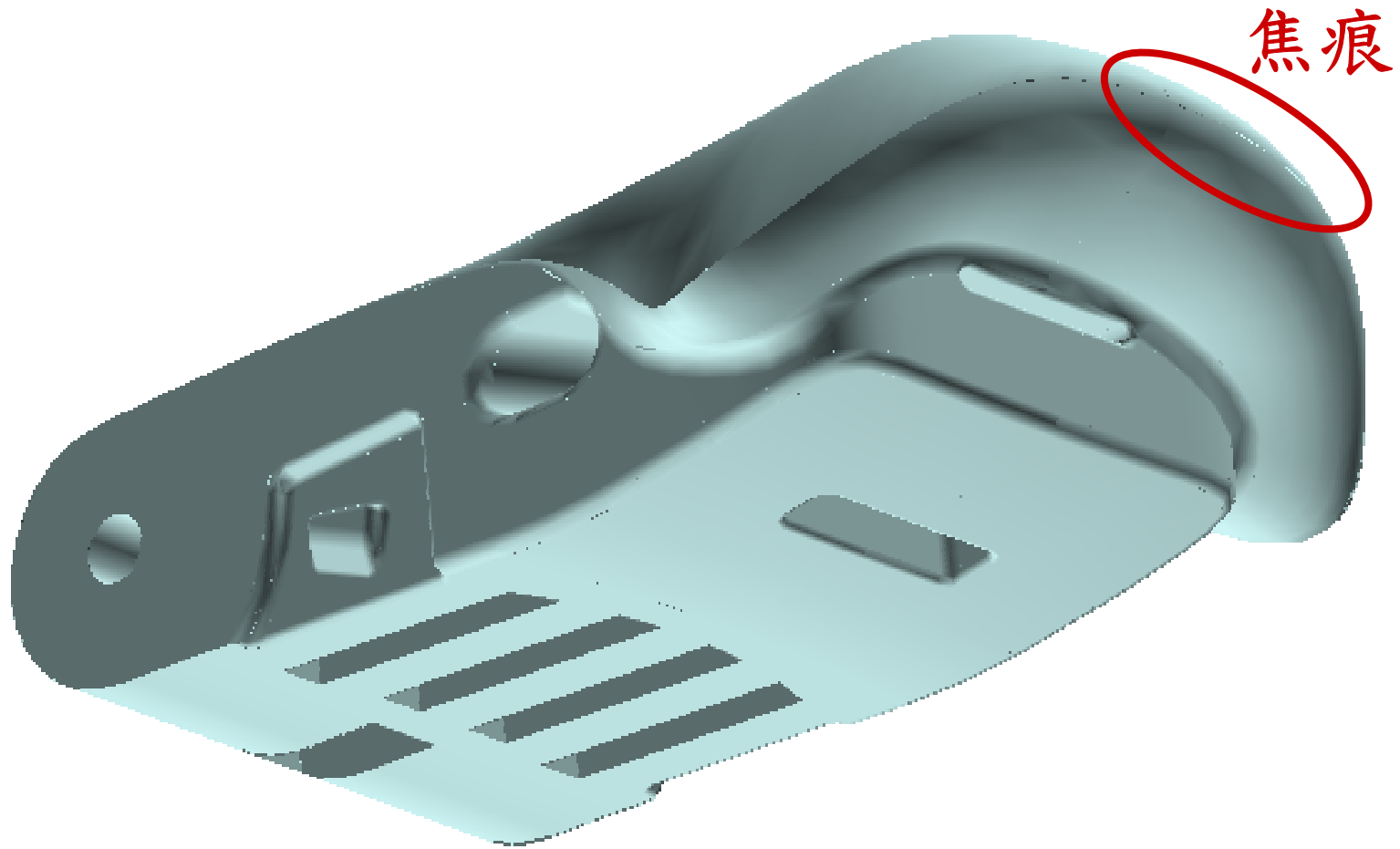


滑雪靴扣件設計





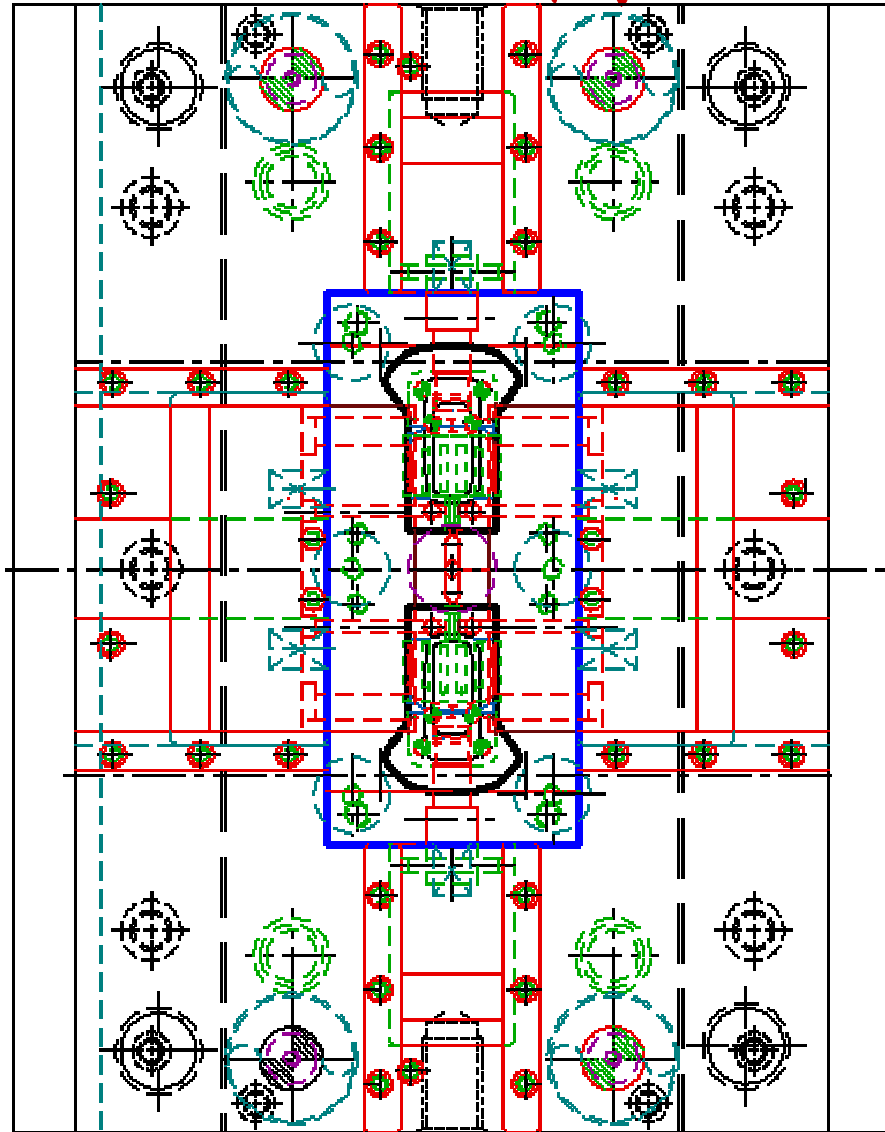
問題點



焦痕

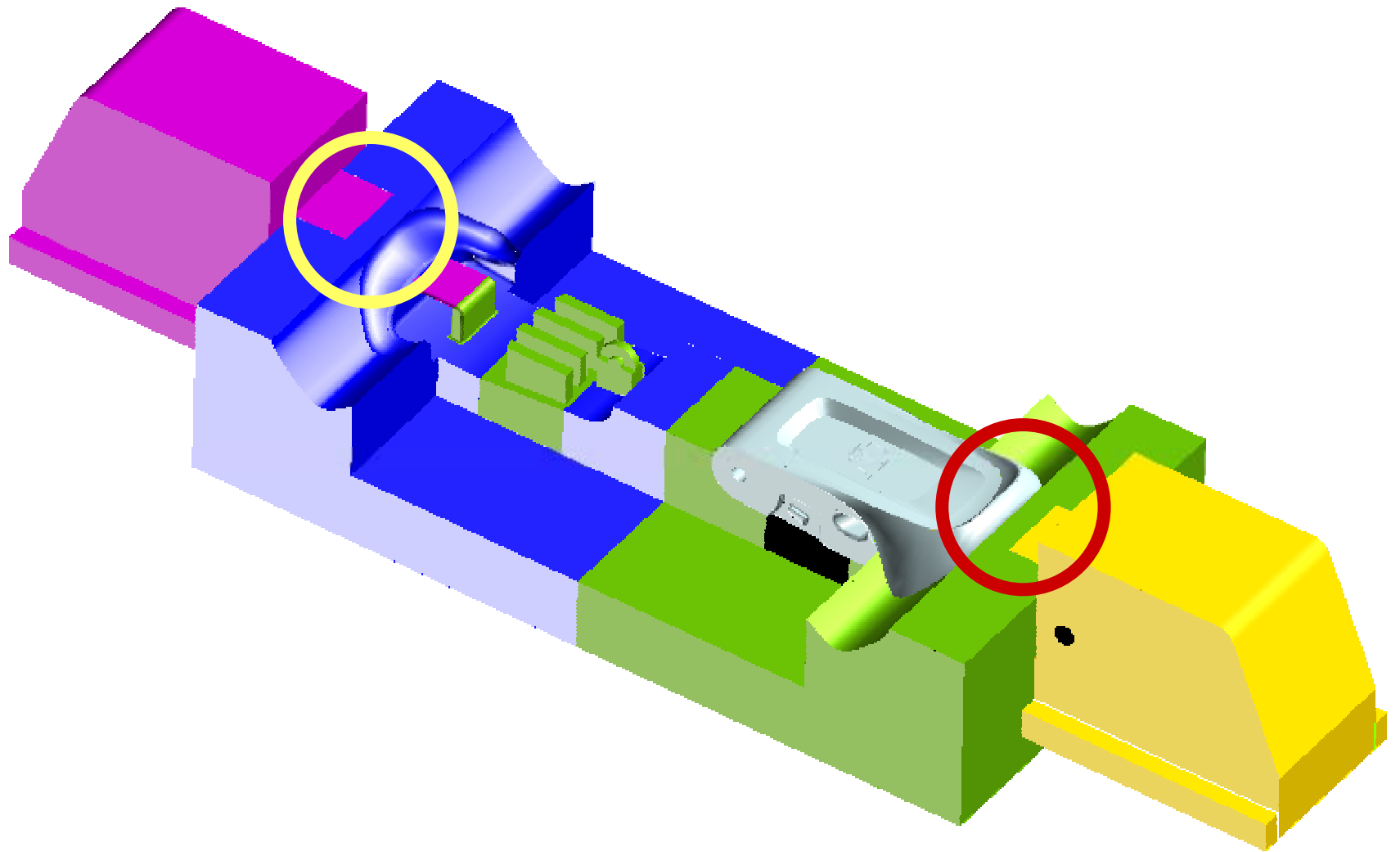


組立圖



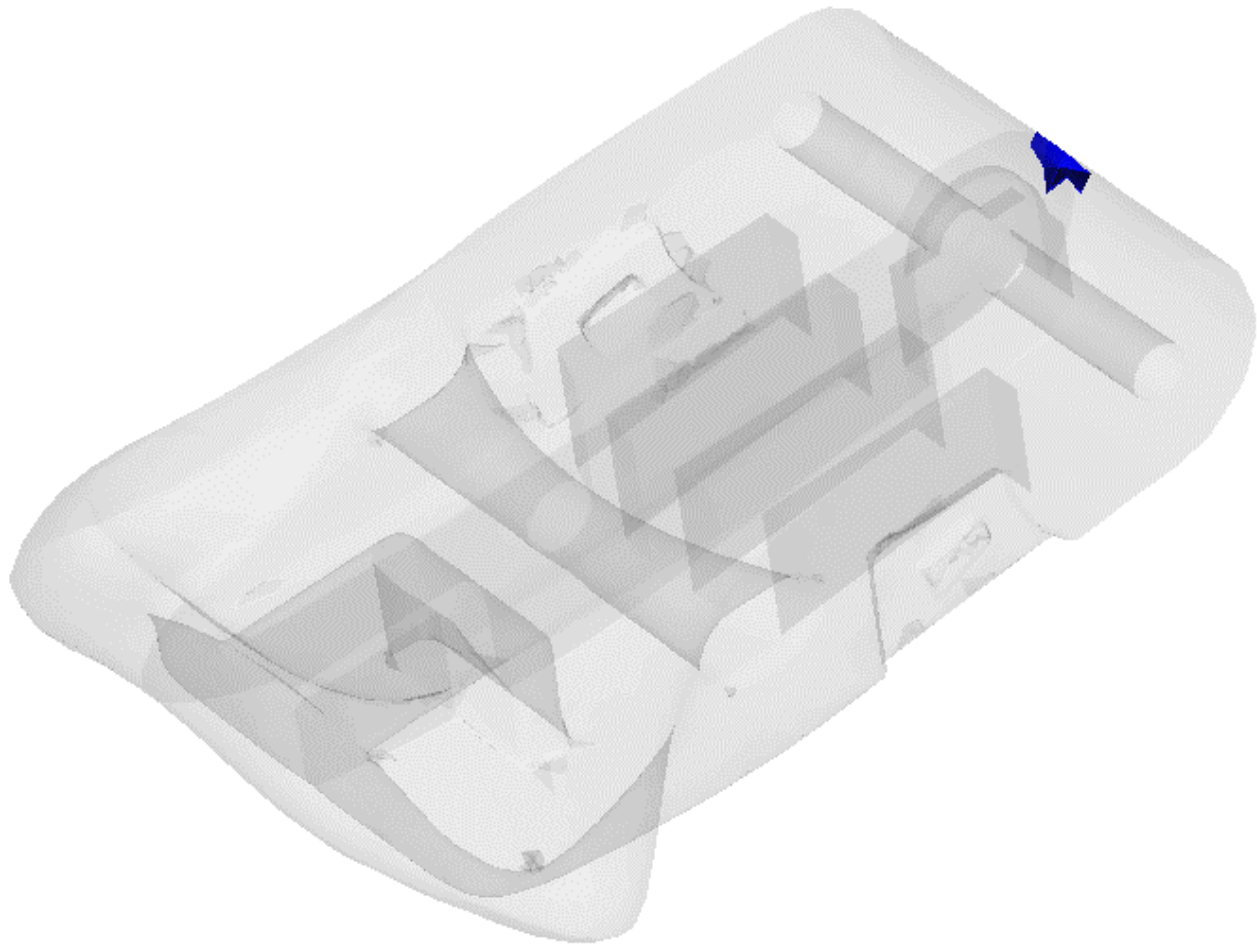


模仁配置

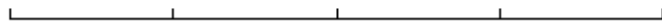




3D 充填模式



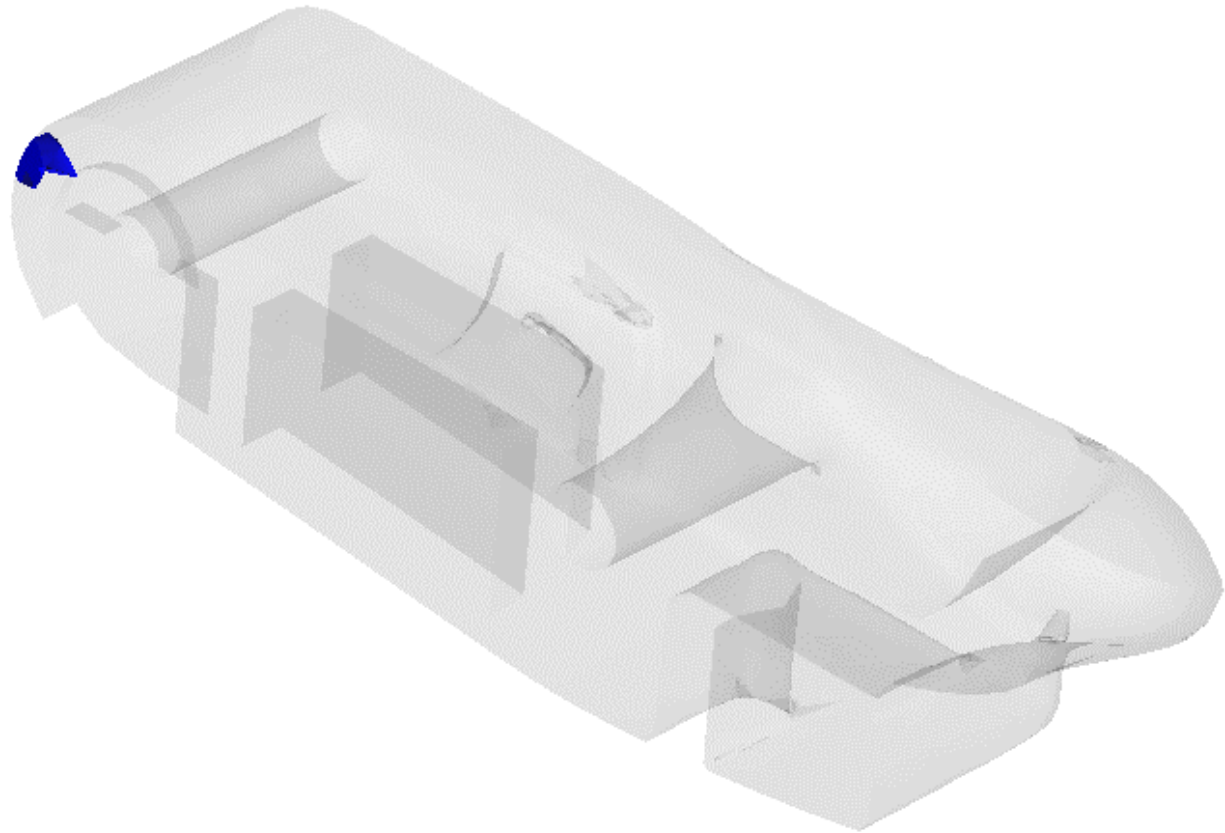
MoldFlow



Scale (40 mm)



Y-Z 剖面

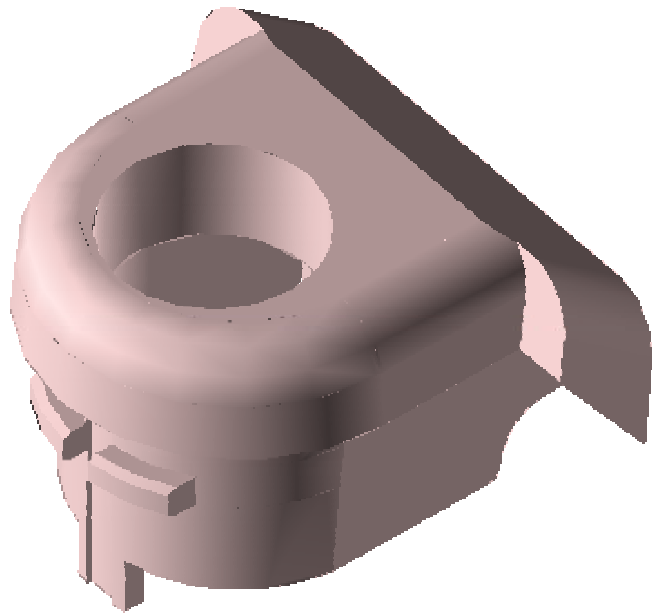


Moldflow

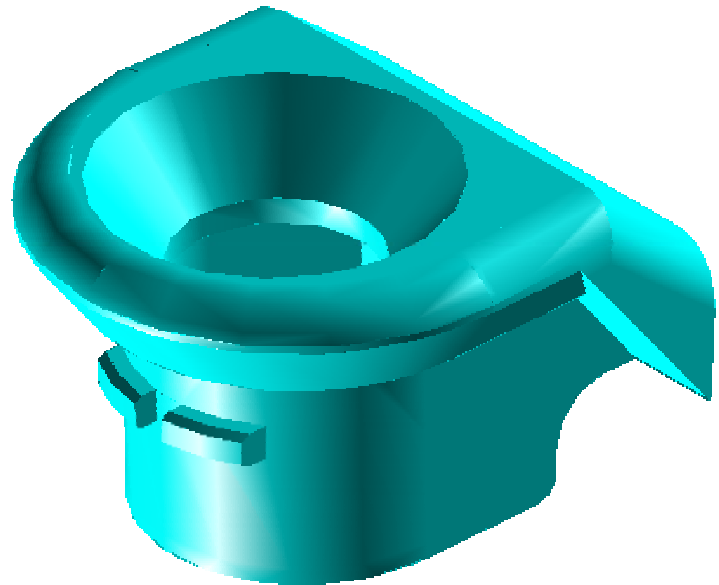
Scale [40 mm]



造型對排氣的影響



原始設計

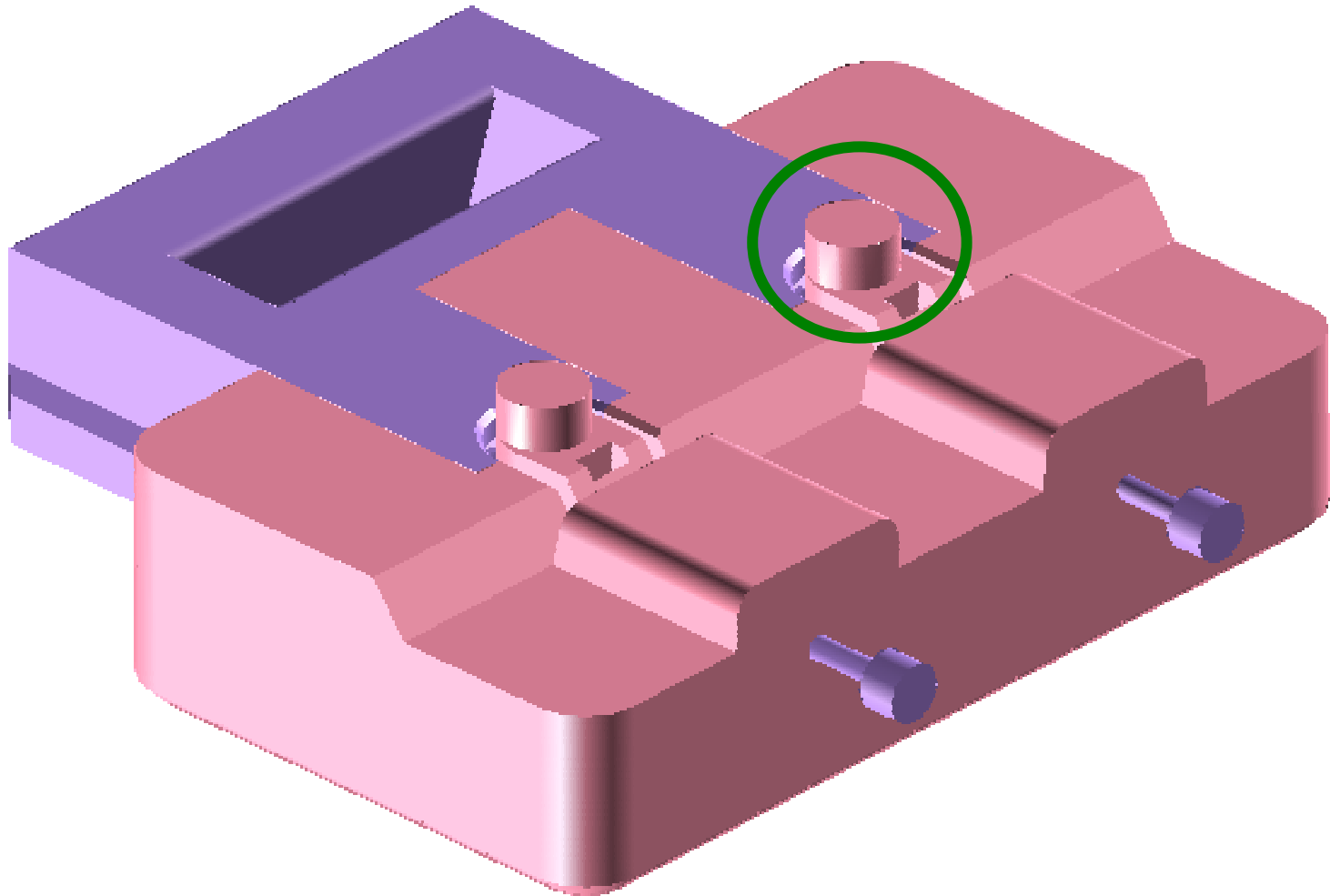


修正設計

材料：透明 PC

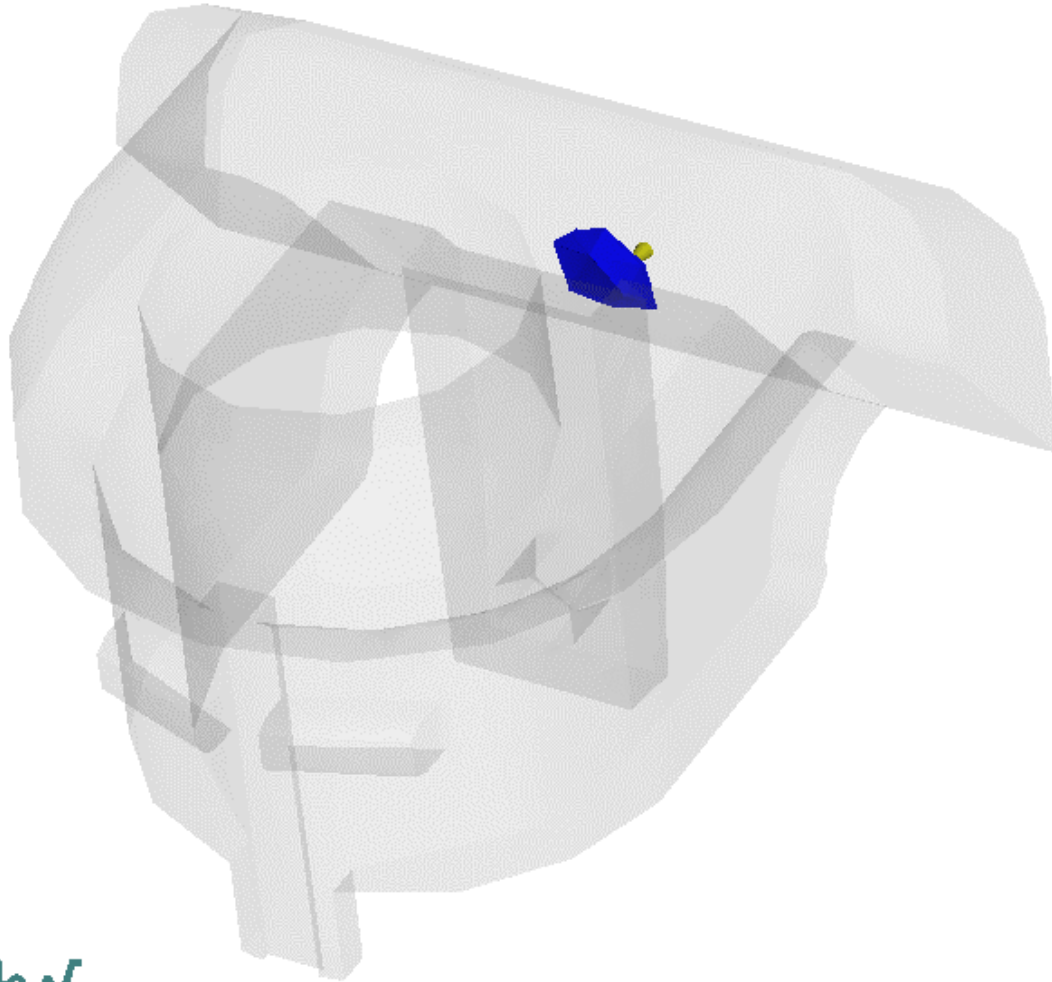


原始設計





3D 充填模式

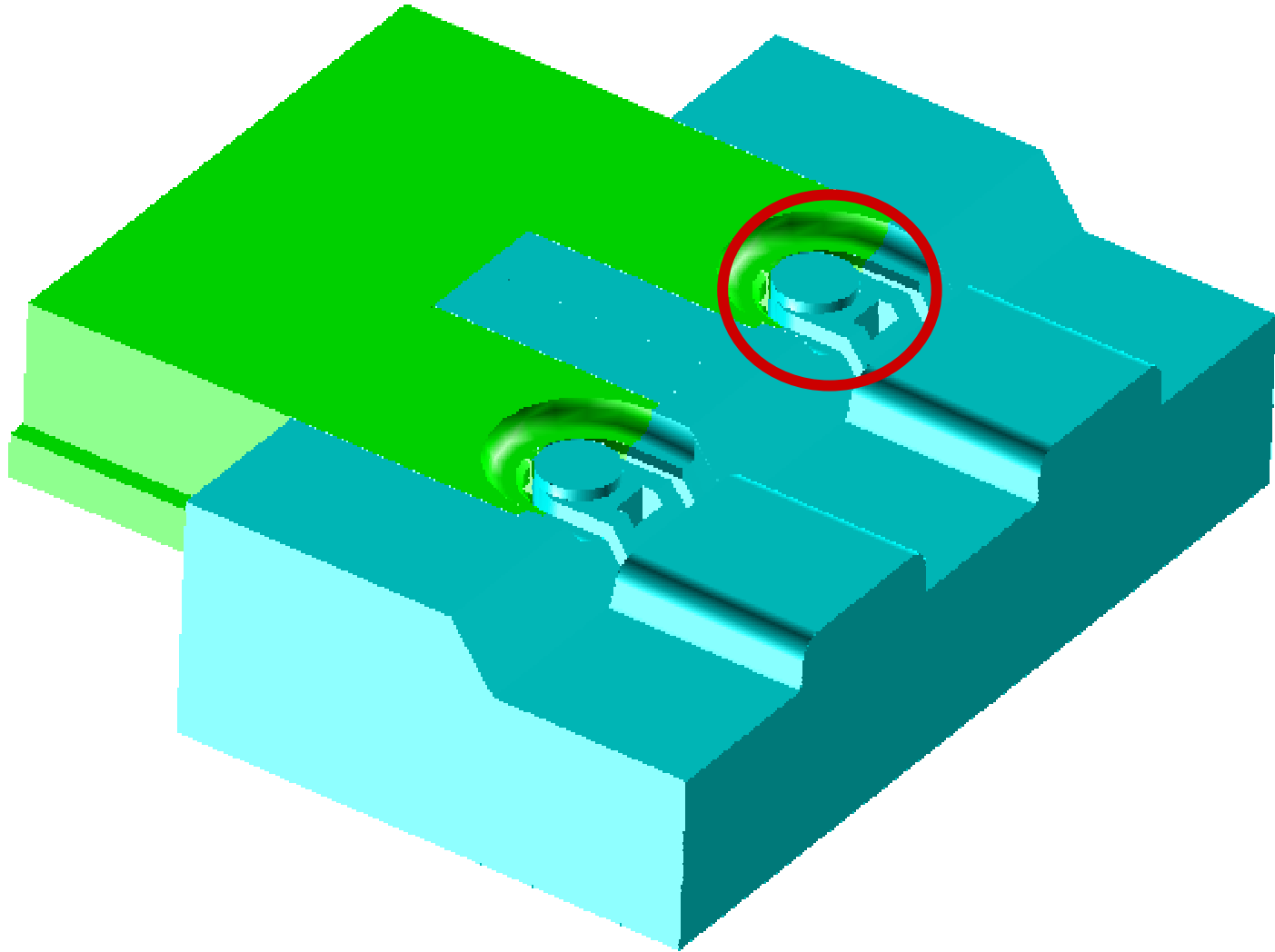


Moldflow

Scale (10 mm)

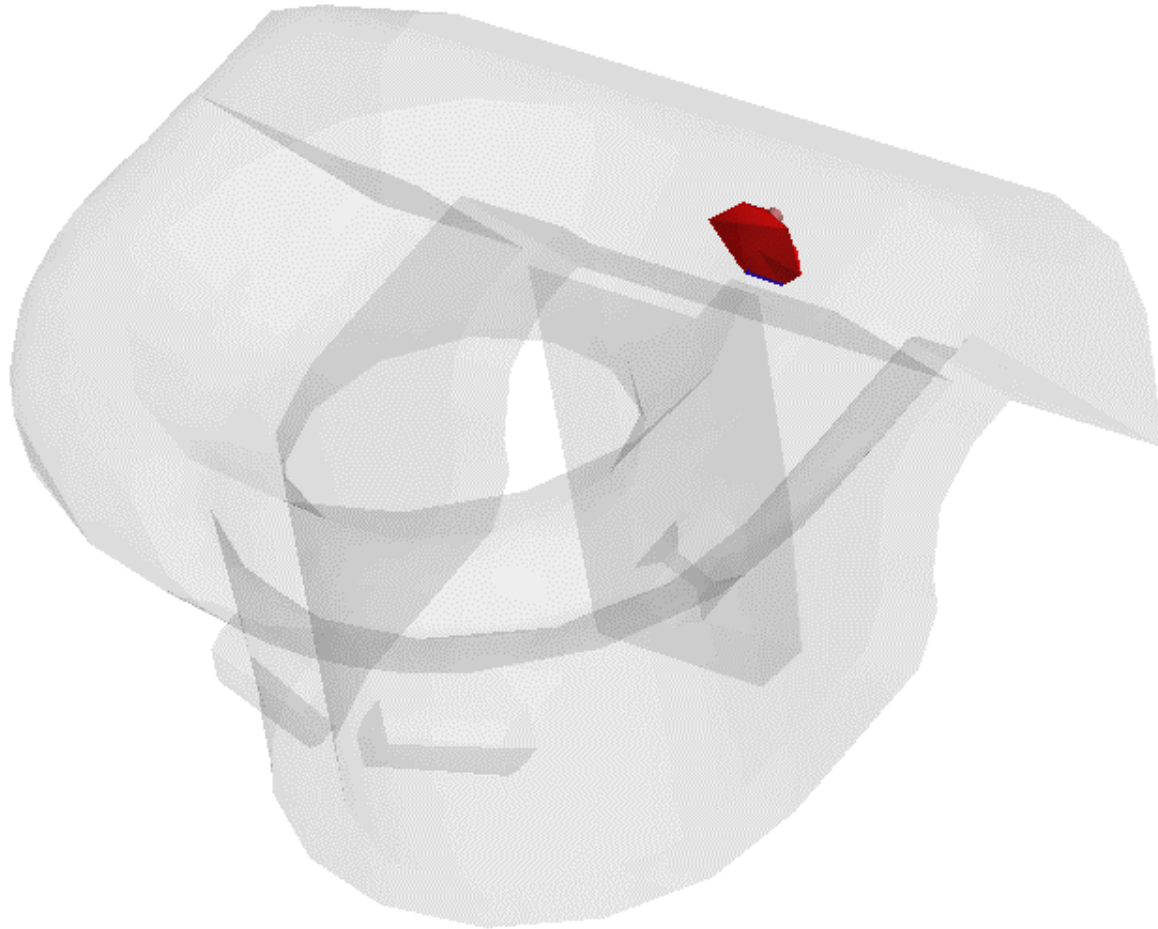


修正設計





3D 充填模式



moldflow

Scale (10 mm)

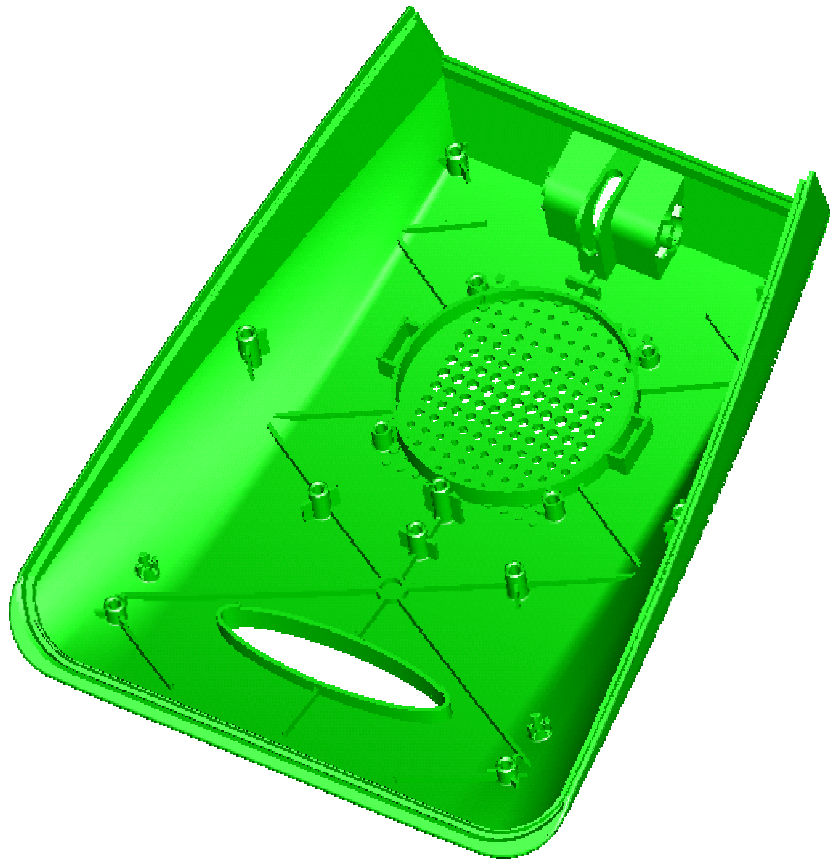


利用澆口尺寸控制排氣位置





3D Model



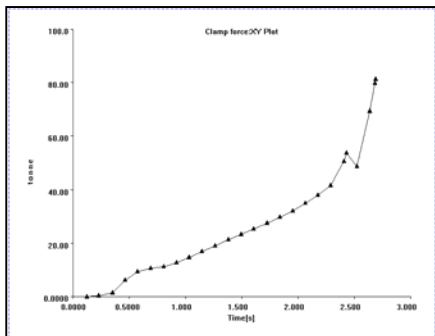
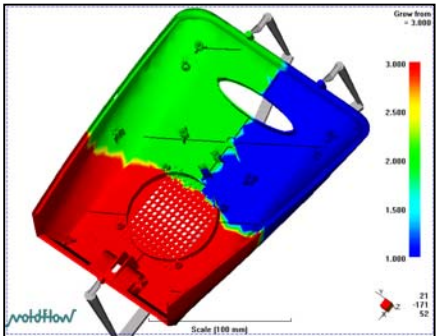
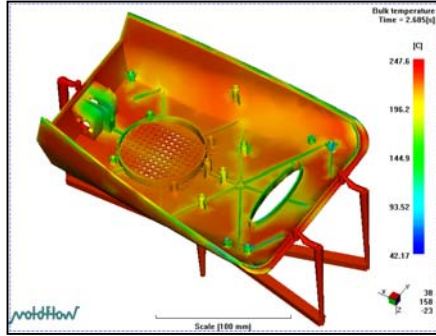
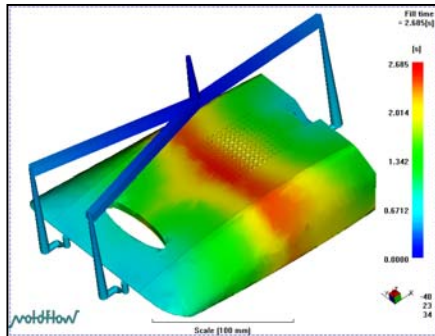
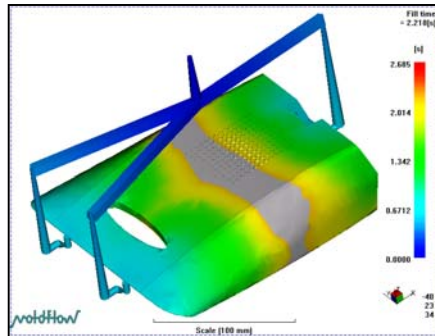
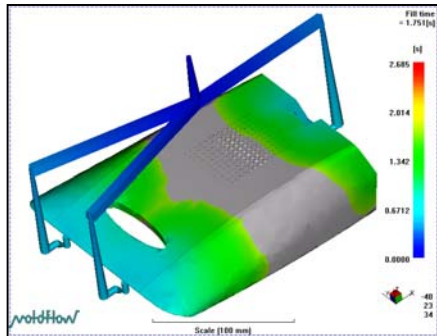
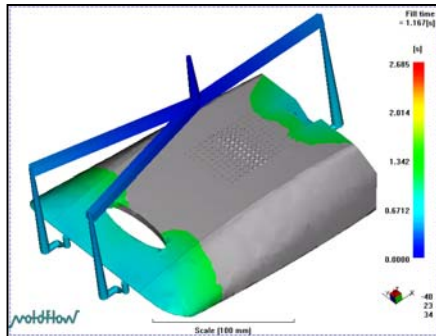
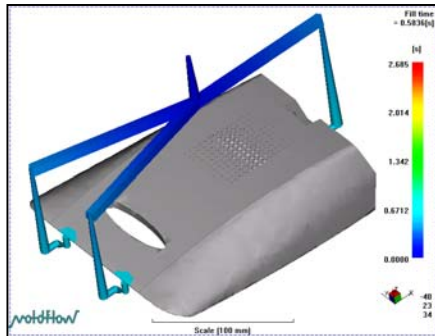


流道配置與充填模式



成型材料：**ABS**

鎖模力：**200 Ton (1 Cav.)**





排氣設計檢查點

- 檢查模穴充填末端是否能夠順利排氣
（可配合CAE軟體預測最後充填位置）
- 可利用澆口位置的改變以及進澆尺寸的變更，調整最後充填位置。



脫模機構的合理化

- 在射出成型的每一個循環週期中，產品必須準確無誤的從模穴中脫出；讓產品從模穴中脫離的機構稱為脫模機構。
- 脫模機構分類有多種方式，常見的脫模機構有二：
 - 簡單脫模機構（頂針、套筒）
 - 側向脫模機構（滑塊、斜銷）

簡單脫模機構的檢查點

- 簡單脫模機構包括了頂針與套筒。
- 頂針與套筒的設計檢查點包括下列三點：
 - 頂針規格選擇是否恰當？
 - 頂針位置選擇是否合理？
 - 除了頂出，能否兼顧排氣的設計？
 - 頂針頂出面如果是曲面，頂針沈頭是否有做定位？

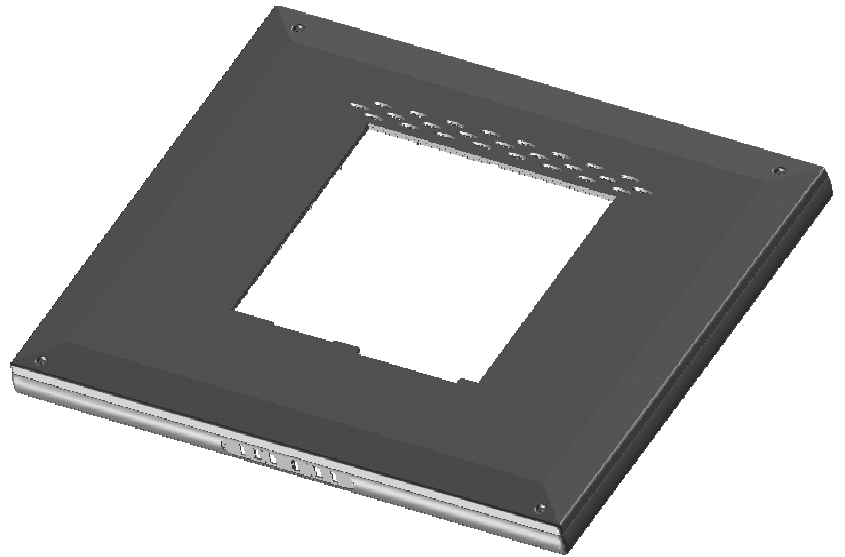


頂針的規格

- 常用的頂針，包括了單截頂針、雙截頂針、以及扁銷。
- 當頂針頂出直徑小於 3mm時，選用雙截頂針可以增加頂針的強度。
- 如果頂出區域較大，選擇頂針頂出又怕頂白，可以在頂針上端安裝頂出塊，增加頂針頂出面積。

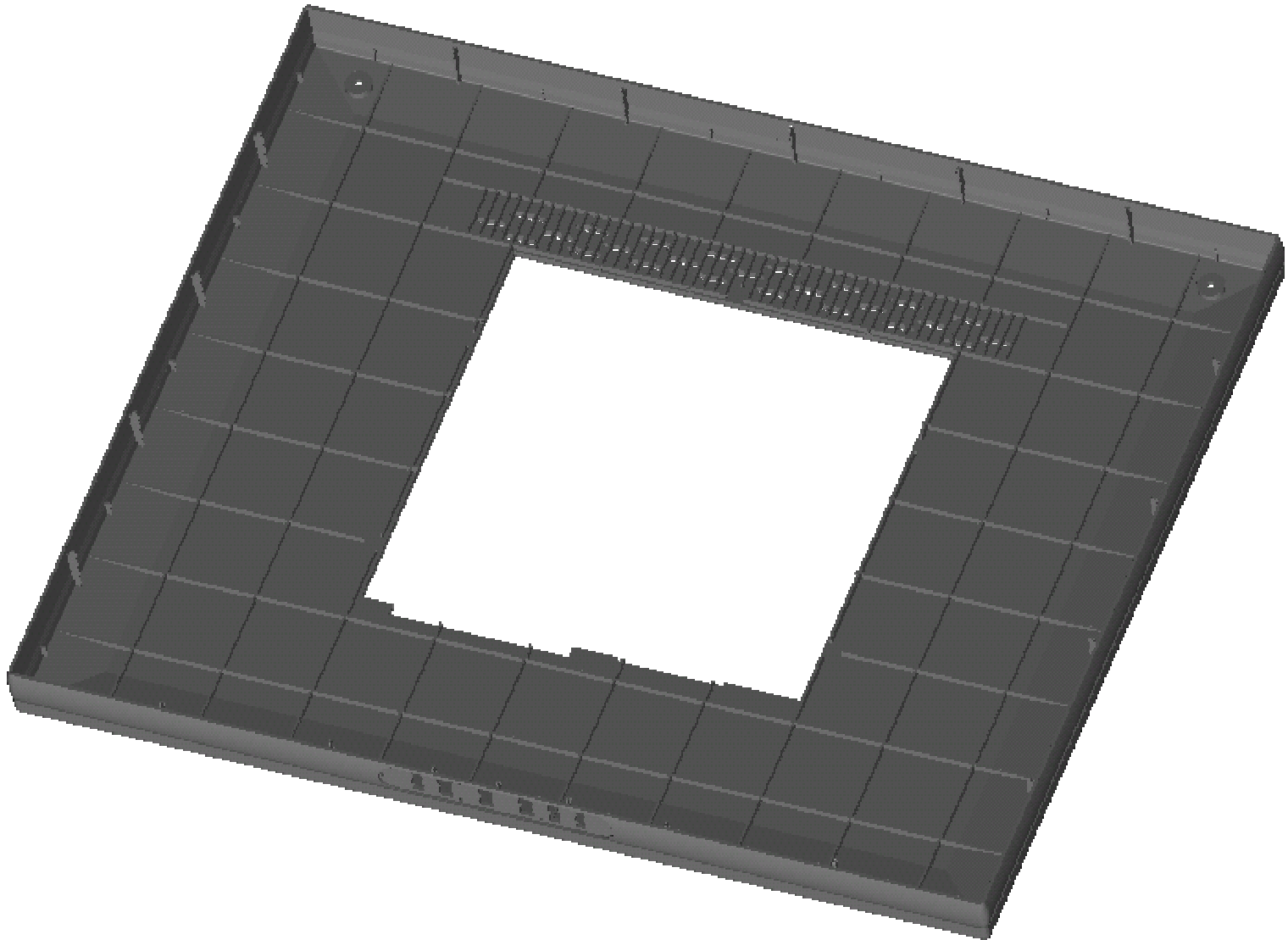


TFT LCD 螢幕後殼

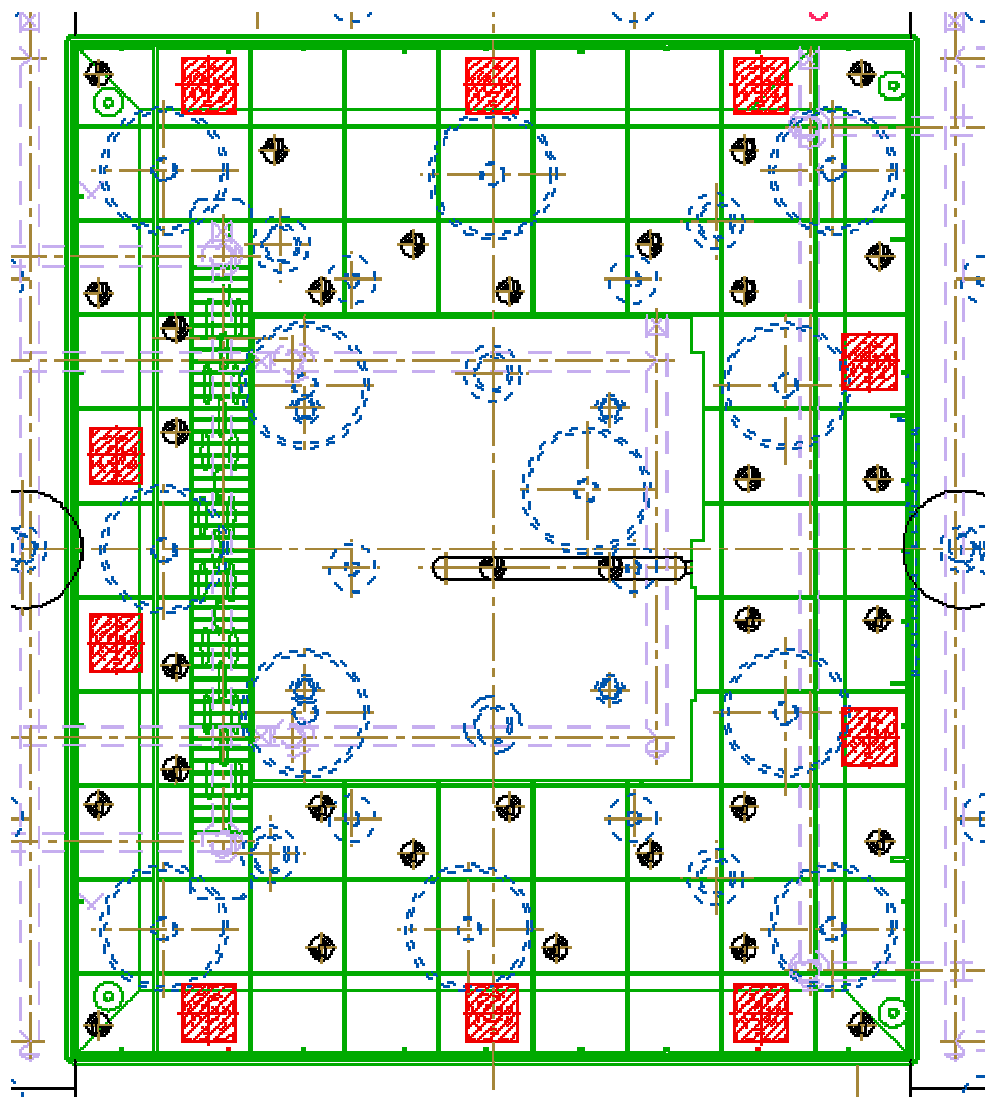




產品公模側

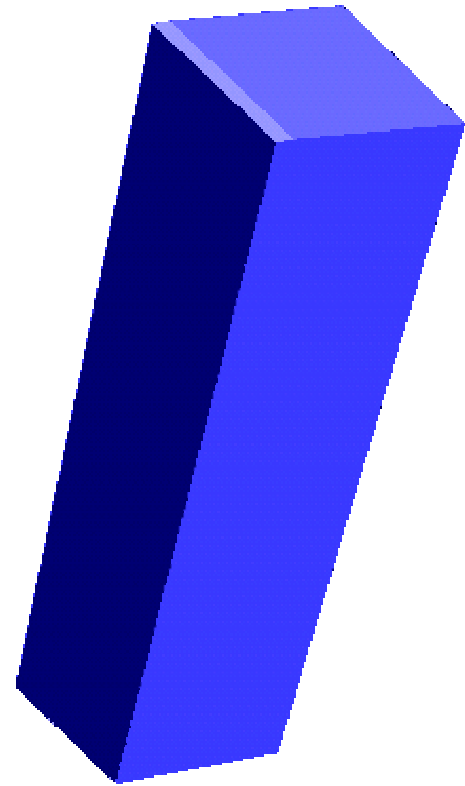
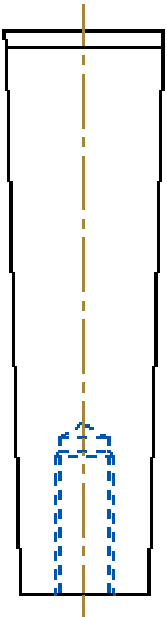
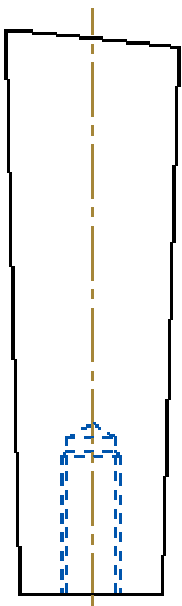
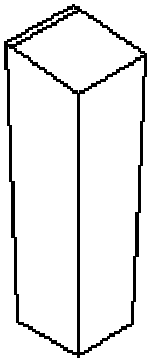
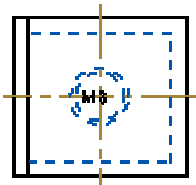


組立圖 (公模側)

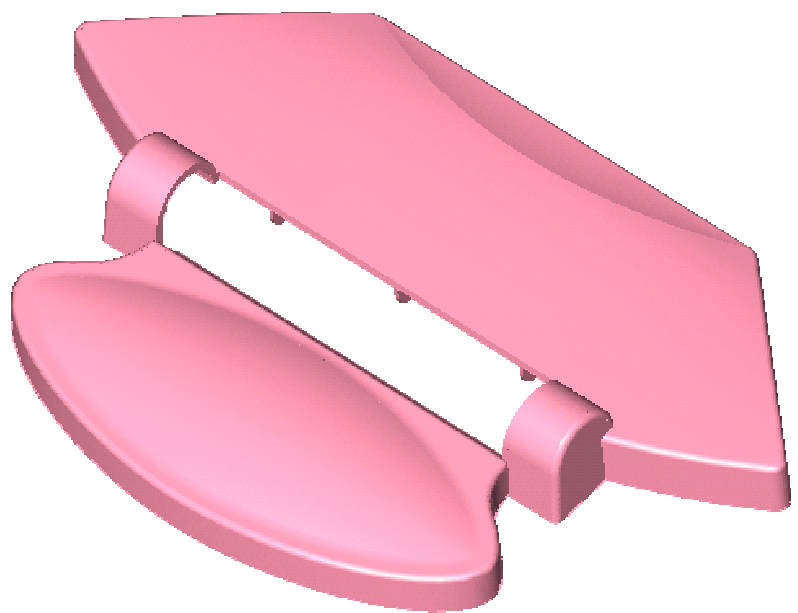




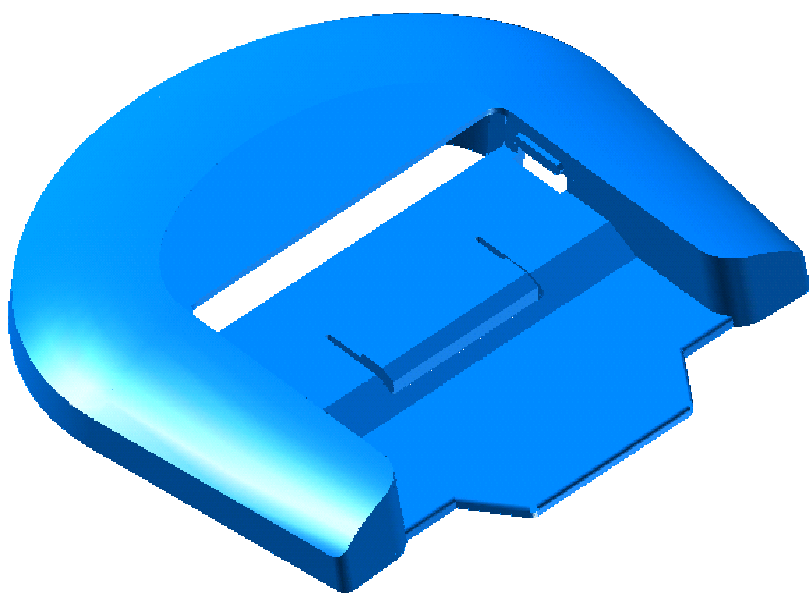
頂出塊



LCD 底座頂出系統的設計比較



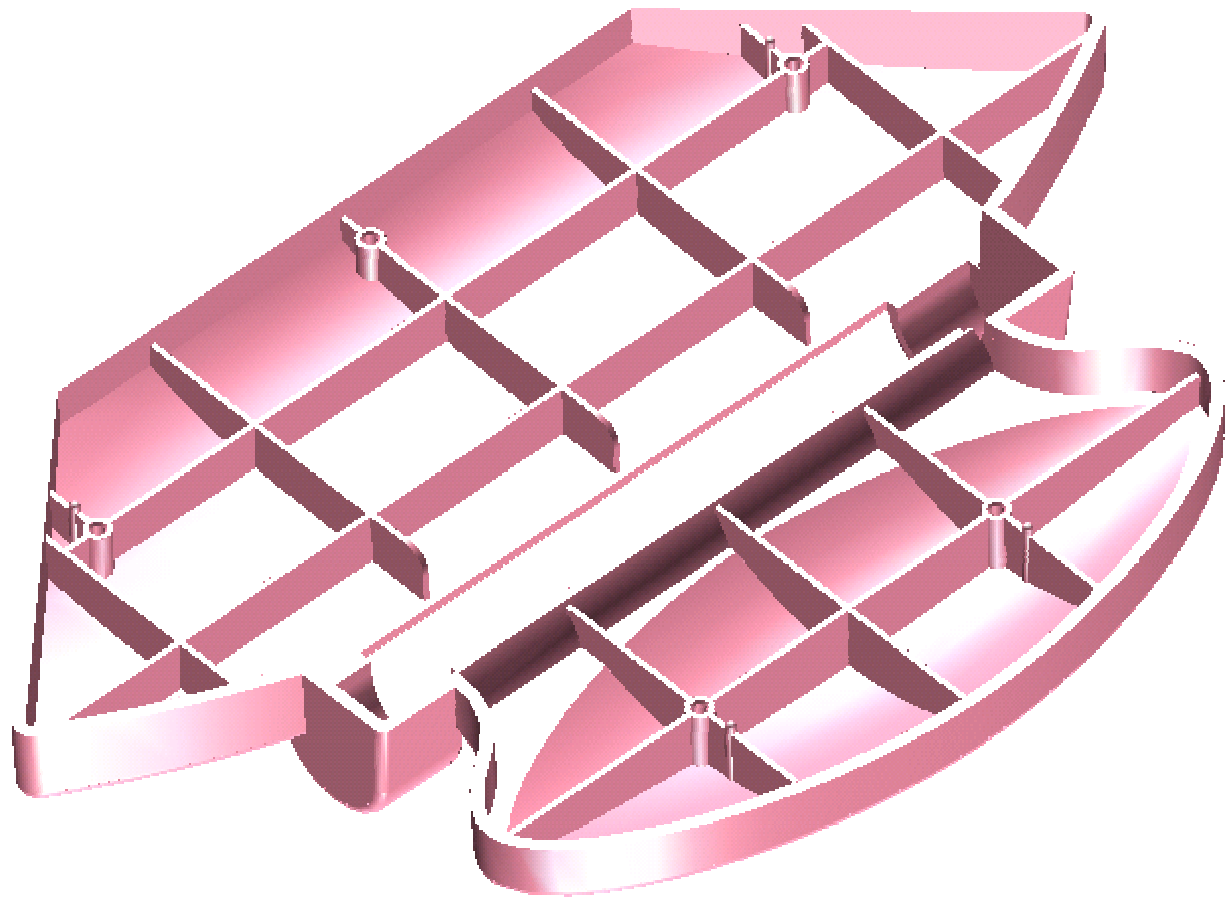
產品一



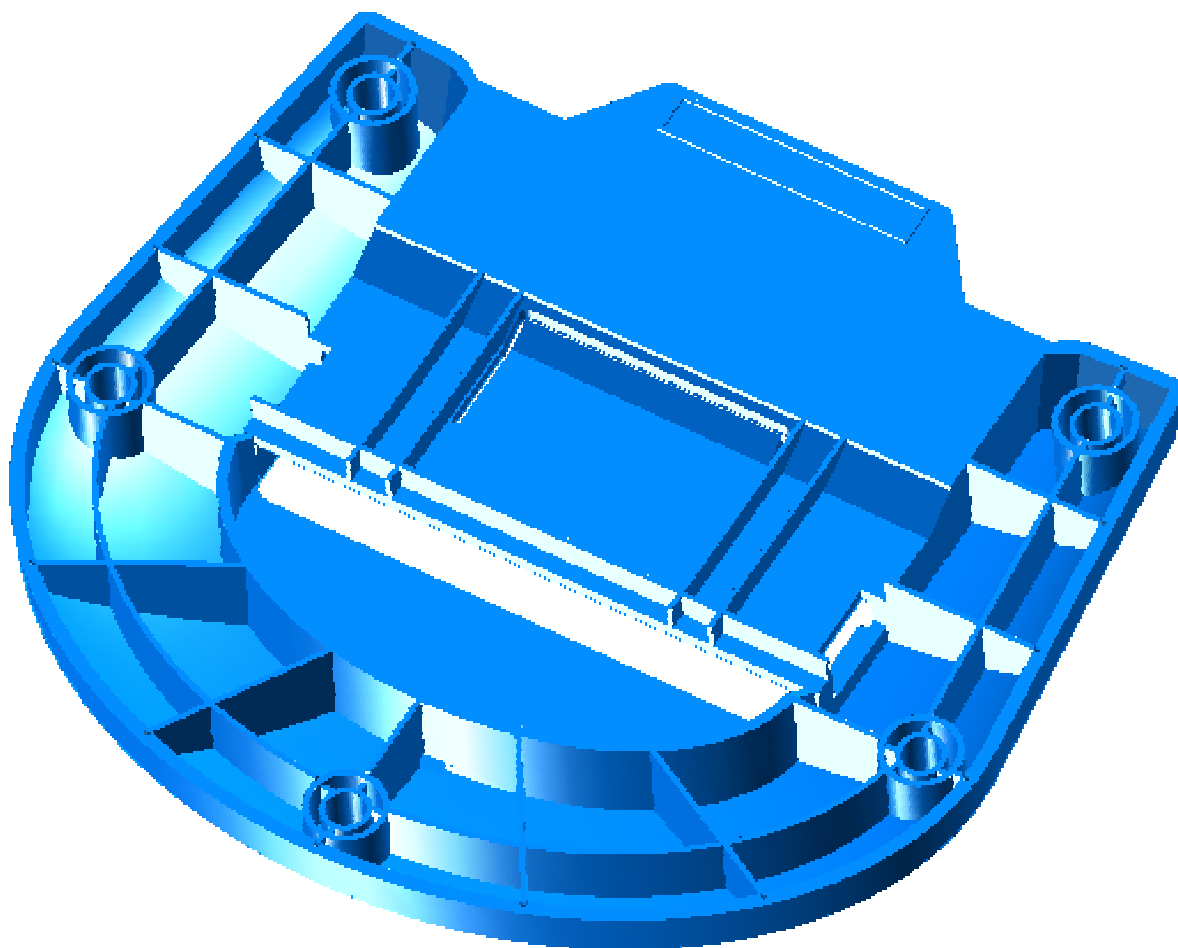
產品二



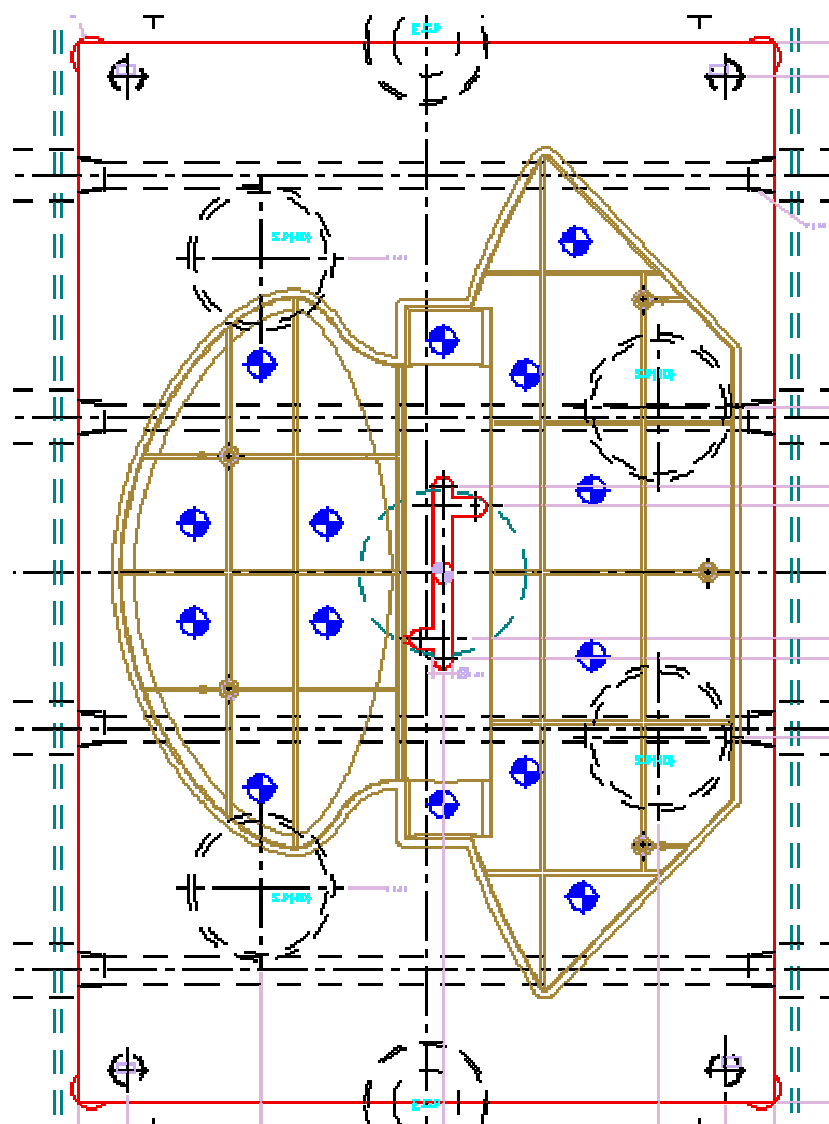
產品一的公模側



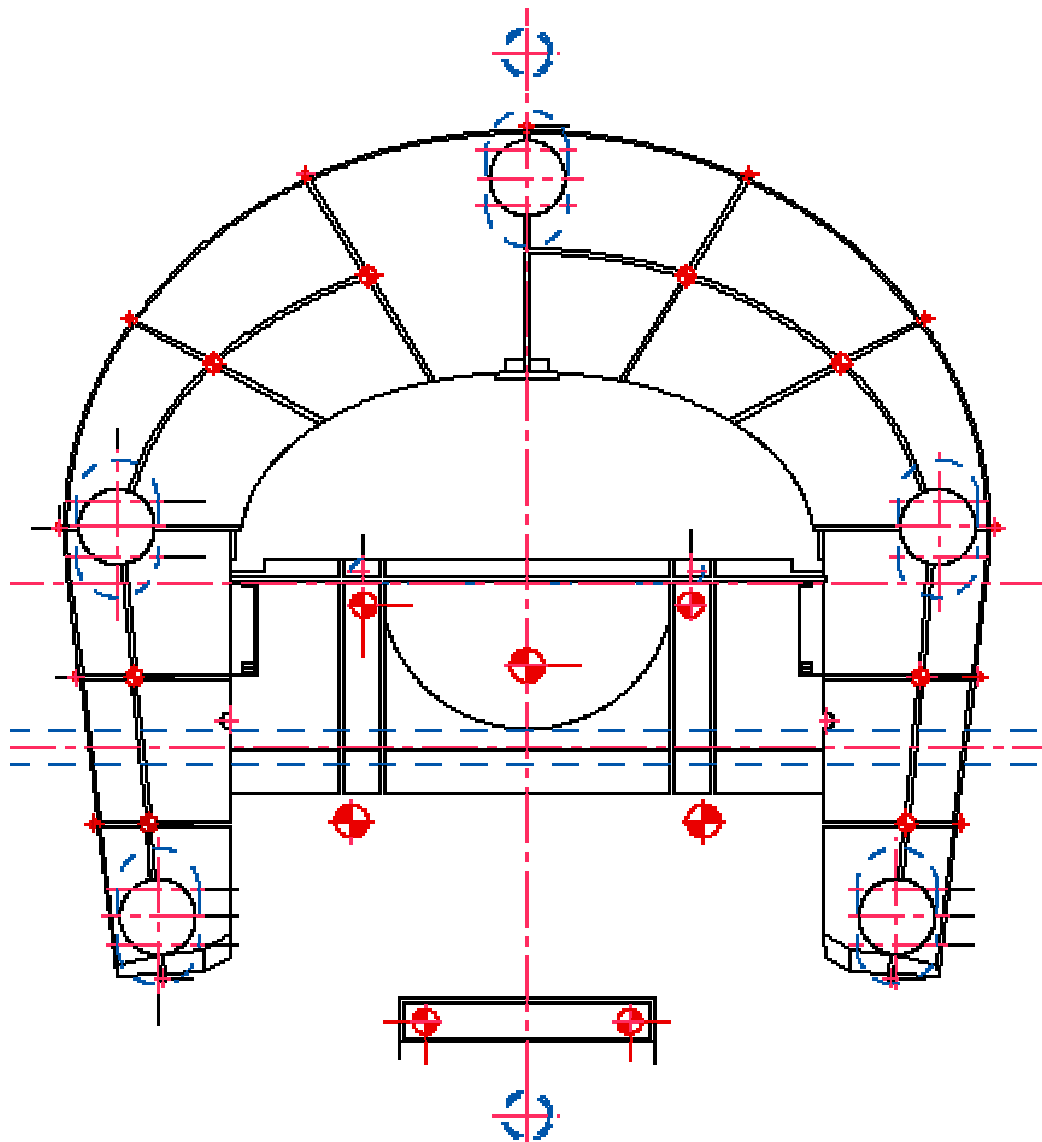
產品二的公模側



產品一 公模仁 2D圖面



產品二 公模仁 2D 圖面





側向脫模機構

- 產品的外型，在頂出模具時需要側向脫模的機構以達到外型的要求。
- 側向脫模機構的分類：
 1. 先完成側向分型，再頂出產品－滑塊
 2. 側向分型與頂出產品同步進行－斜銷

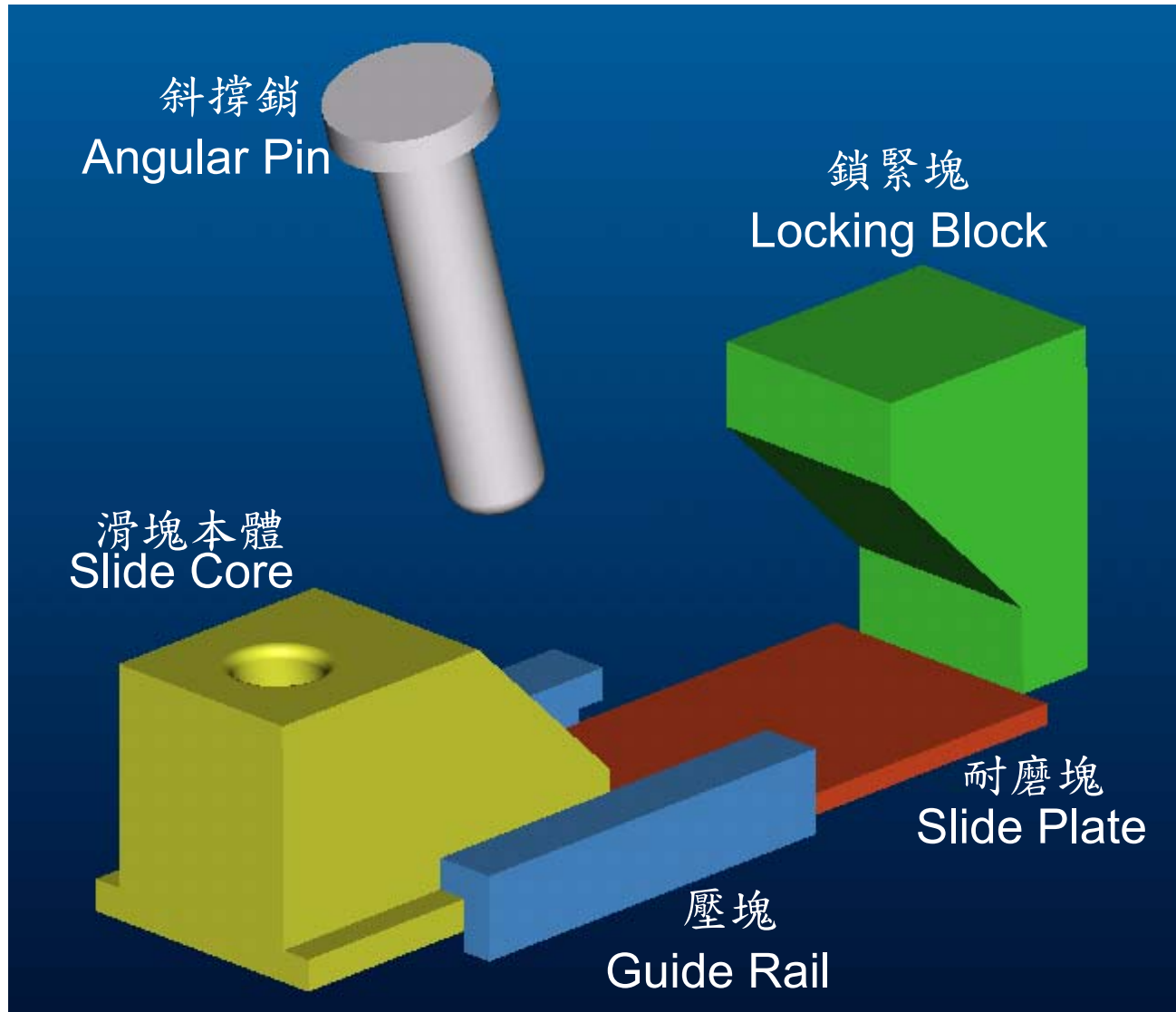


滑塊

- 滑塊是為了解決倒勾 (under-cut) 而發展的模具機構，其基本原理是將模具開閉的垂直運動，轉向成水平運動。而為了配合倒勾位置在公模或者是母模，而變化出不同的機構形式。

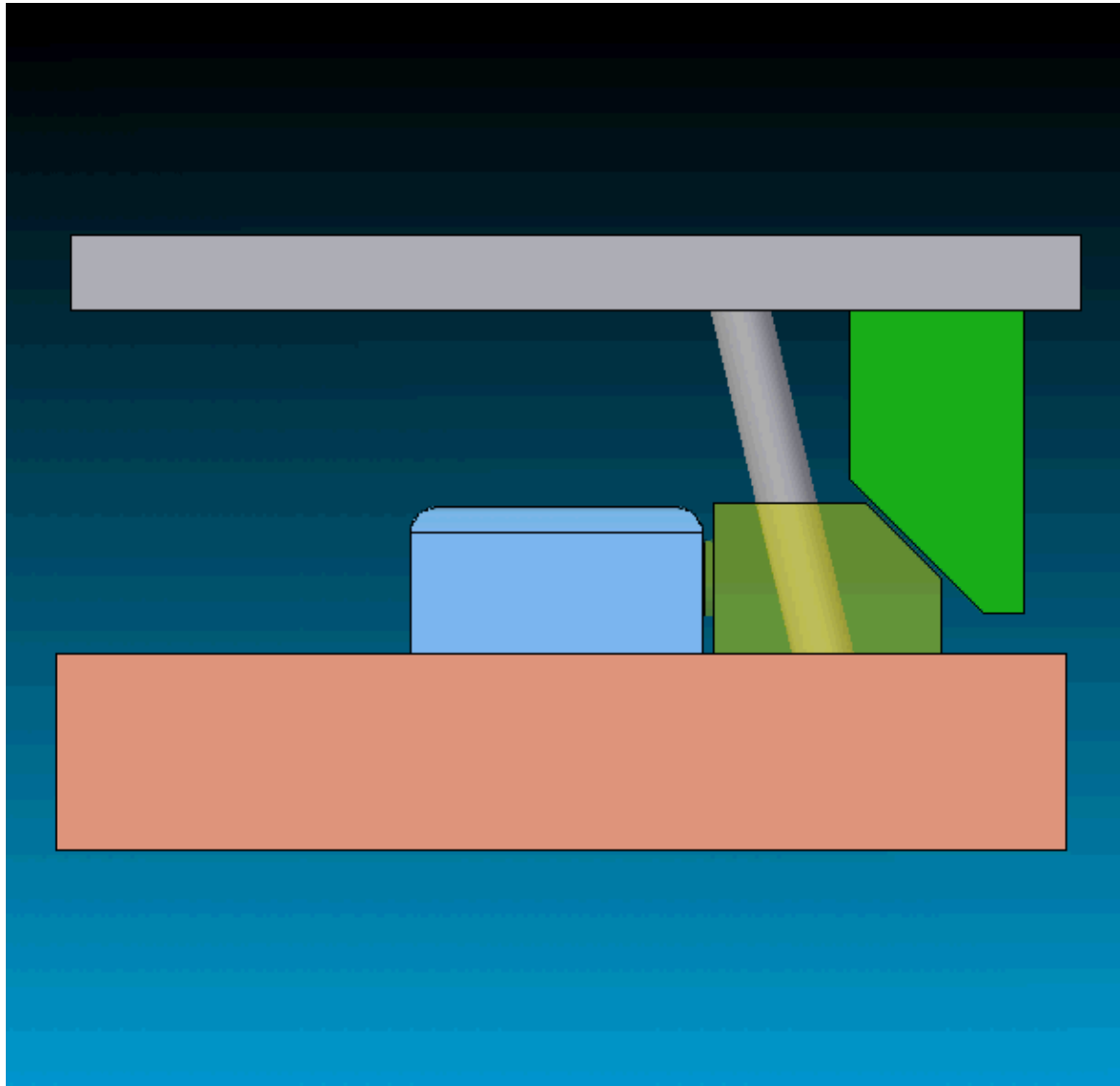


滑塊機構名稱



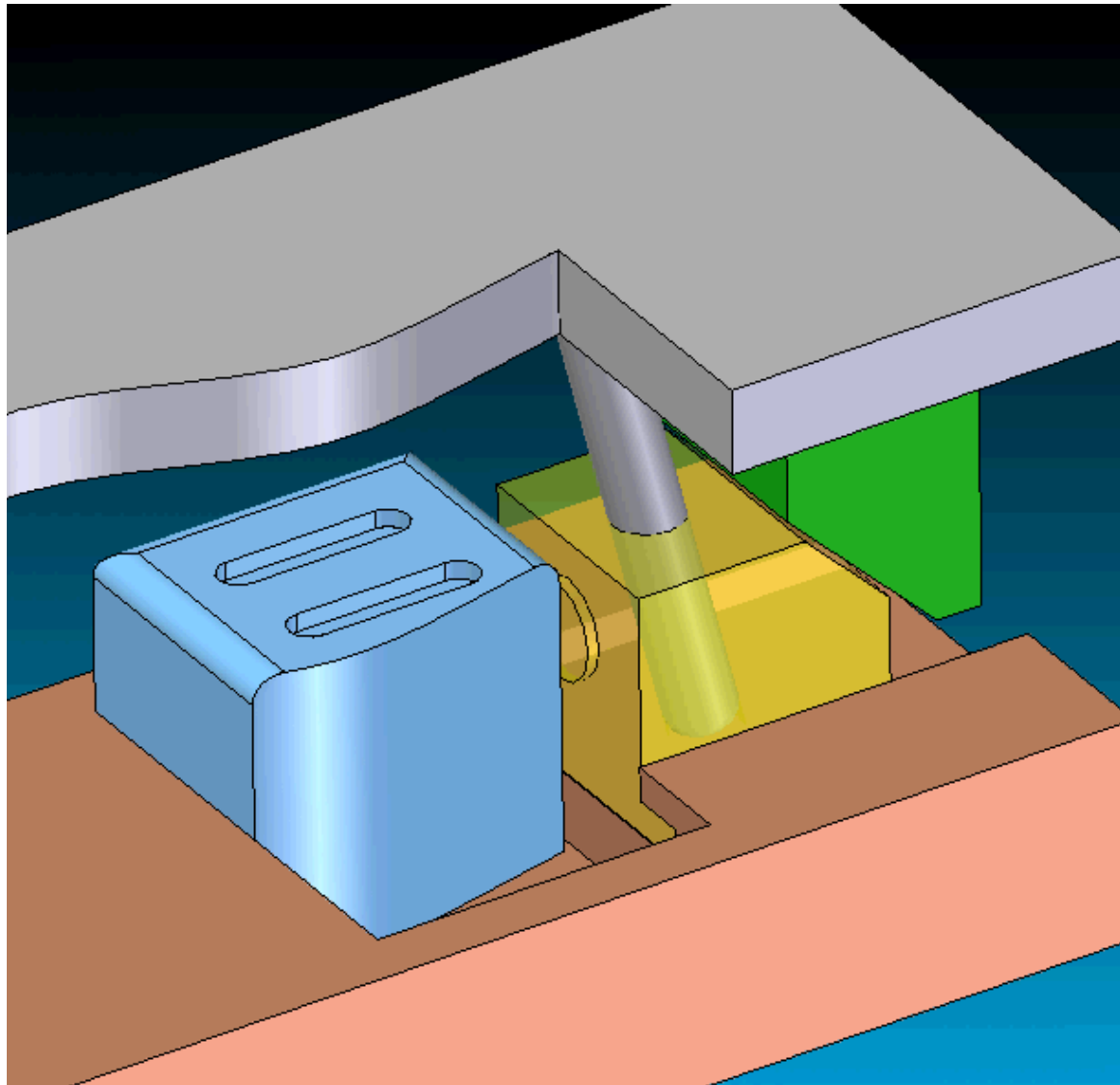


滑塊的機構動作



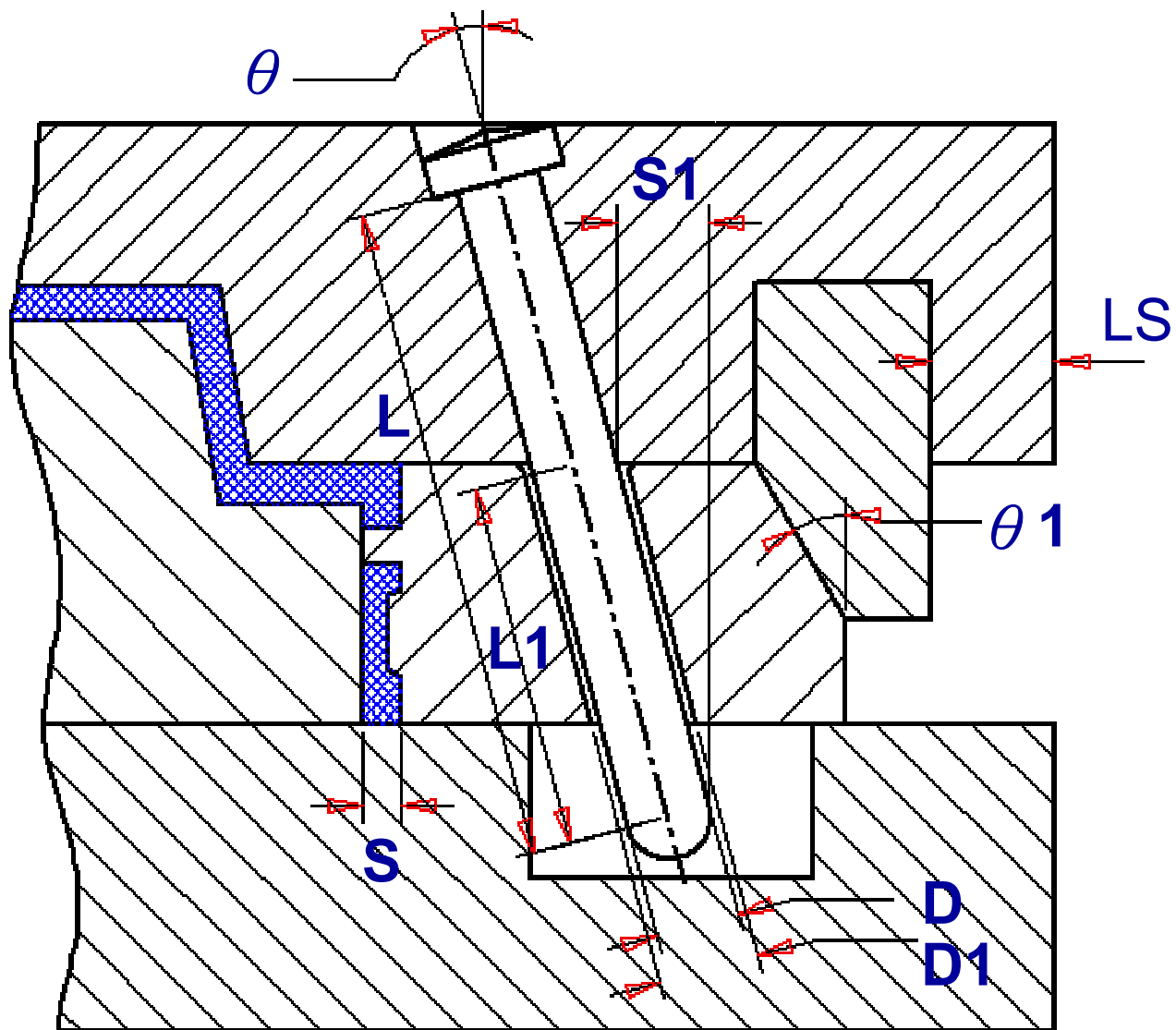


滑塊的機構動作





滑塊機構設計參數





名稱定義

- S：倒勾脫離距離
- S1：滑塊移動距離
- D：斜撐銷直徑
- D1：斜撐銷孔直徑
- θ ：斜撐銷角度
- $\theta 1$ ：鎖緊塊角度
- L：斜撐銷總長
- L1：斜撐銷作用長度
- LS：模具安全距離



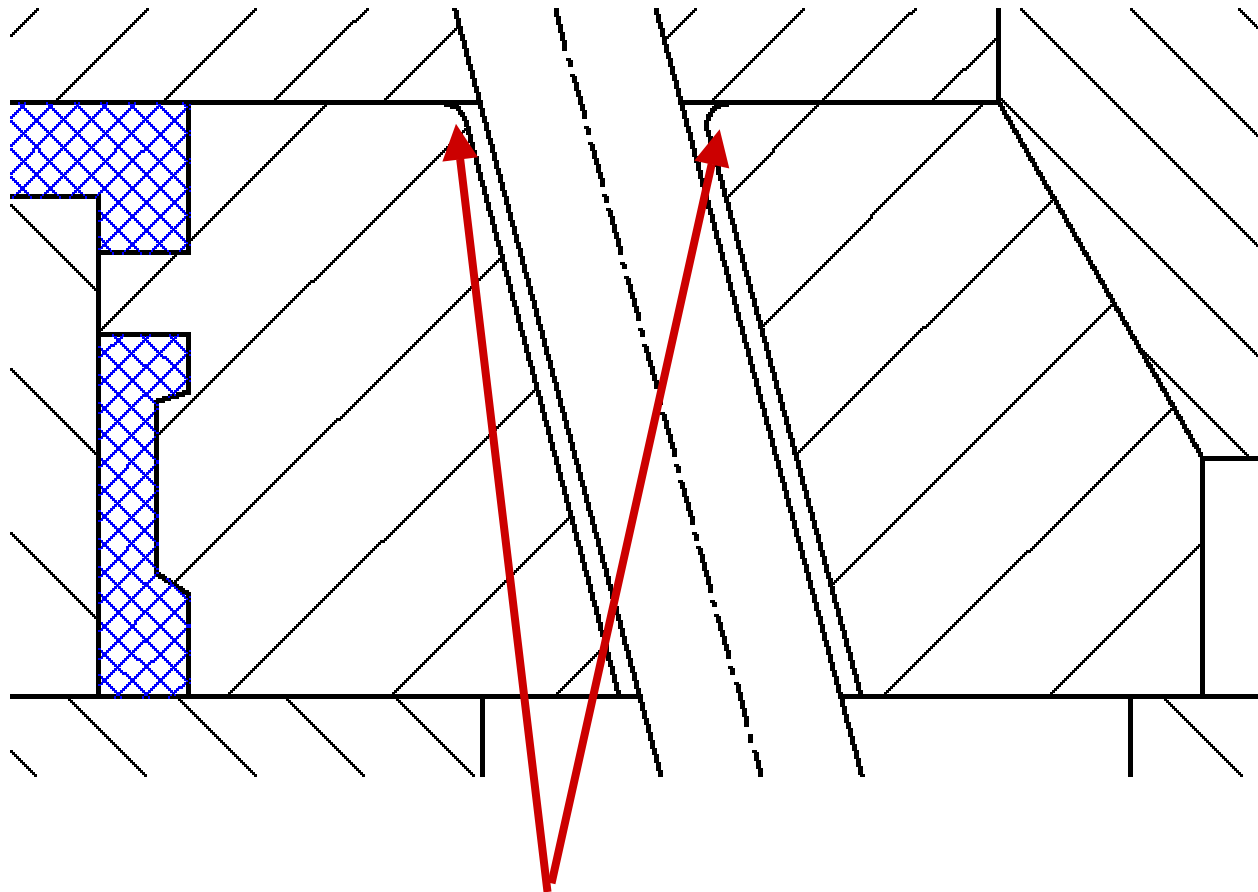
設計重點一

- 在模具操作過程中，整個滑塊機構都處於長時間的磨耗；因此，滑塊、鎖緊塊、壓塊、斜撐銷以及耐磨塊，都必須施以氮化處理。
- 氮化處理溫度在 $300^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 之間，材料變形量小；氮化處理後材料表層會生成固體潤滑皮模，能夠提供優良的潤滑性；氮化層的下方，會生成氮擴散層，使材料的疲勞強度得到改善；由於表層的氮化層保護，可以抑制材料因為摩擦造成的溫度上升，進而避免材料局部接觸區域軟化。



設計重點二

- **$S1 \doteq S + 3$**
- 滑塊行程 $S1 >$ 倒勾行程 S
- 滑塊行程必須大於倒勾行程，倒勾的部分才能完全脫離成品。在設計時，可以設定滑塊行程 $S1 \doteq$ 倒勾行程 $S + 3$
- 在設計上多預留 3mm 的目的，在於避免鉗工在作斜撐銷孔圓角時作的過大，造成滑塊後退行程不足。



斜撐銷孔導圓角

製程安排時，可設定由加工段直接導圓角 R2.0



設計要點三

- 在加工斜撐銷孔時，必須考慮到公差的影響。斜撐銷孔D1的尺寸與斜撐銷直徑D可以採用下表的加工參數。

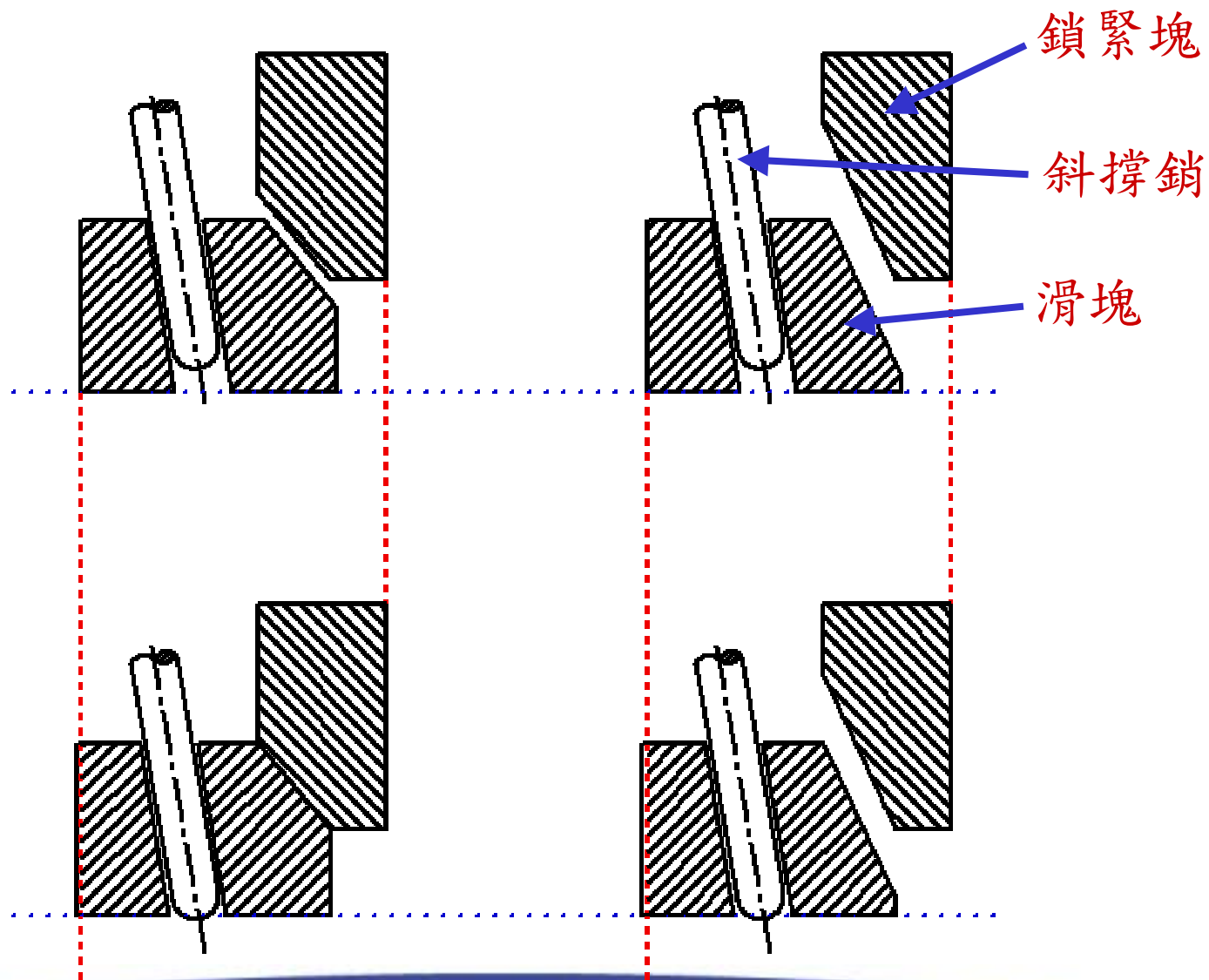
D	D1
4 ~ 10	D + 0.5
12 ~ 20	D + 1
25 ~ 32	D + 2
35 ~ 50	D + 3



設計要點四

- 鎖緊塊角度 $\Theta 1 = \text{斜撐銷角度} \Theta + 3\text{度}$
- 設計滑塊機構時，盡量讓斜撐銷的長度足以完成滑塊行程的推動；鎖緊塊角度至少要等於或者是略大於斜撐銷角度，以避免鎖緊塊回位過快，造成滑塊撞擊斜撐銷。如果滑塊行程不長，又不希望讓斜撐銷過長，可以將鎖緊塊的角度設計成與斜撐銷角度相同，利用鎖緊塊讓滑塊回位（但是斜撐銷孔需加大）。

鎖緊塊與斜撐銷的角度





斜撐銷的角度

- 斜撐銷的角度越大，可以在開模距離短的情況下得到較大的滑塊行程，但是鎖模力也會越大。一般而言，斜撐銷的最佳傾斜角度必須在 **15°** ~ **25°** 之間。

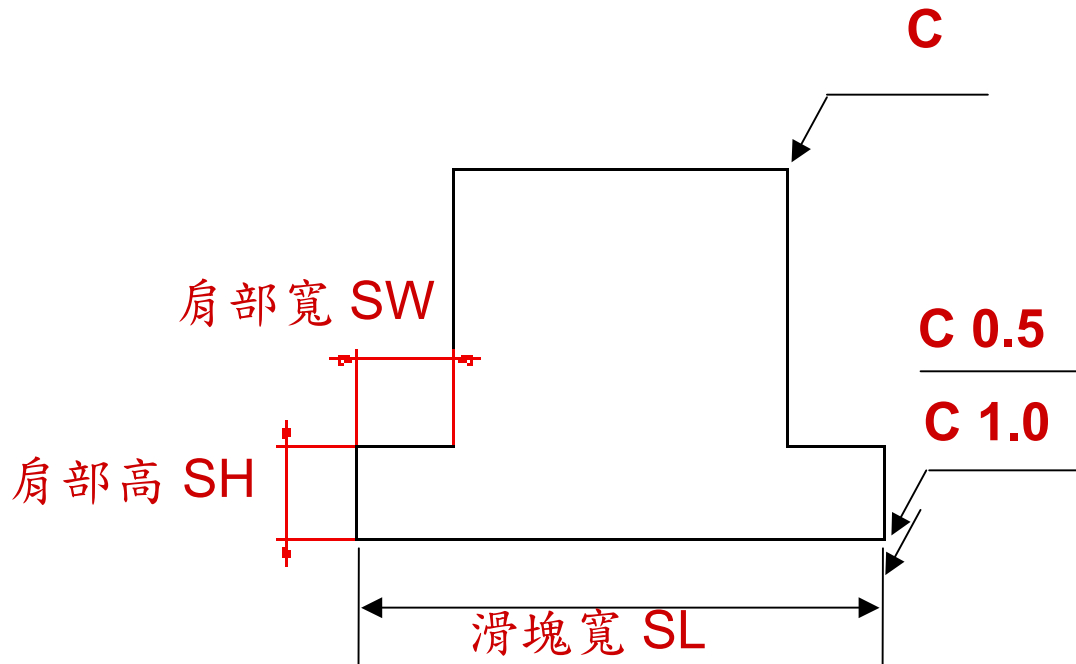


設計要點五

- 斜撐銷有效長度 $L1 \times \sin(\theta) = S1 > S$
- 斜撐銷總長L必須要提供足夠的有效長度L1



設計要點六



滑塊寬 SL	肩部寬 SW	肩部高 SH
SL < 100	3.0 mm	5.0 mm
100 < SL	4.0 mm	8.0 mm

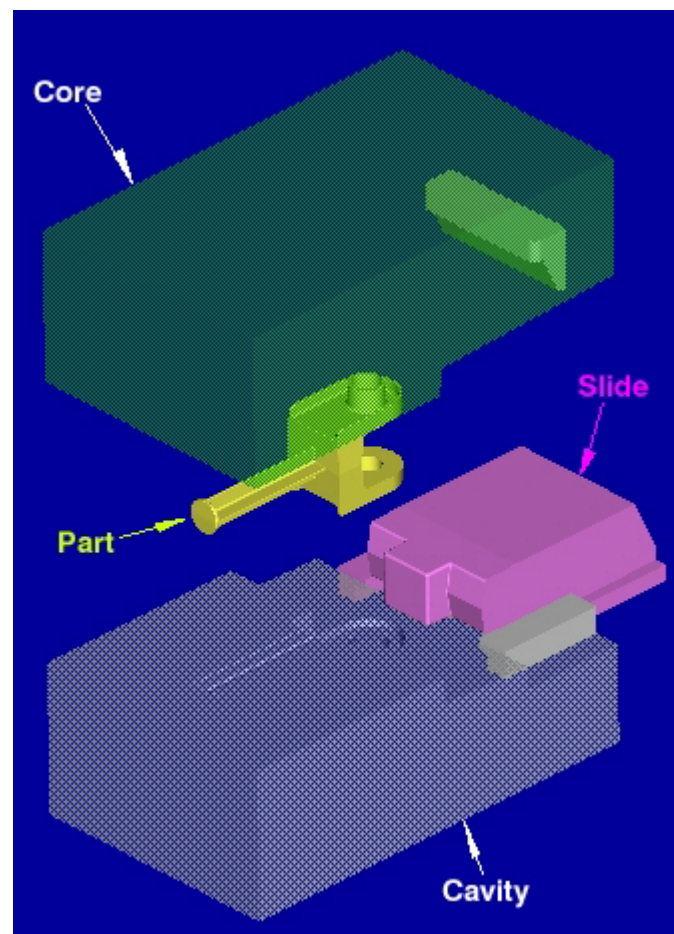


設計要點七

- **安全距離 $LS \geq 20 \text{ mm}$**
- 鎖緊塊後端至模具表面的安全距離，主要是提供鎖緊塊鎖緊滑塊的力。安全距離不足時，在生產時可能會發生變形，使鎖緊塊無法鎖緊滑塊。一般取滑塊安全距離 LS 至少需為 20 mm ，滑塊成型面越大，滑塊所承受的射出力越大，因此 LS 也需要越大。

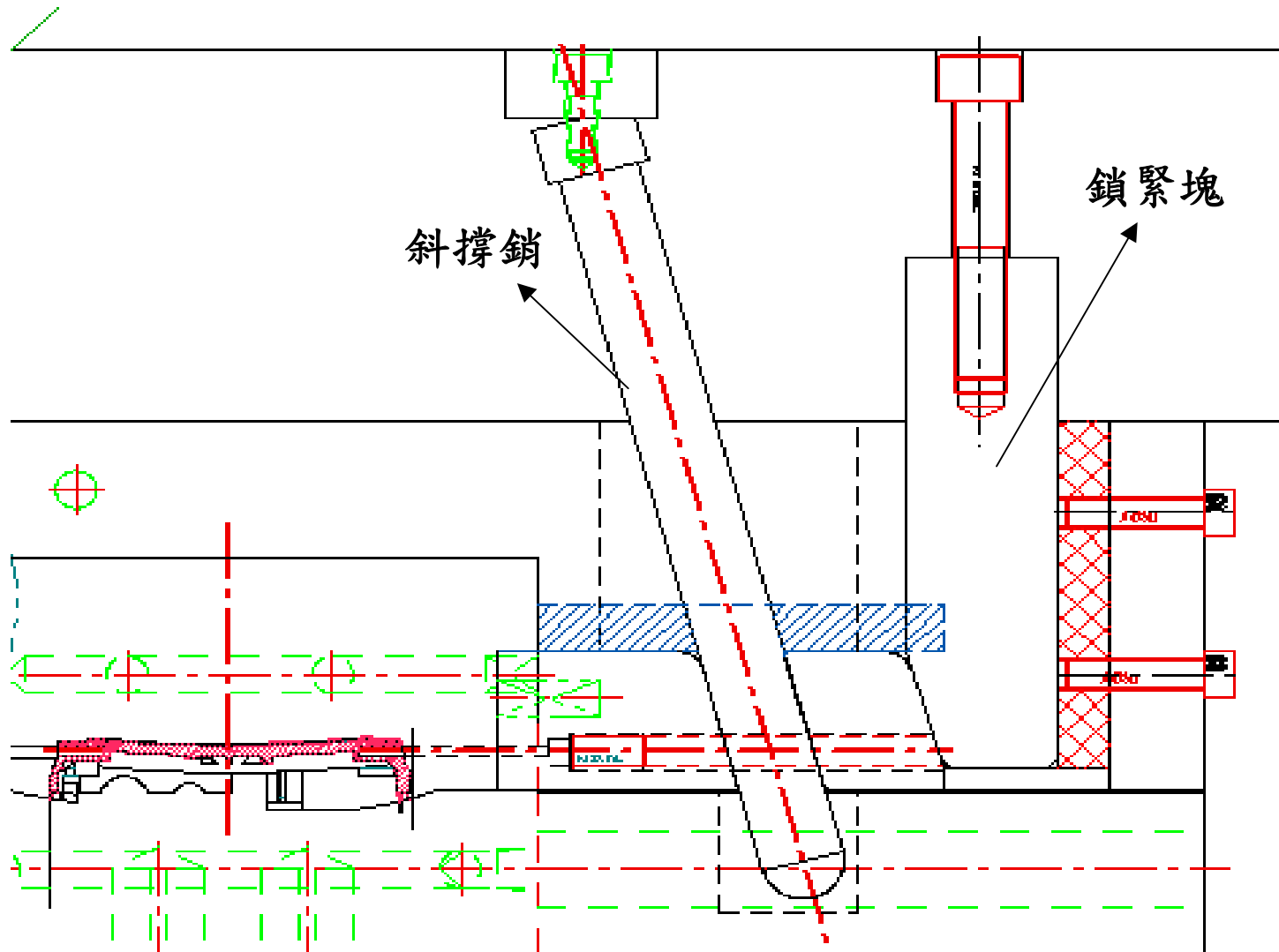
滑塊機構的應用

- 斜撐銷滑塊
- 撥塊滑塊
- 彈簧滑塊
- 母模滑塊
- 鎖緊塊



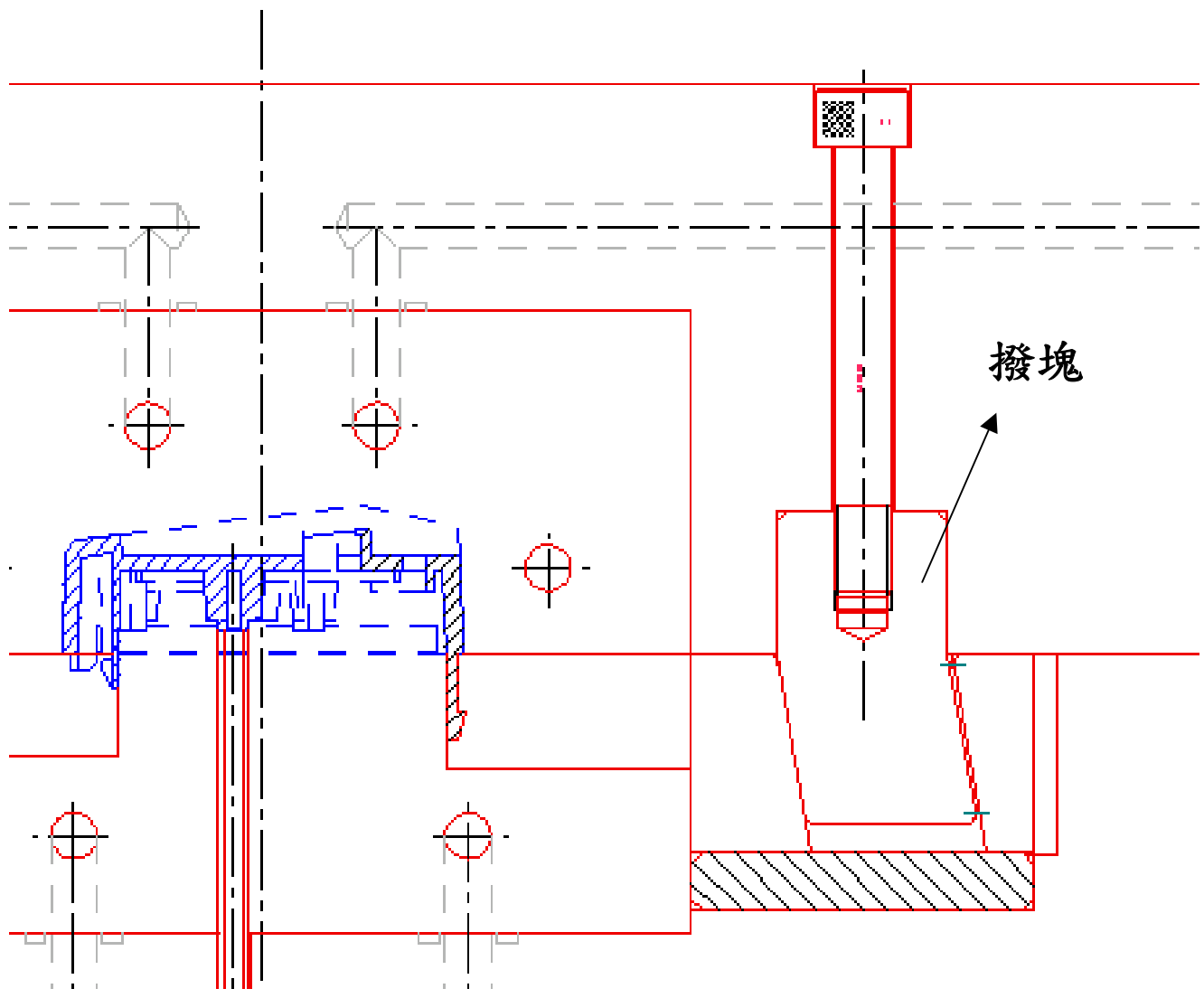


斜撐銷滑塊





撥塊滑塊



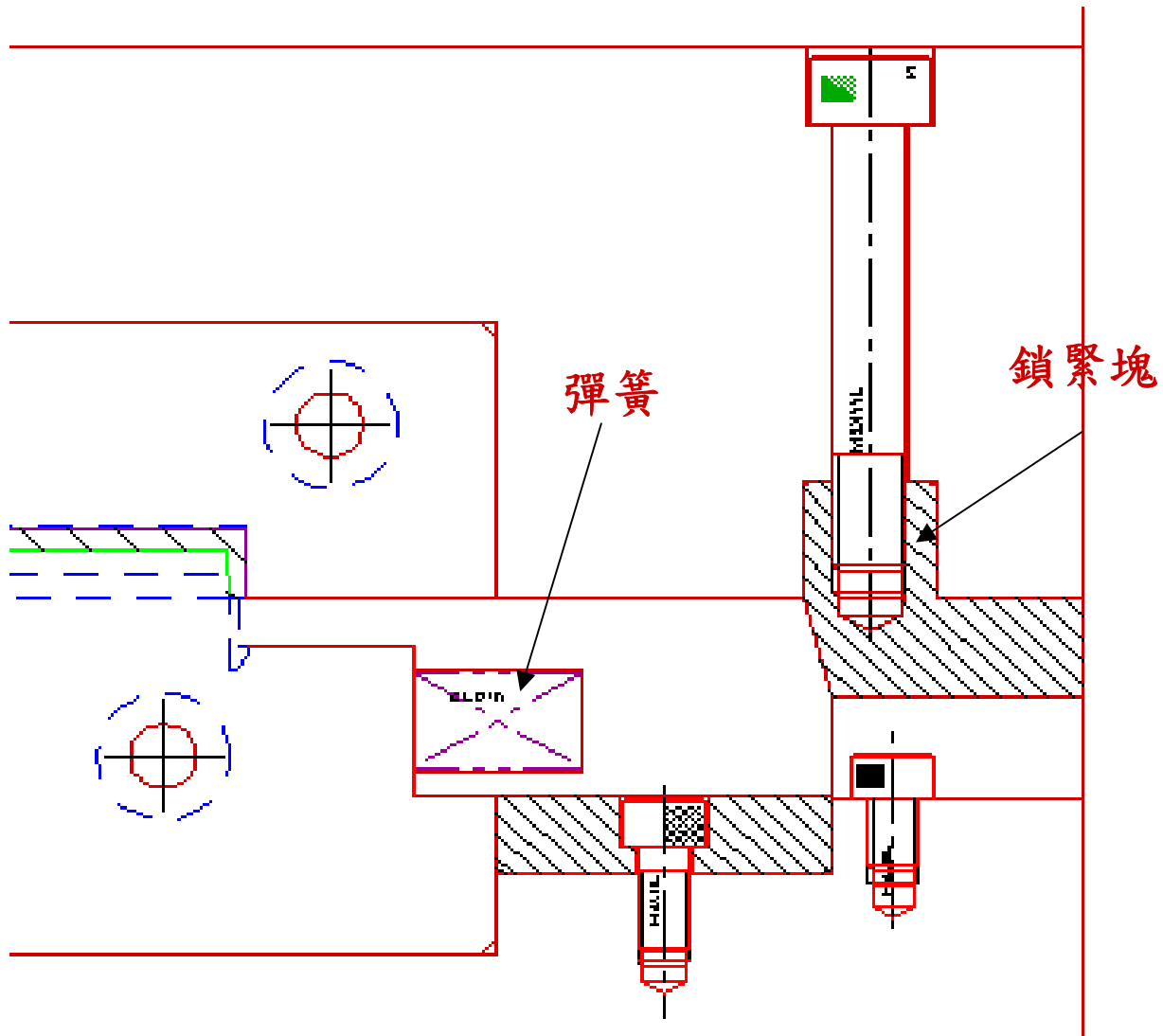


撥塊滑塊

- 撥塊是斜撐銷的一種變形，其主要的的作用，在於延遲滑塊的運動。根據撥塊的形狀，模具可以經過一定的開模行程後，滑塊再開始運動。
- 對於縱深的管狀或者是筒狀塑件，可以在滑塊閉合的狀態下，將成品從模仁上先部分頂出，再進行側向開模。



彈簧滑塊



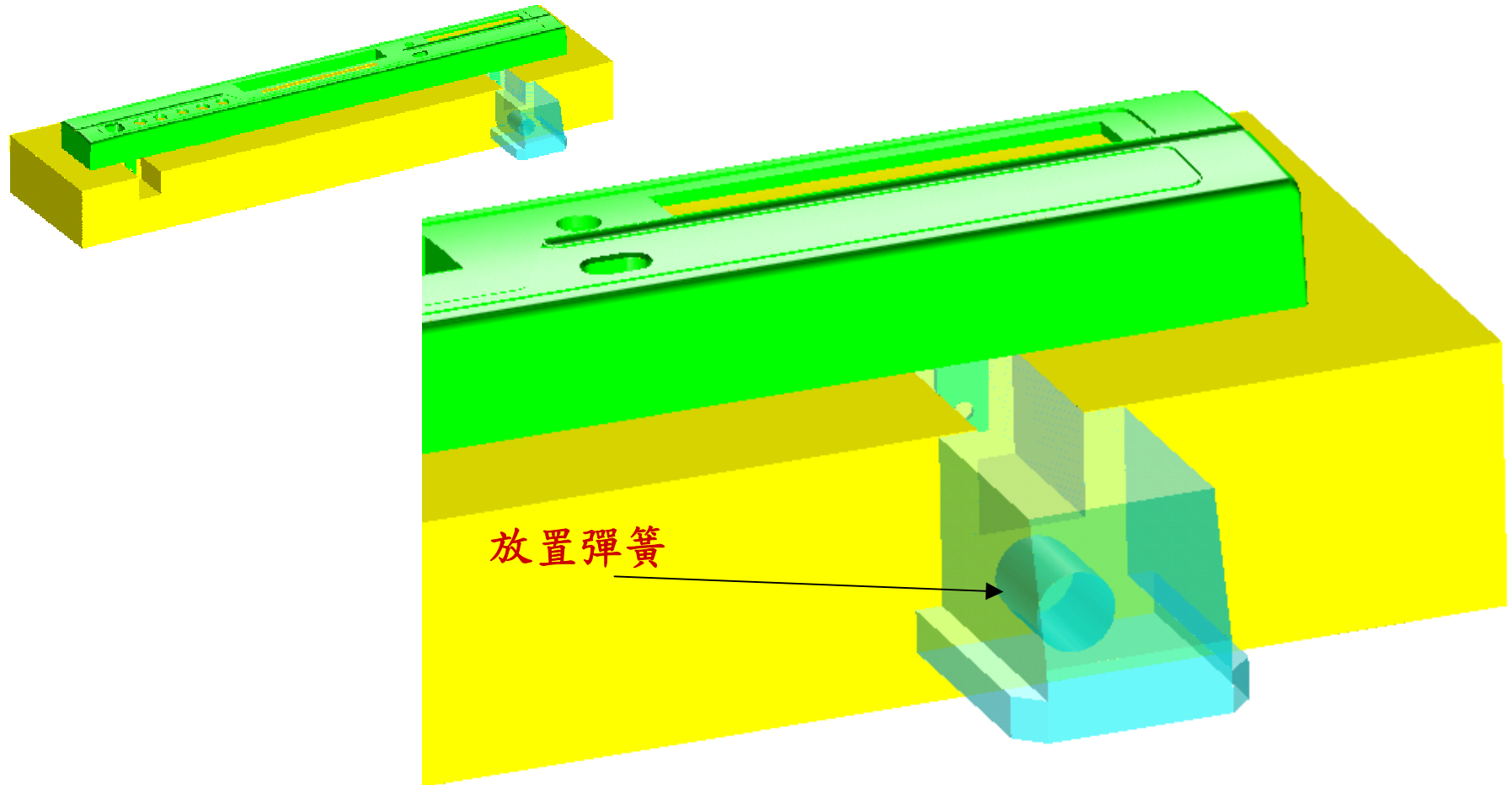


彈簧滑塊

- 用彈簧驅動滑塊，會有些許的風險。除了彈簧的強度可能會隨著時間而降低外，彈簧孔的加工位置也可能影響滑塊的運動是否順暢。
- 當滑塊尺寸較大時，彈簧可以配合斜撐銷或者是撥塊，『輔助』滑塊脫離型腔位置。



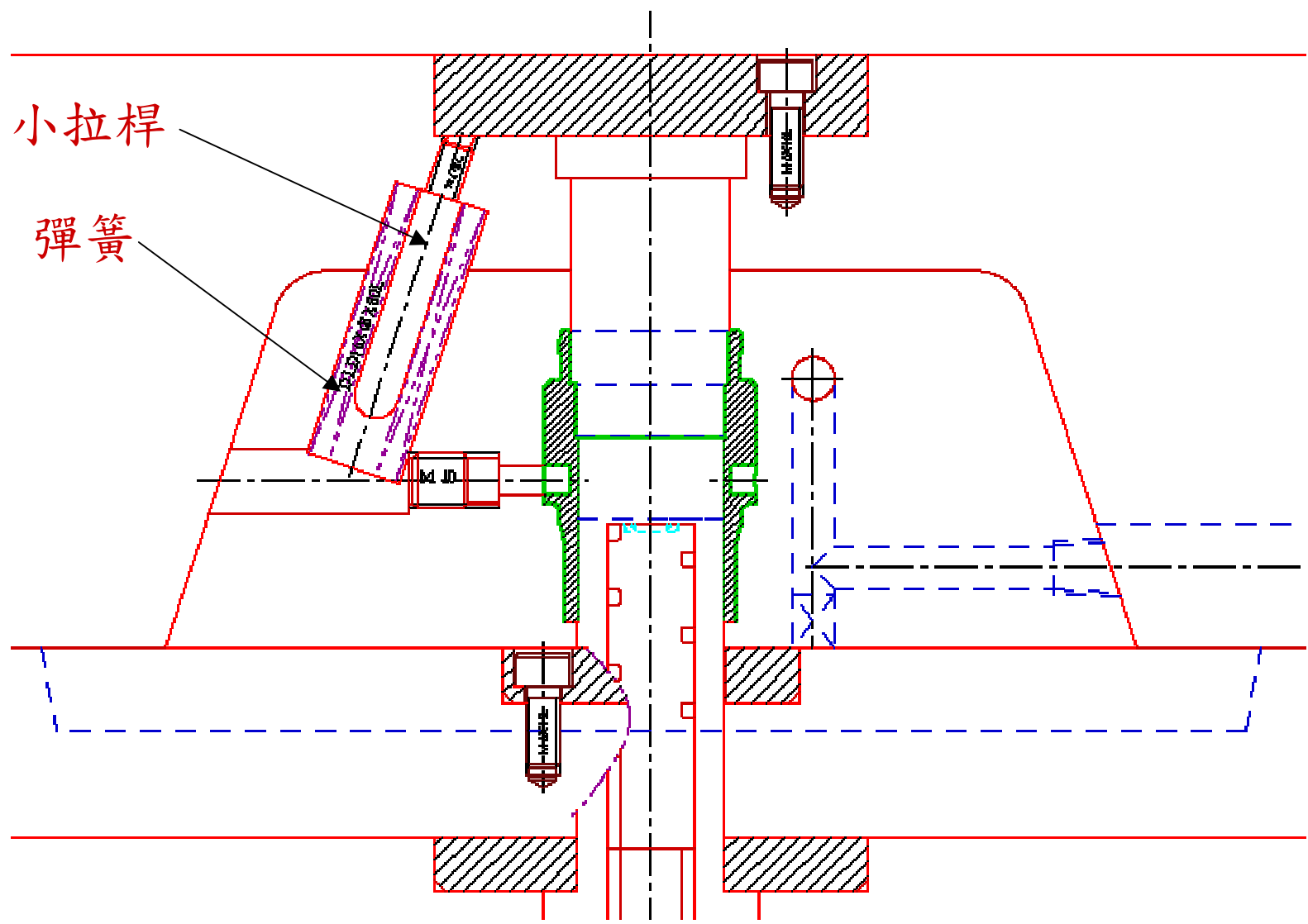
彈簧滑塊應用



放置彈簧



母模滑块



小拉桿

彈簧

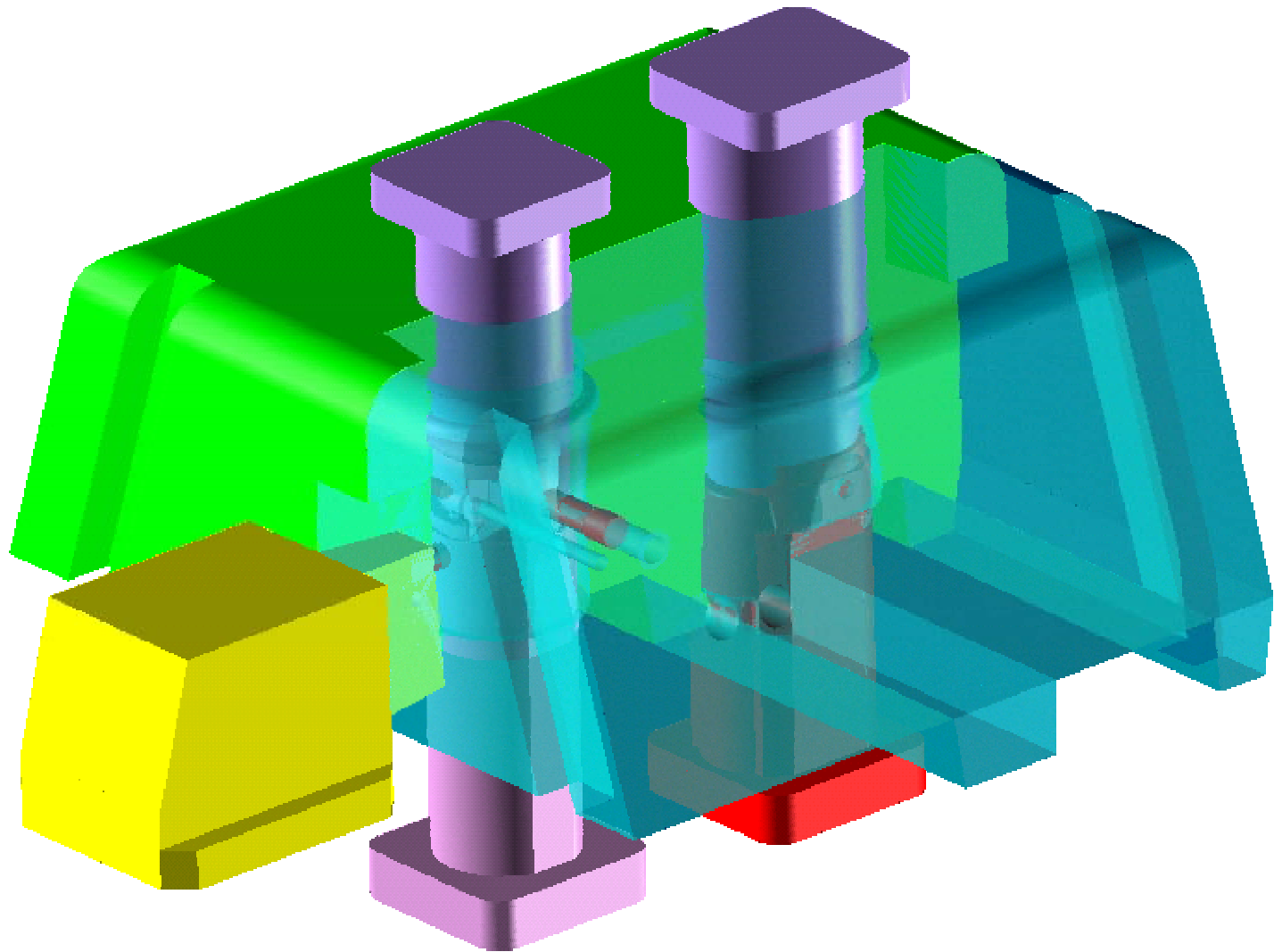


摩托車把手零件





母模滑塊應用



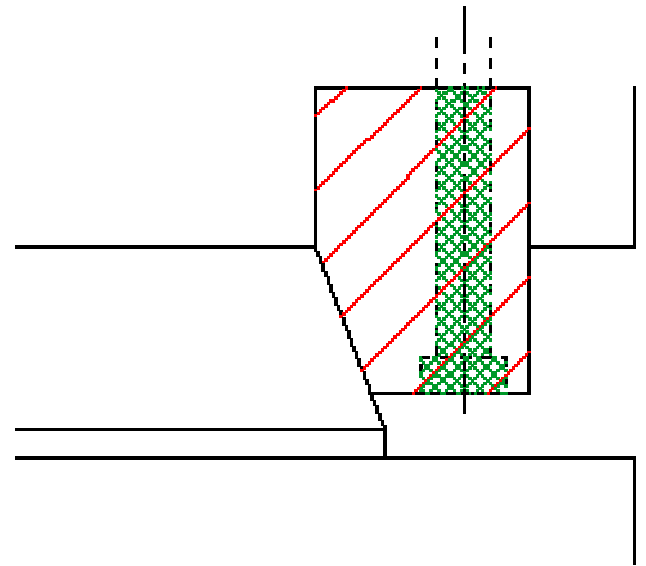
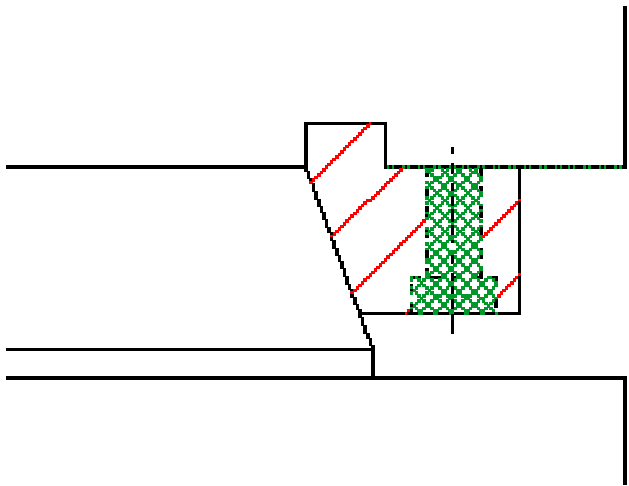


鎖緊塊

- 鎖緊塊的作用，在於提供成型時，型腔內塑料施加於滑塊面的壓力。
- 鎖緊塊的安裝方式必須正確，否則無法提供足夠的鎖模力。
- 由於鎖緊塊的位置與斜撐銷安裝的位置相近，如果鎖緊塊做些許的變形，不但可以改進模具機構的強度，還可以減少鉗工配模的時間。

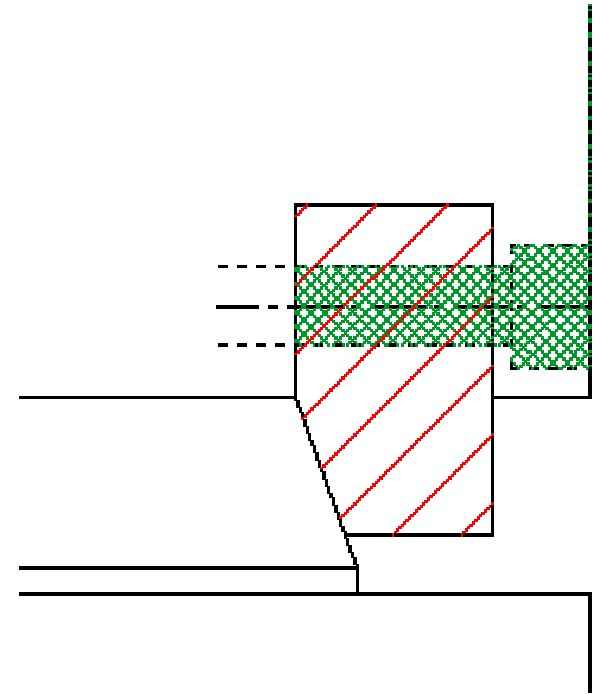
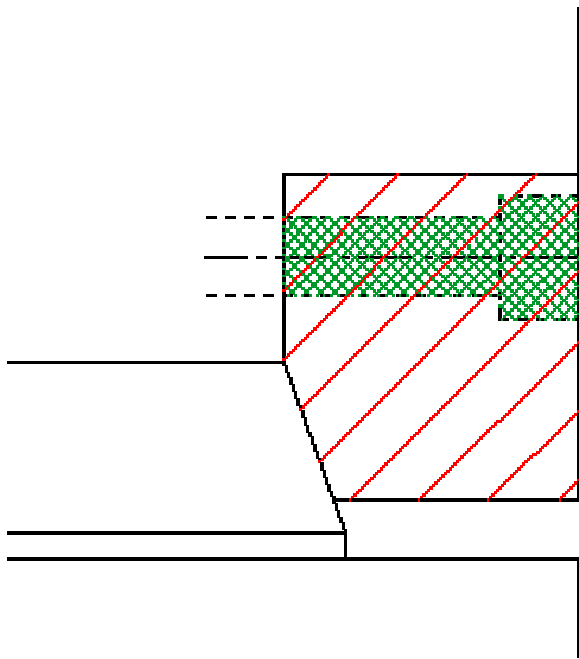


鎖緊塊的安裝一



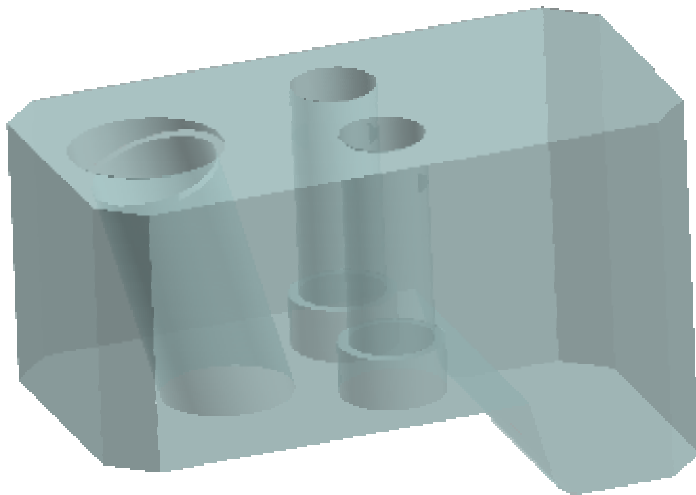
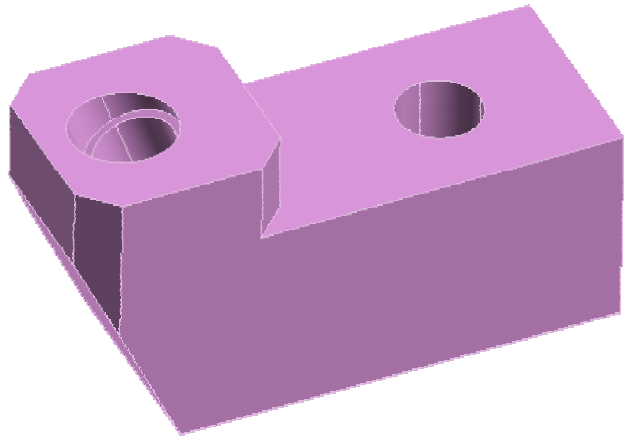
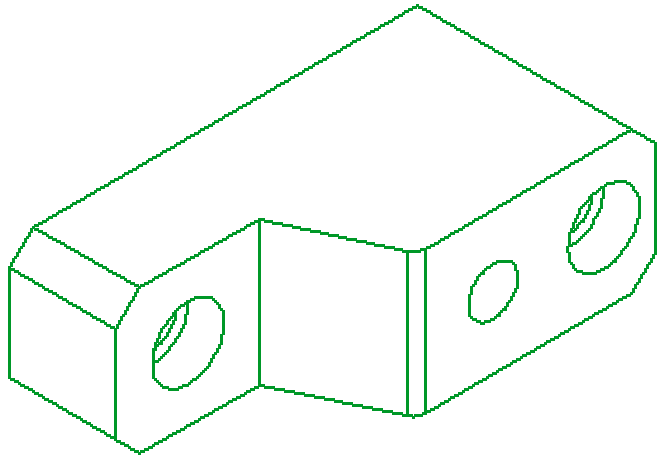


鎖緊塊的安裝二

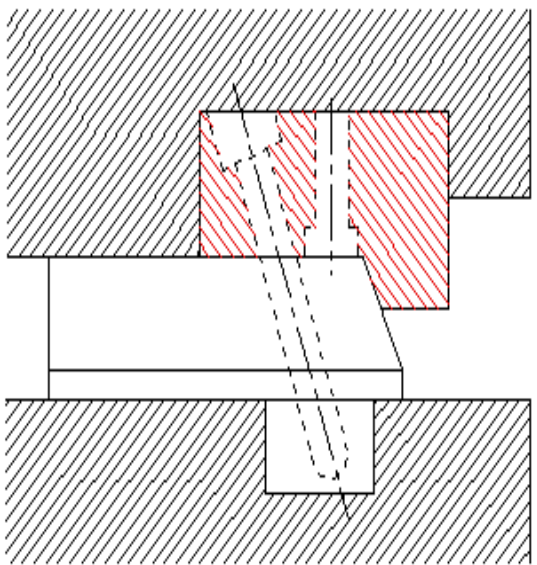




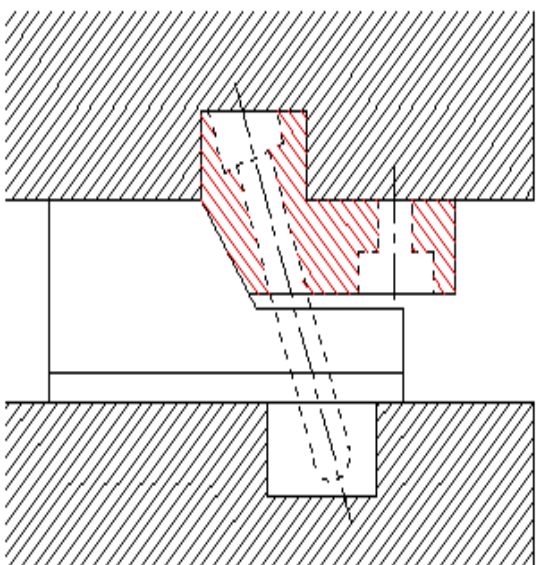
鎖緊塊的變形



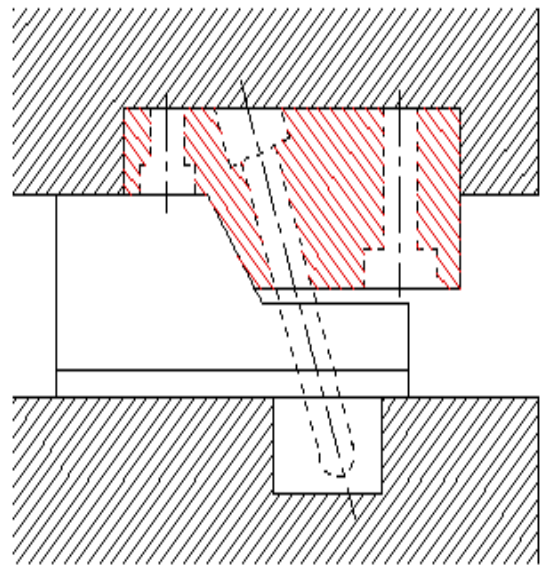
變形鎖緊塊的安裝方式



設計一



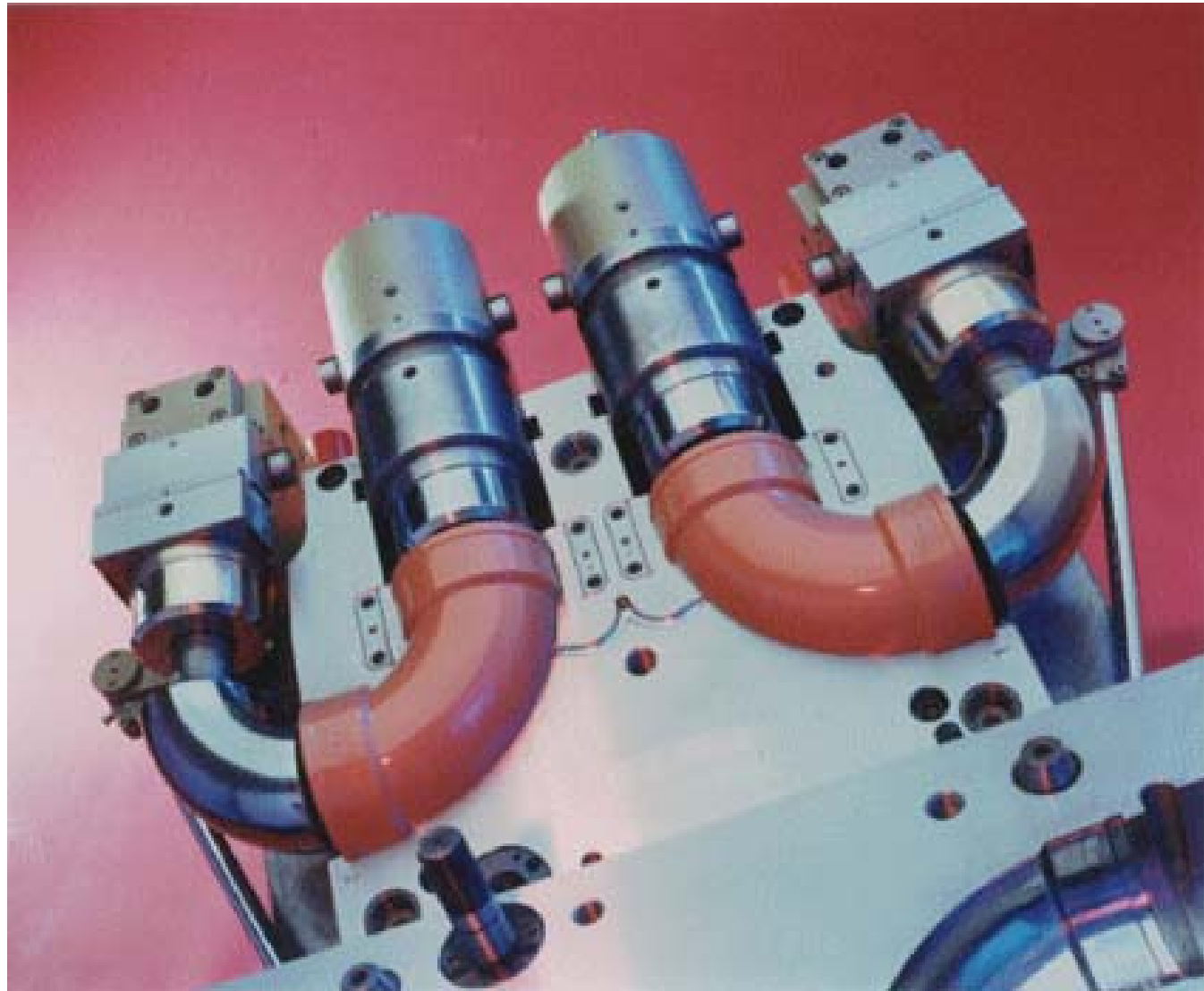
設計二



設計三

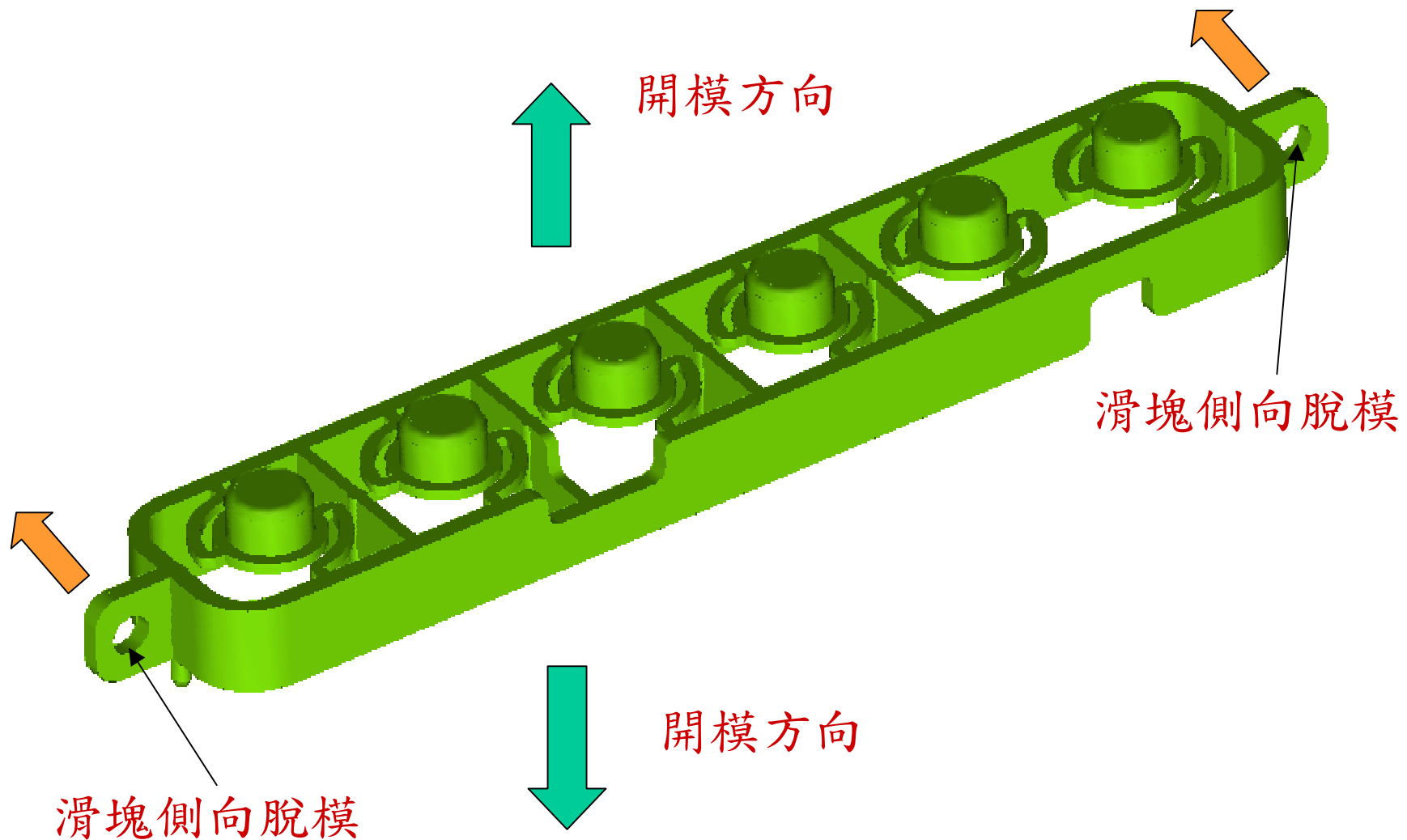


滑塊機構的變形



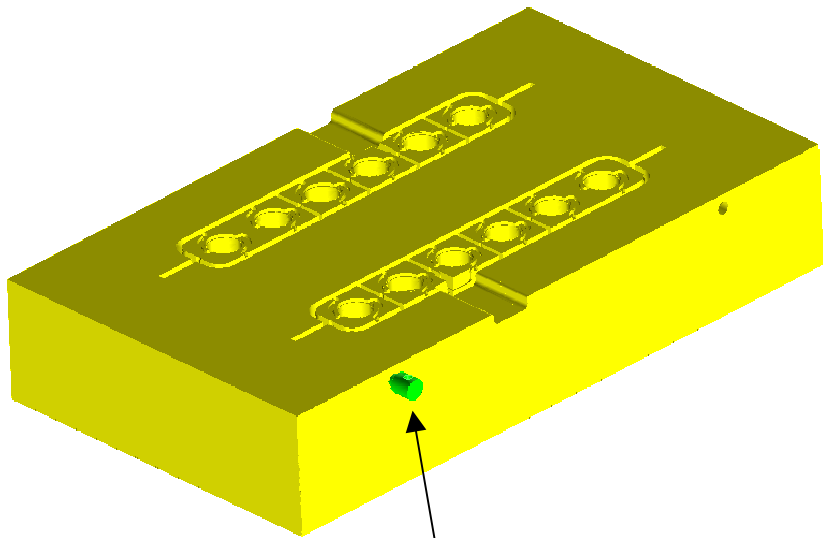


按鍵 3D Model

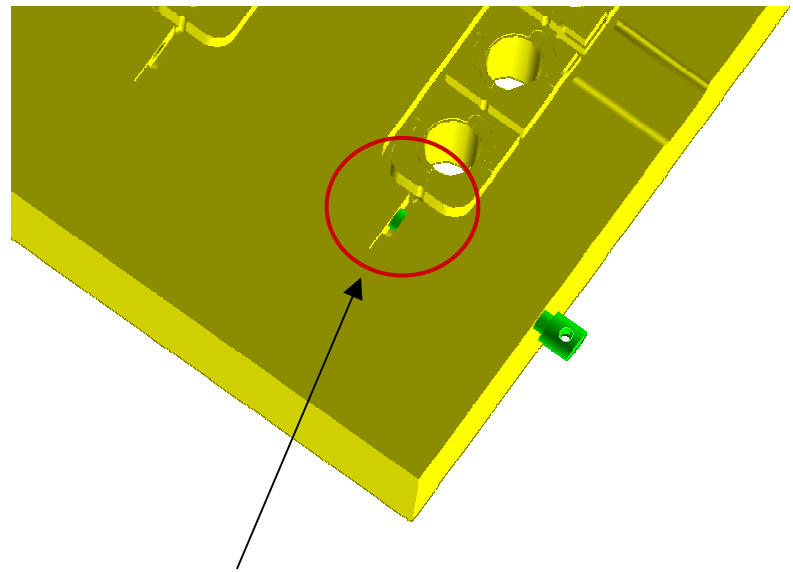




公模仁 3D 組立



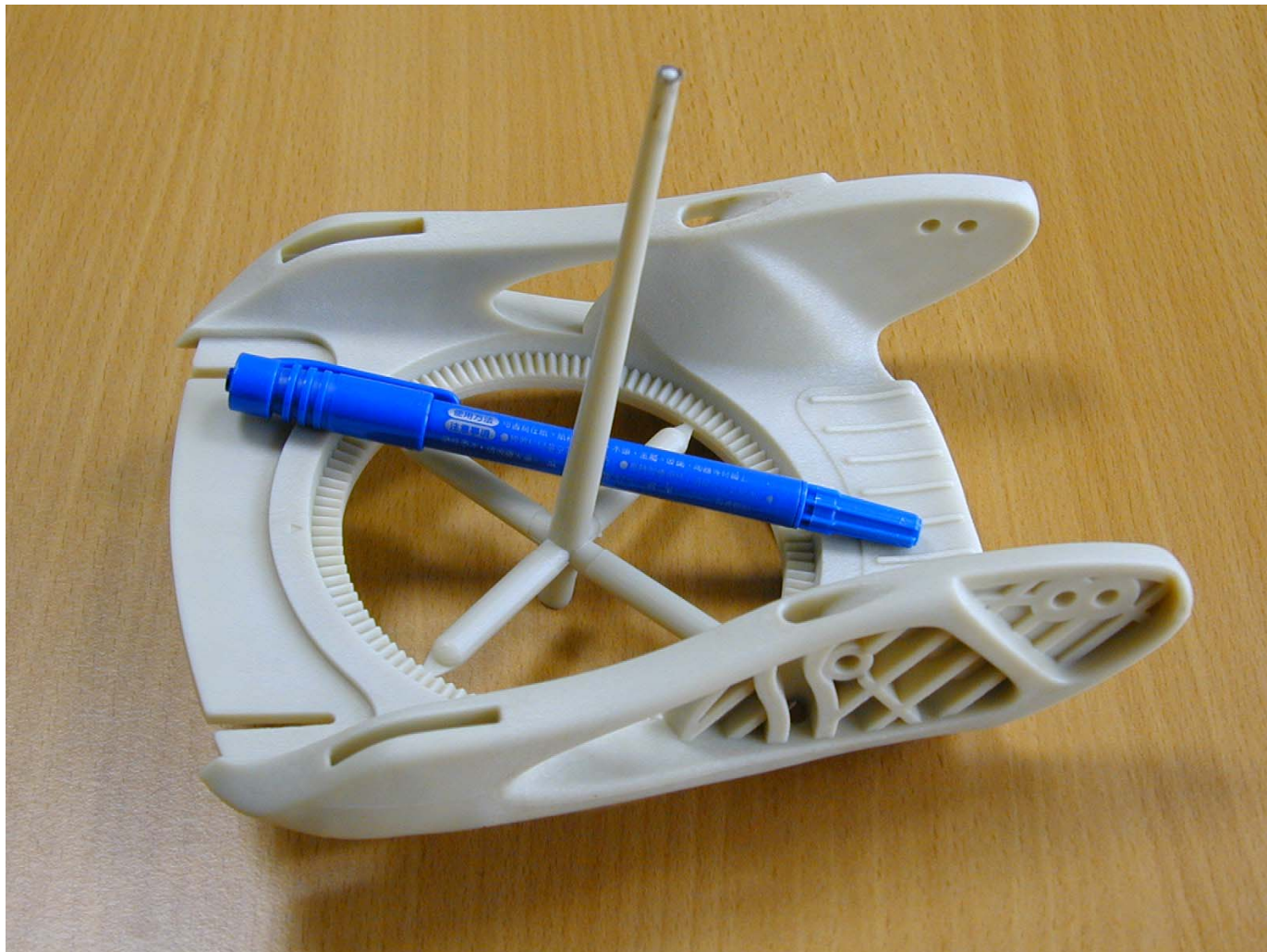
滑塊入子



形成所需要的孔

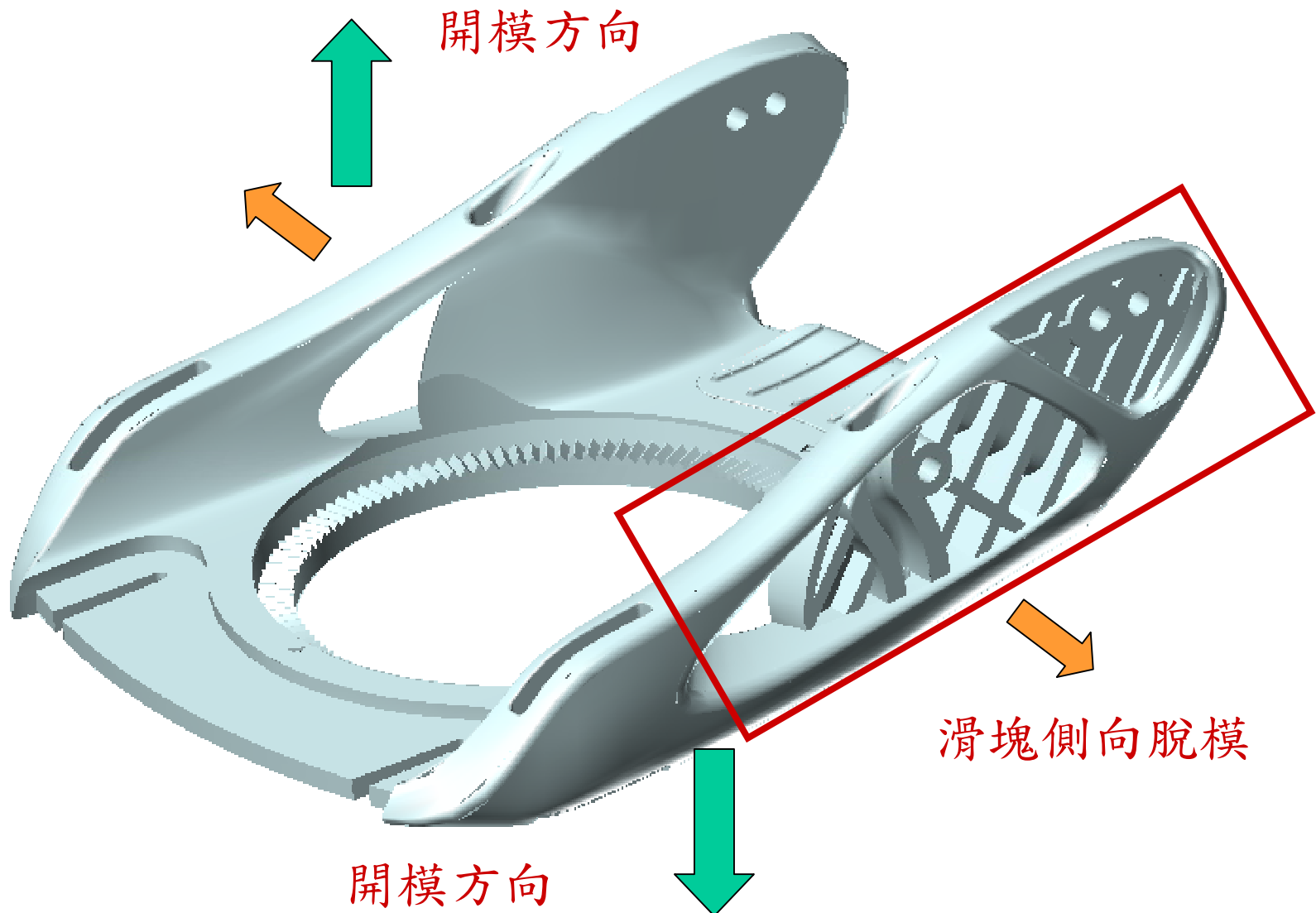


滑雪靴底座



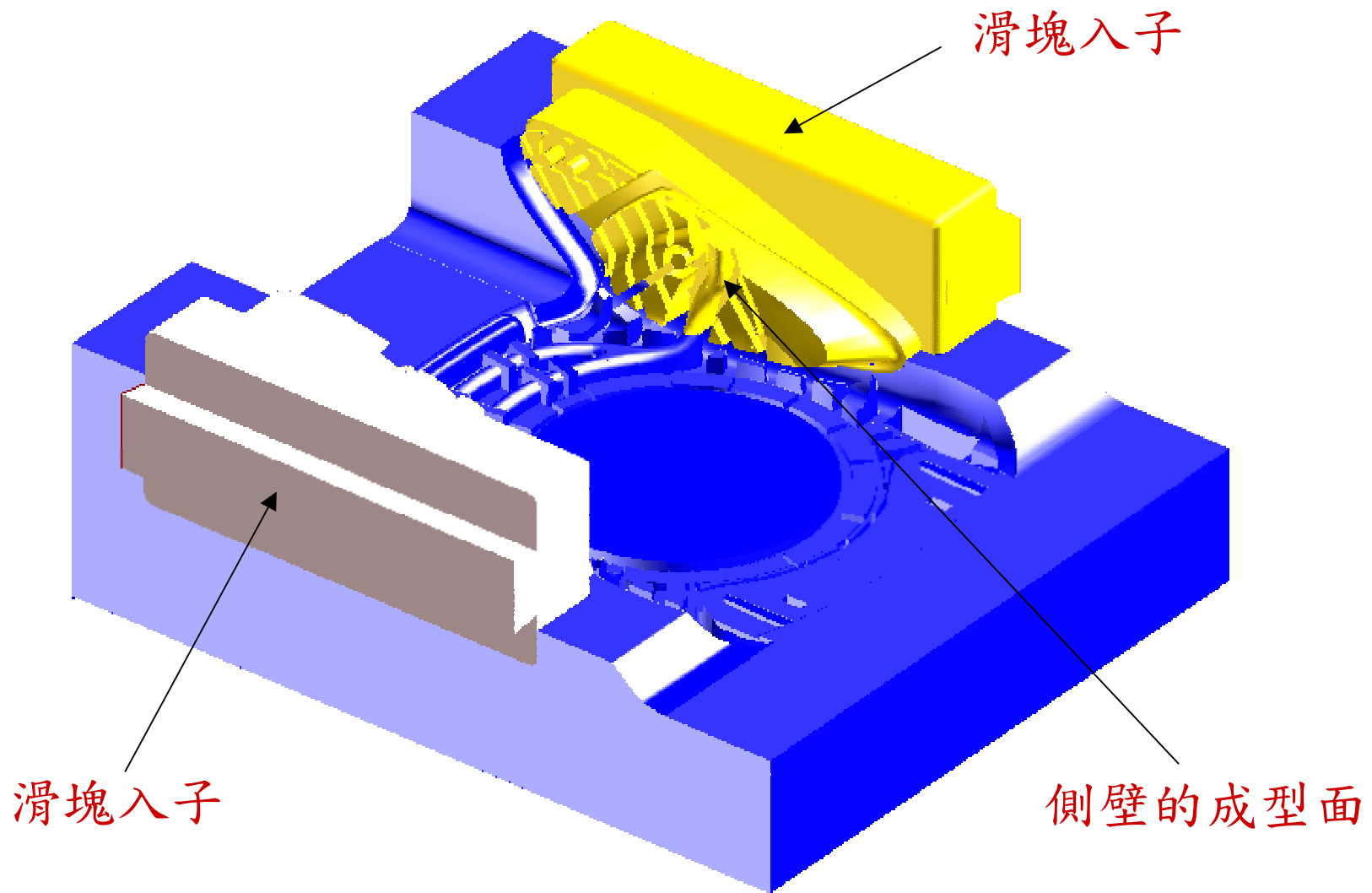


滑雪靴底座 3D Model



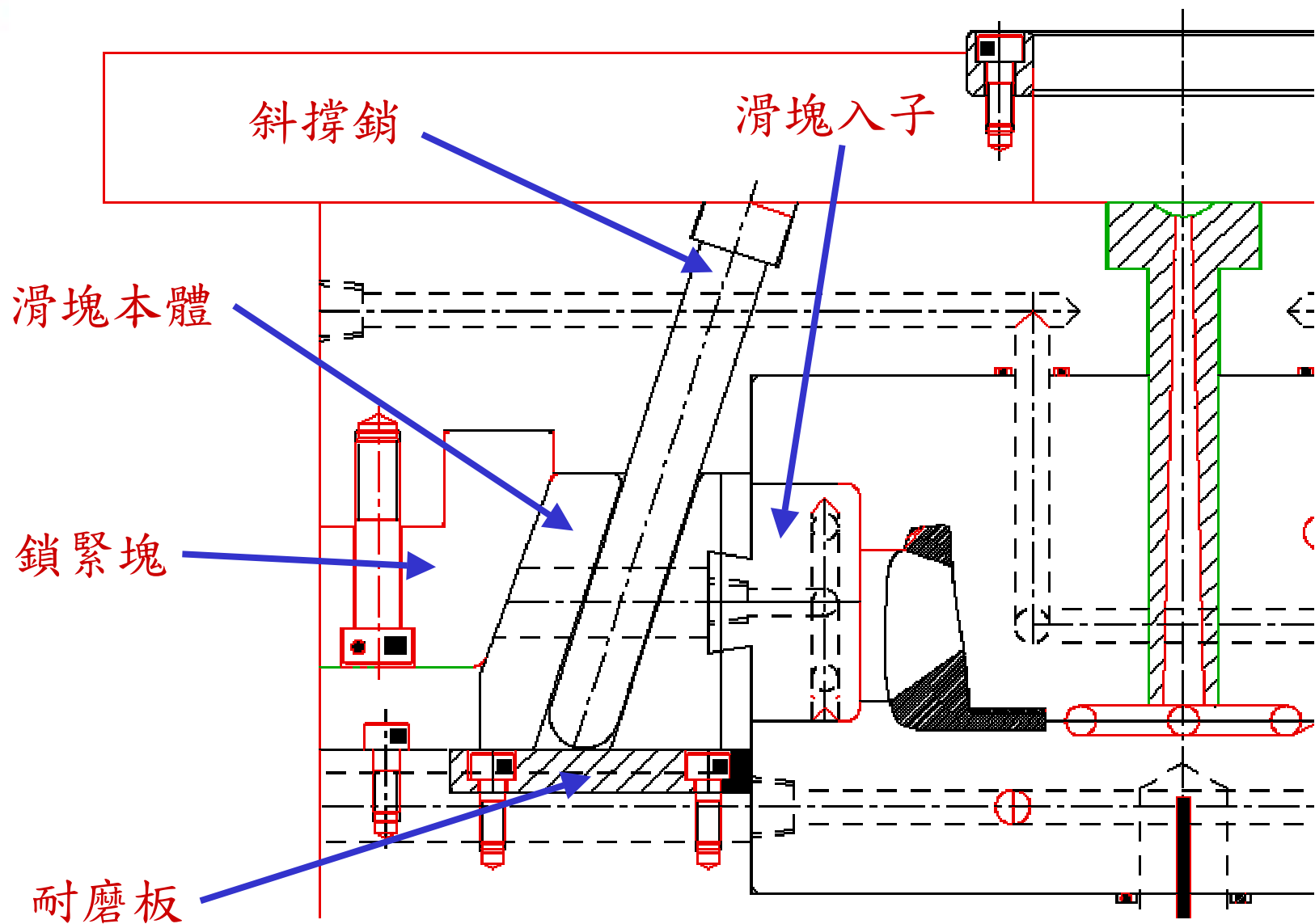


公模仁 3D 組立



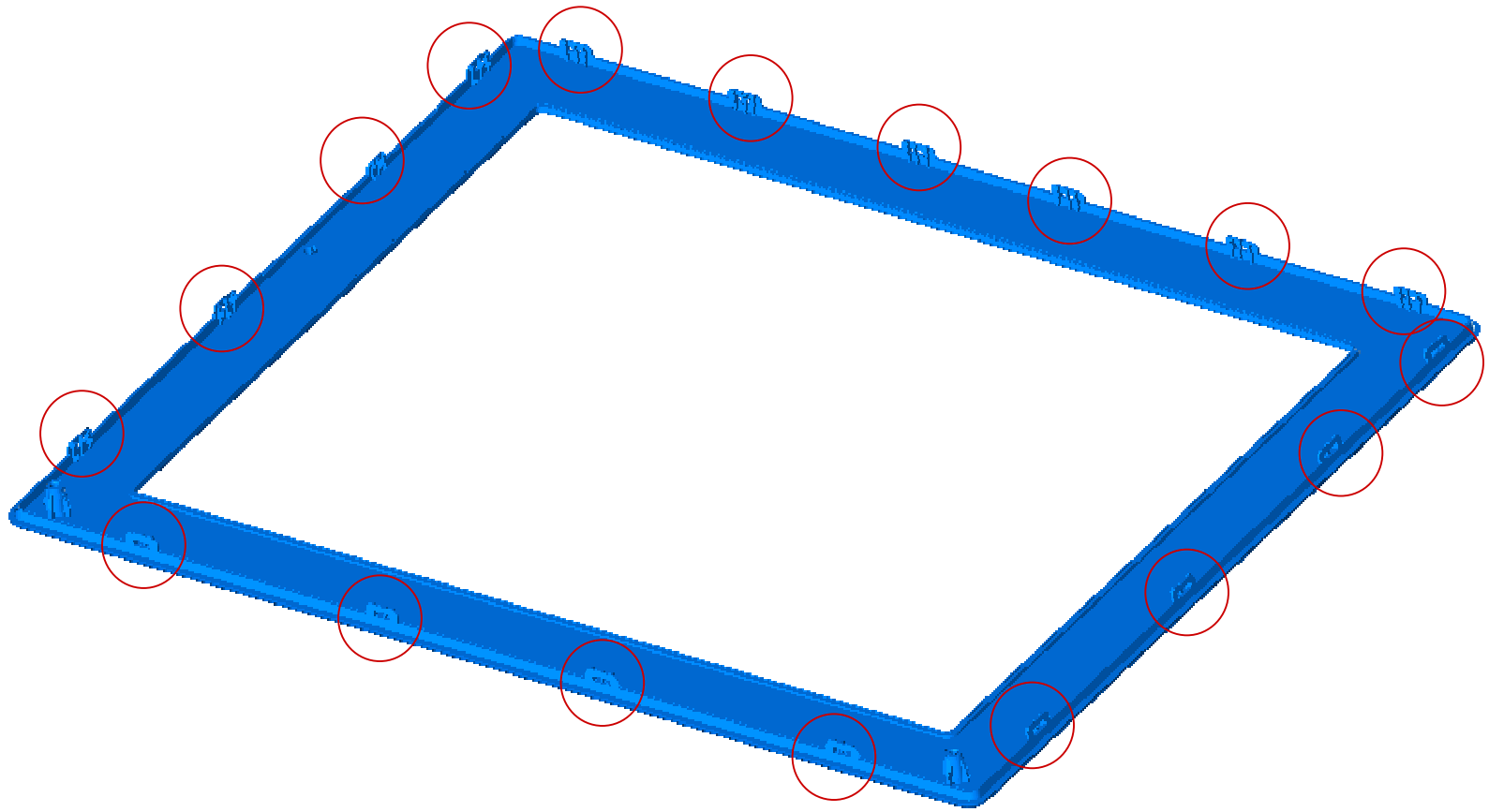


2D 組立圖

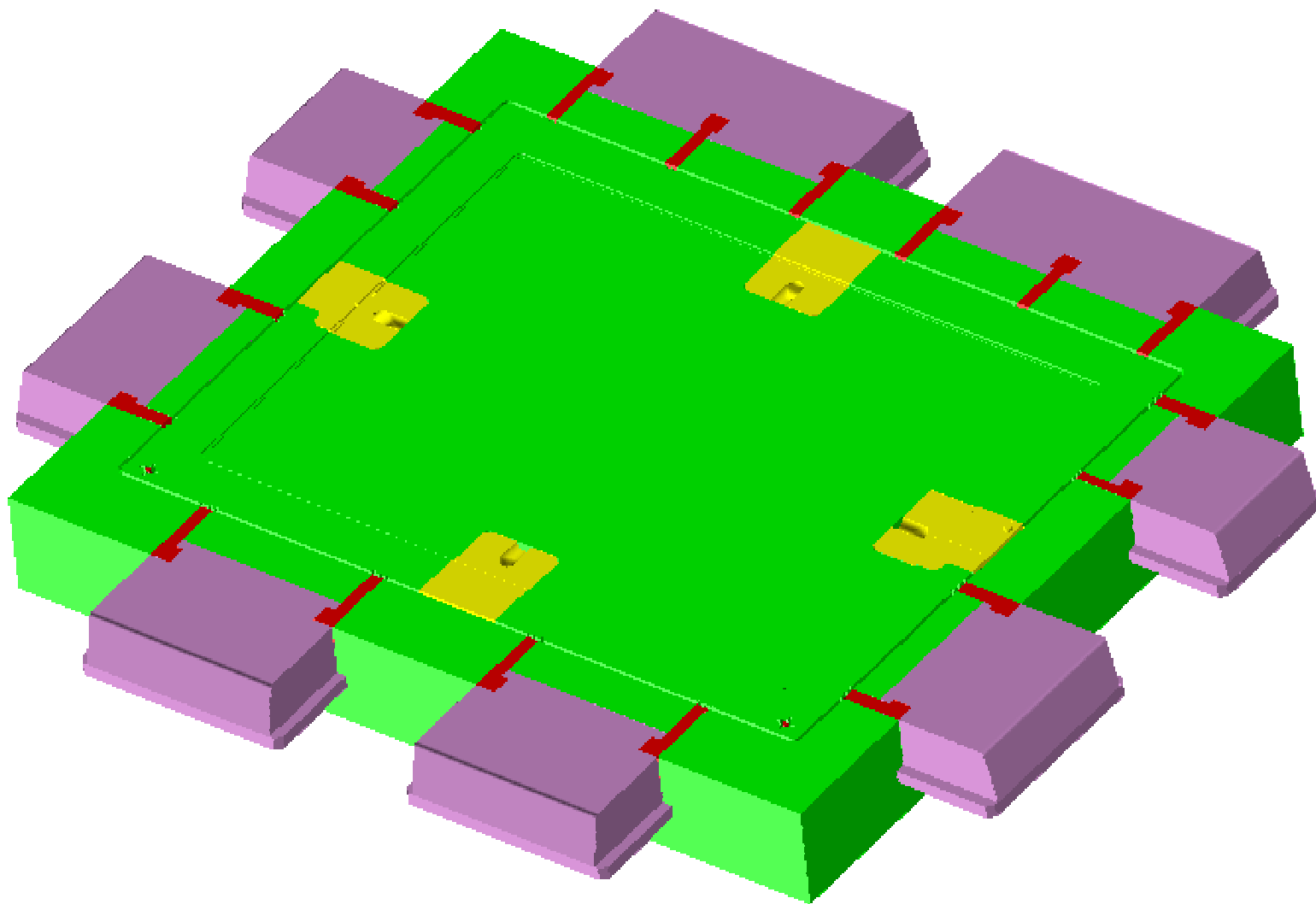




多卡勾的滑塊設計



利用滑塊入子簡化滑塊結構





滑塊機構設計檢查點

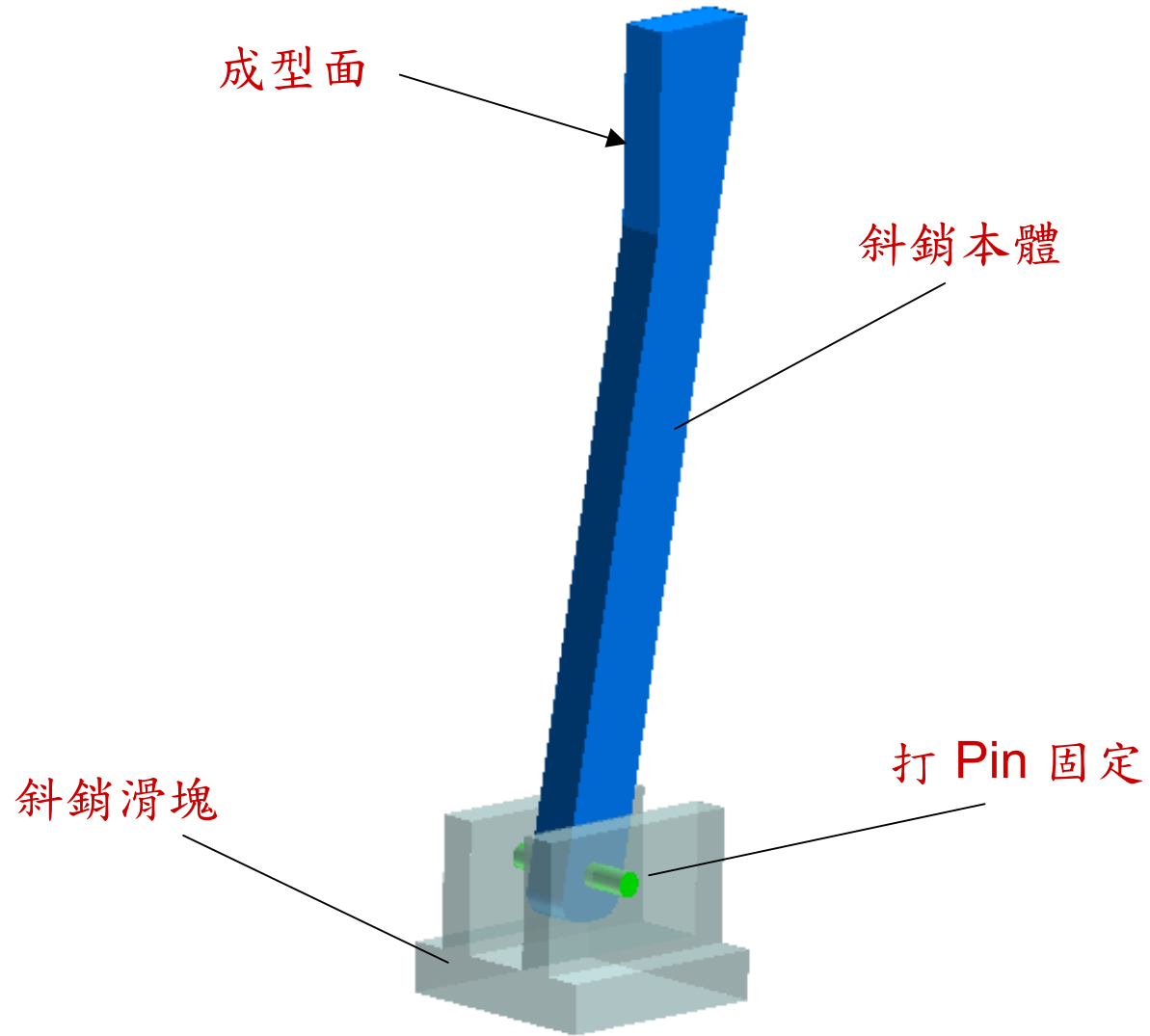
- 滑塊行程是否有預留安全距離
- 斜撐銷角度必須小於 25 度
- 鎖緊塊角度至少為斜撐銷角度加三度
- 鎖緊塊後端至模板距離是否大於 20 mm
- 滑塊種類選擇是否恰當
- 鎖緊塊安裝是否恰當

斜銷

- 斜銷也是為了解決倒勾 (undercut) 而發展的模具機構，其基本原理同樣是將模具開閉的垂直運動，轉向成水平運動。斜銷與滑塊最大的不同，在於其動作的驅動力來自於頂針板的動作，而非如滑塊般利用公母模板開關的動作。由於斜銷必須利用頂針板的驅動動作，因此斜銷的設計會與頂針行程有關係，而這也是斜銷設計與滑塊設計最大的不同點。

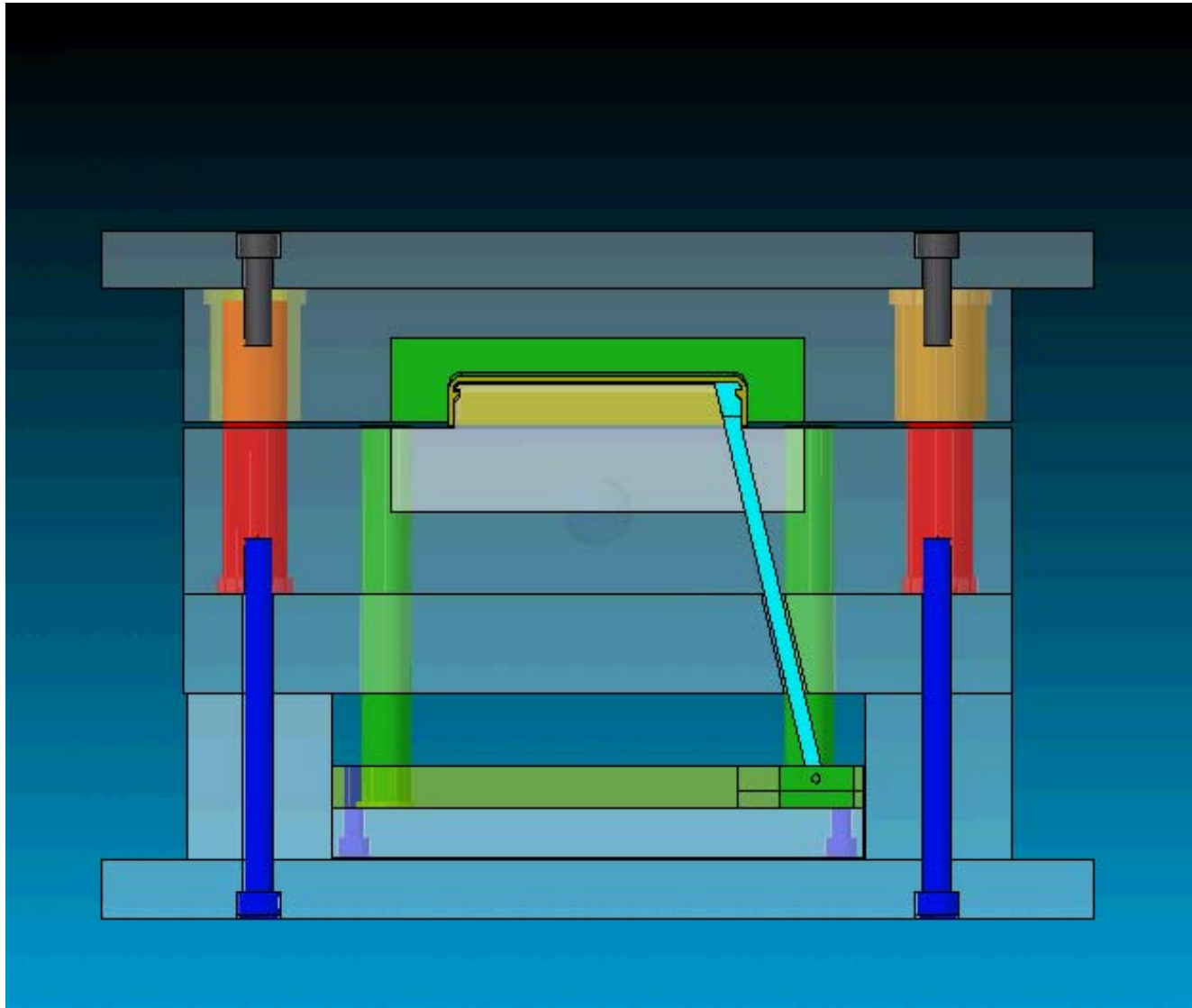


斜銷機構名稱



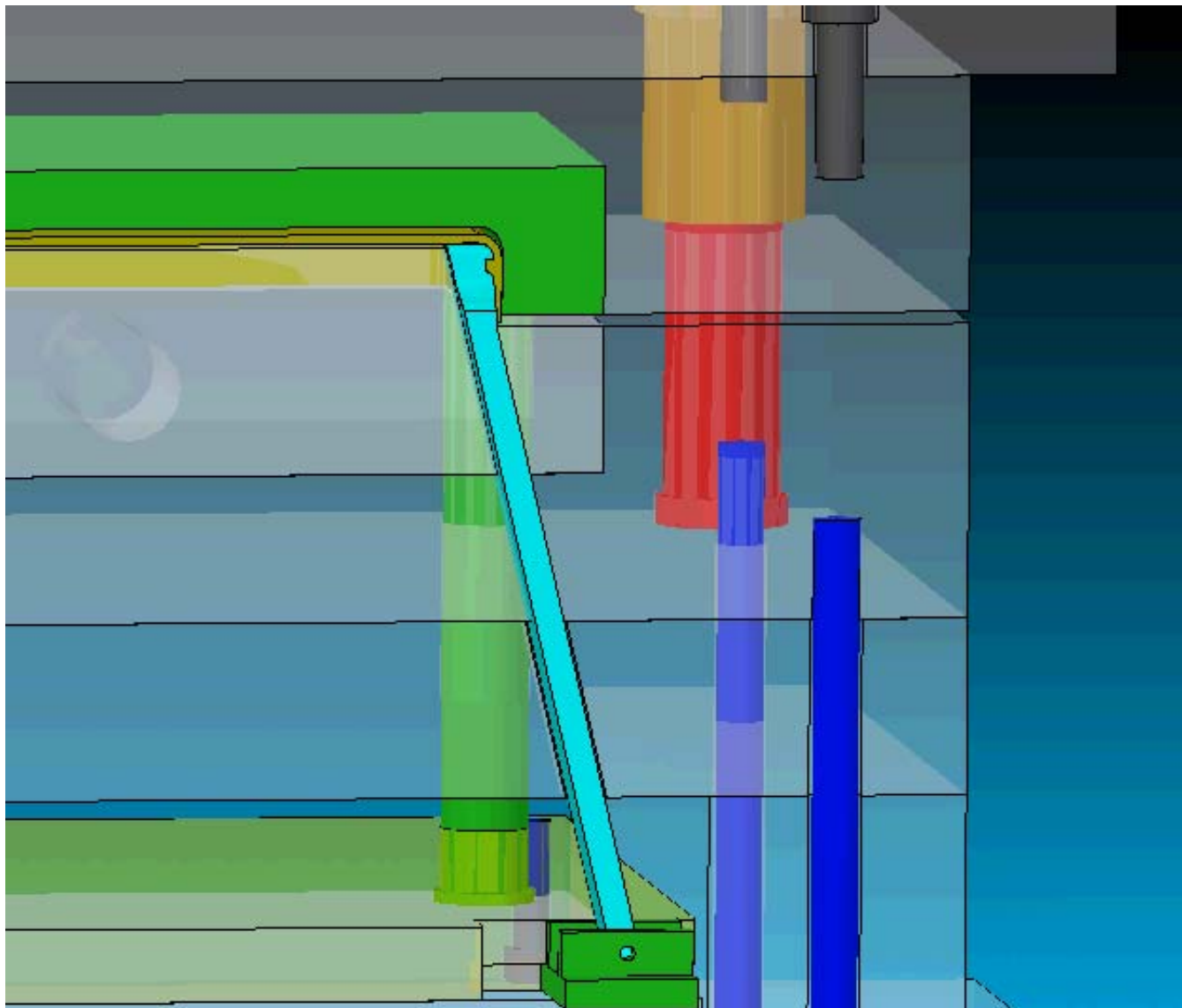


斜銷機構運動



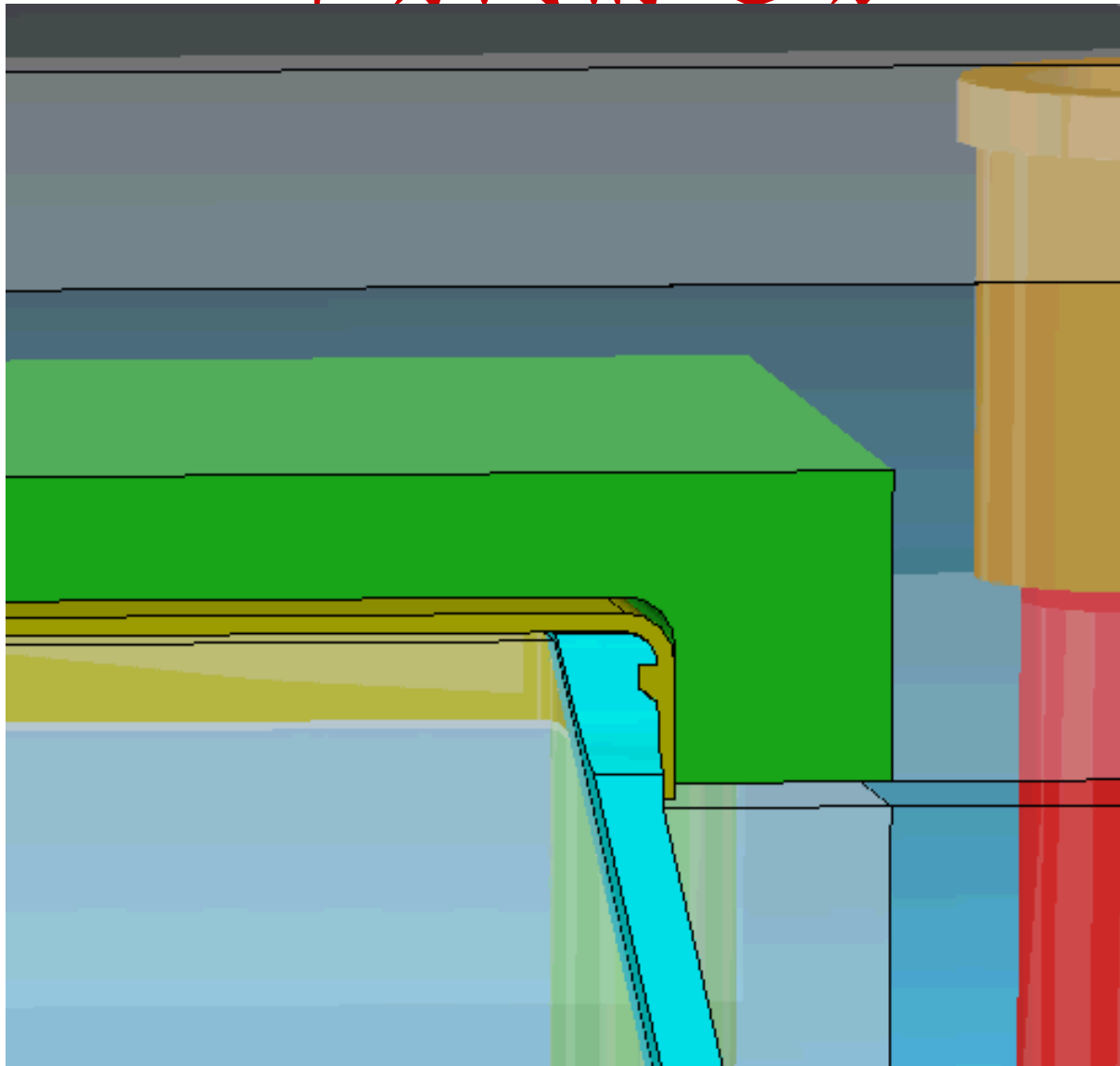


斜銷機構運動



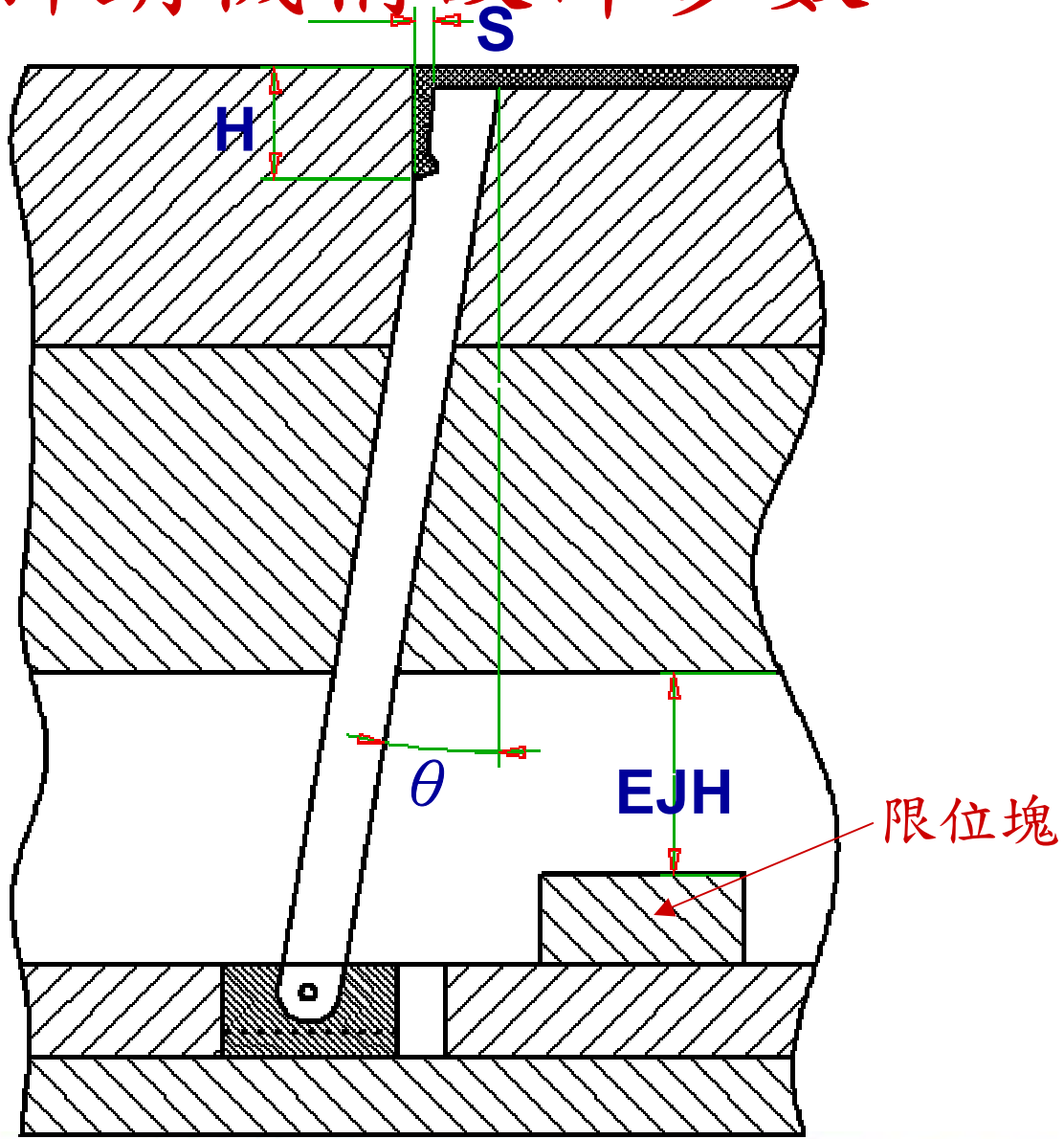


斜銷機構運動





斜銷機構設計參數





設計重點

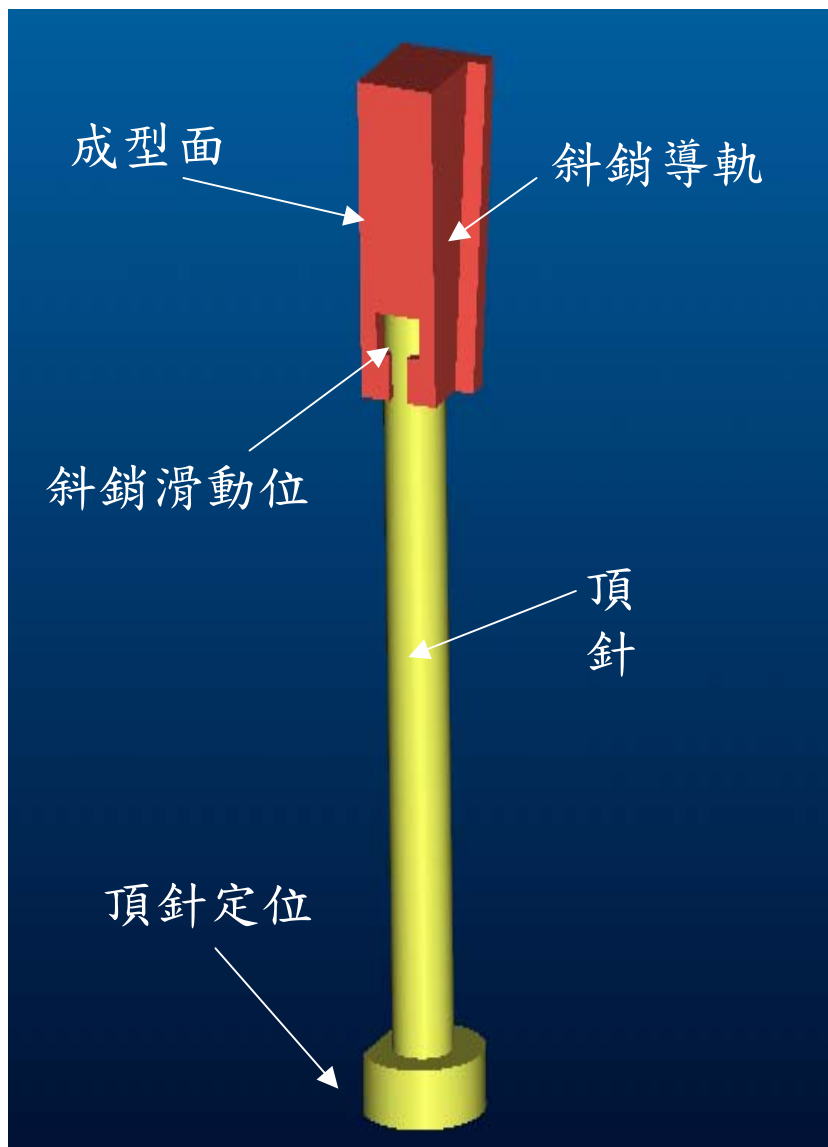
- 頂出行程EJH必須能夠將成品頂出分模面，因此其距離必須大於成品高度H
- 頂出行程配合斜銷角度，必須能夠讓成品倒勾位脫離模具，因此實際頂出距離 $EJH * \tan(\text{斜銷角度 } \theta)$ 必須大於倒勾行程S



斜銷機構的設計考量

- 斜銷機構的尺寸大小
- 斜銷頂出行程的設定
- 斜銷與頂針的關係

斜銷機構變形一：斜頂





斜頂的優點

- 設計斜銷時，必須在頂針板安裝斜銷滑塊，相對的在頂針板上會佔用較大的位置。但是，某些產品由於倒勾處較多，如果一一安裝的話頂針板的空間會不足以安放斜銷滑塊，採用斜頂的設計，在模板的空間上比較好配置，也可以減少加工的步驟。



斜頂的缺點

- 斜頂的設計，基本上是将原本位於頂針的斜銷滑塊改做在斜銷本體上，如此可以減少在頂針板上的加工。但是斜頂機構在頂出及退回時會在斜銷滑塊位施加極大的應力，在斜銷滑塊位會比較容易損壞。



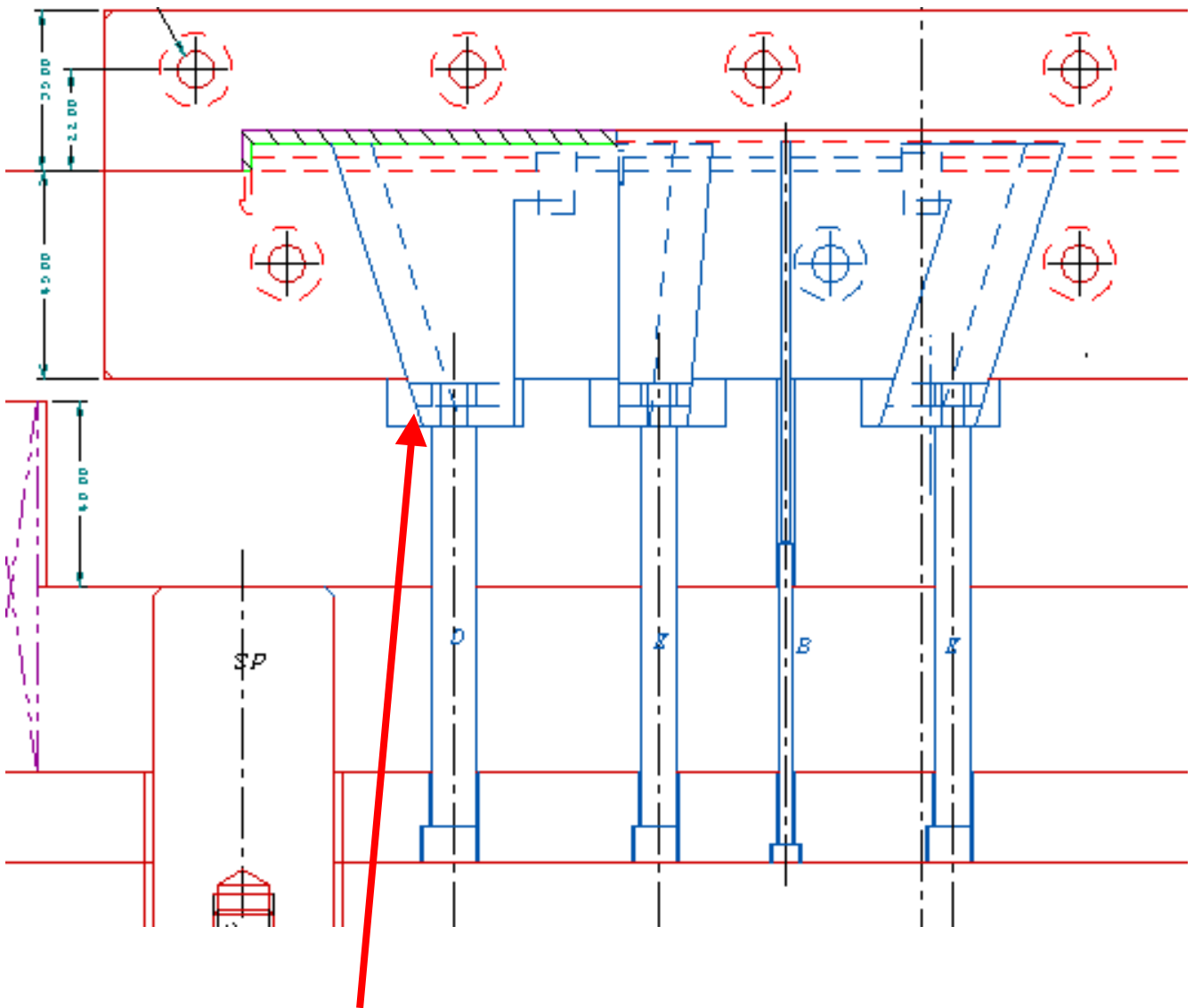
斜頂的其他設計重點

- 成品高度較低時，斜頂頂出分模面的距離不多，因此斜銷導軌可以不用作。成品高度較高時，斜頂就必須做斜銷導軌，避免頂出時斜銷脫離分模面過多造成合模不易。



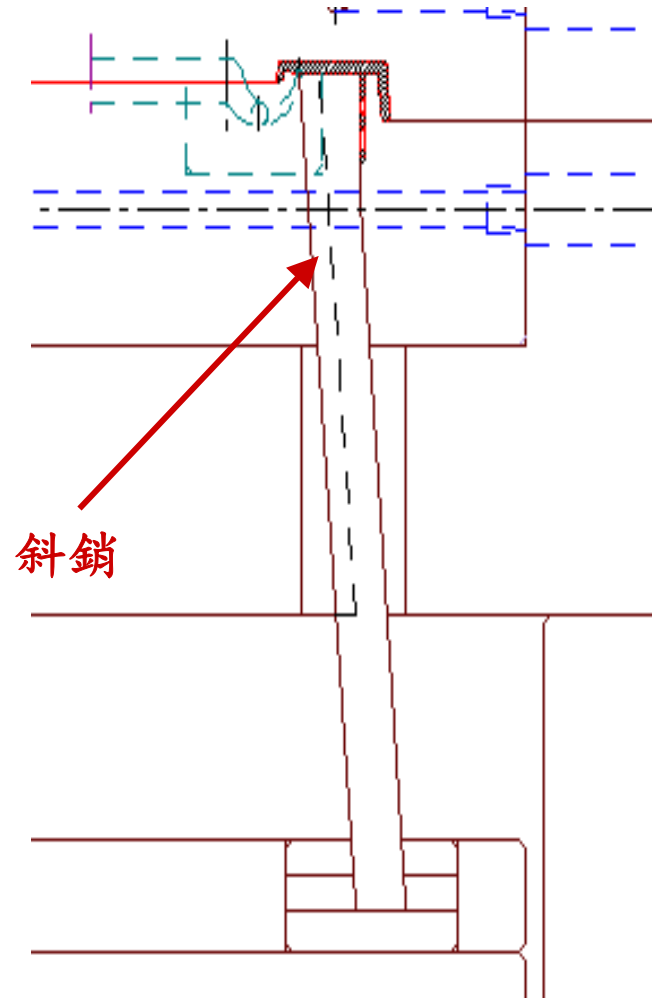
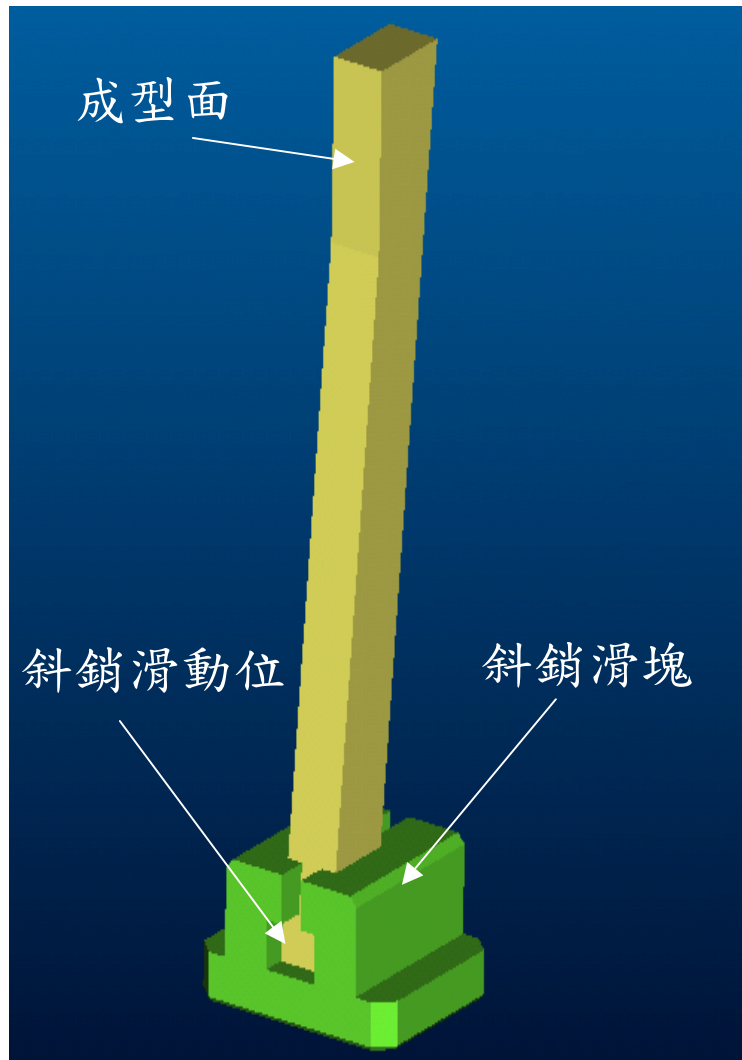
斜頂的其他設計重點

- 設計斜頂時，盡量讓斜頂高度小於或等於公模仁，避免在模座上進行加工，以減少加工次數。如此一來，模仁高度或許會需要做增減，這是設計人員必須特別注意的地方。



由於斜梢過高，模板上需要額外加工

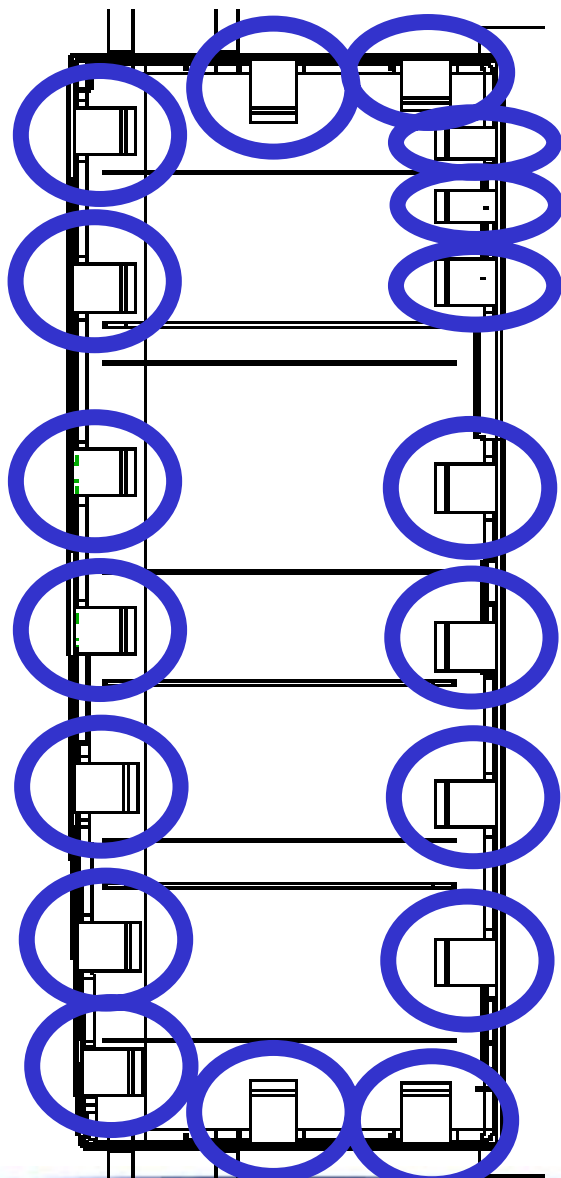
斜銷機構變形二



筆記型電腦電池盒上蓋



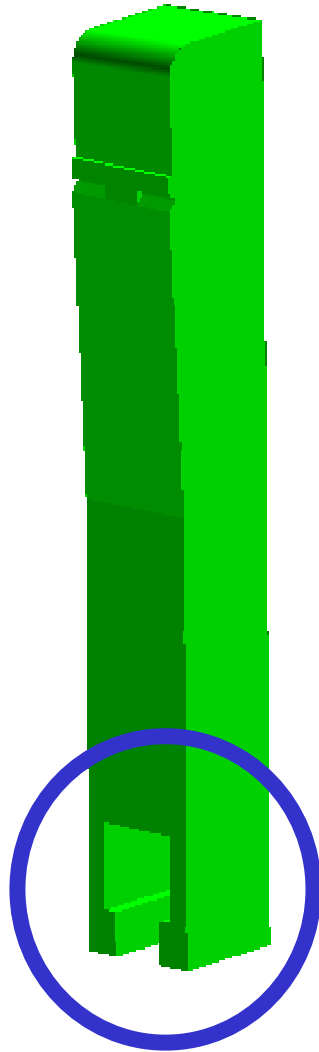
電池盒上蓋公模仁2D圖



18 個卡勾



斜頂



高度約等於公模仁厚度

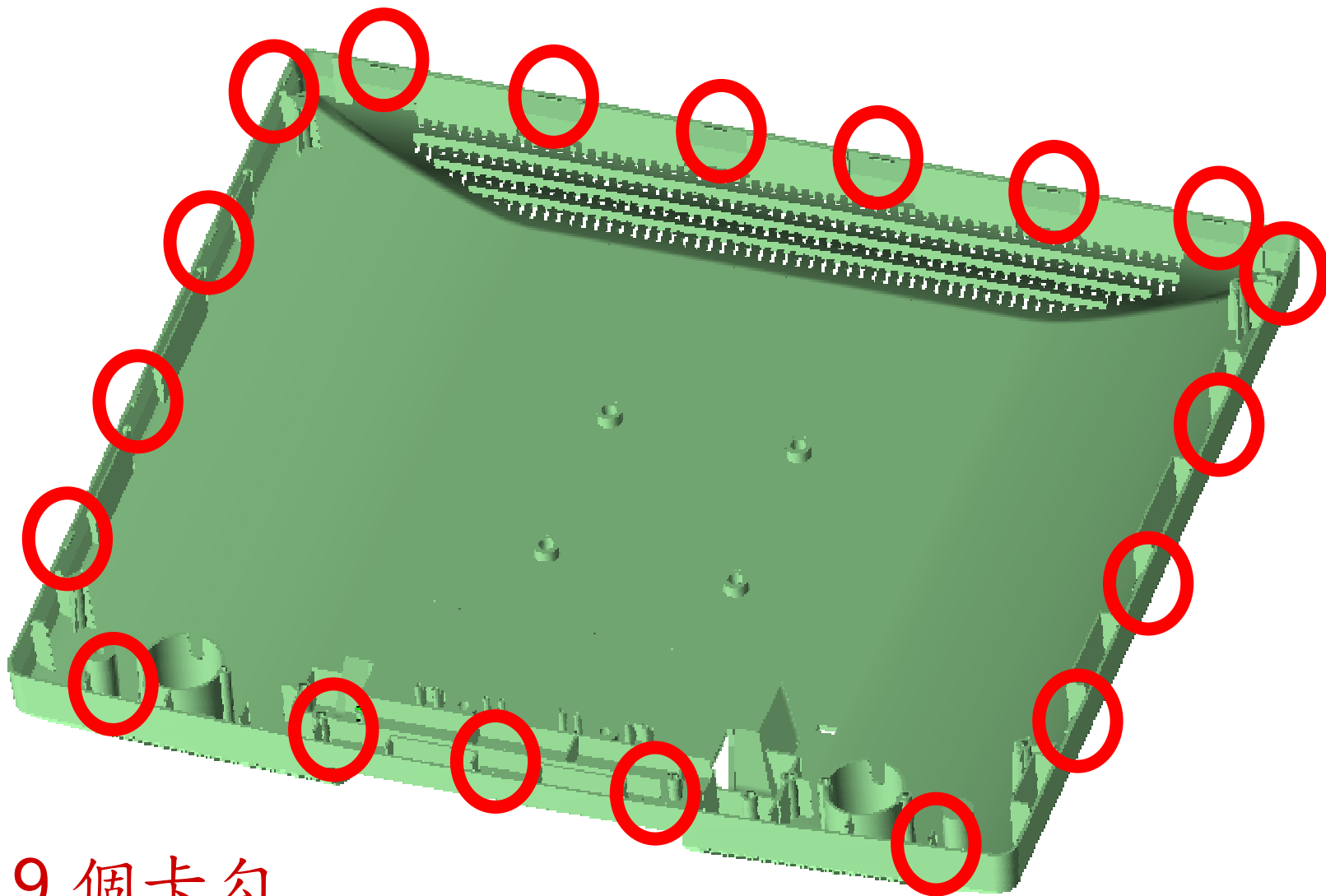
以頂針驅動斜頂。頂針上
緣需加工成 T 型
頂針通常使用 M8 ~ M12 規格



TFT LCD 後殼



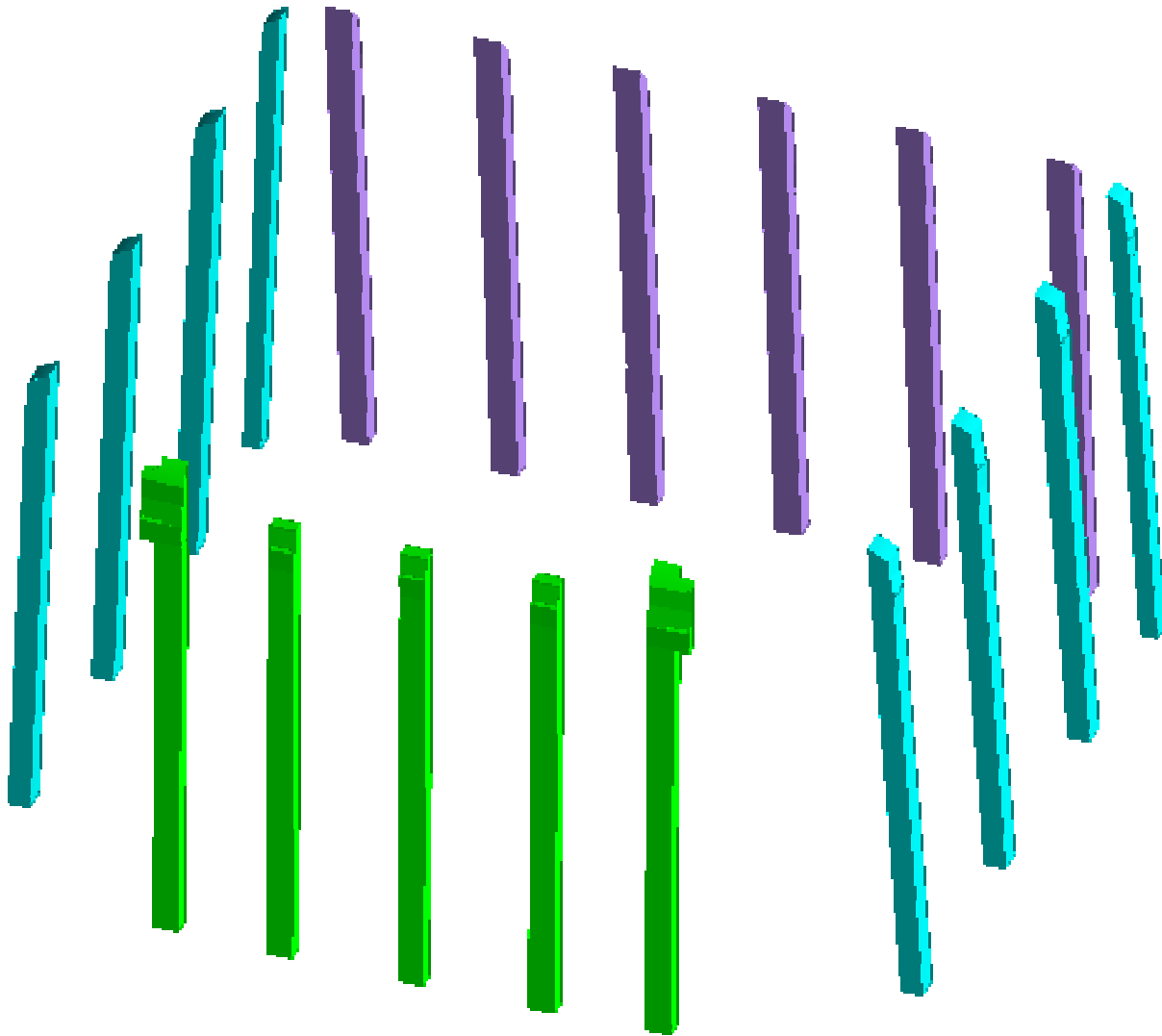
TFT LCD 後殼 3D Model



19 個卡勾



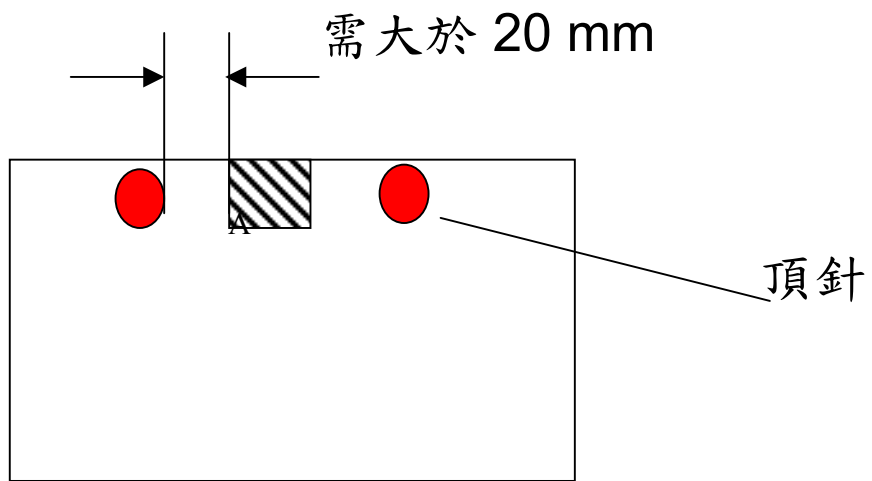
3D 斜銷排列圖





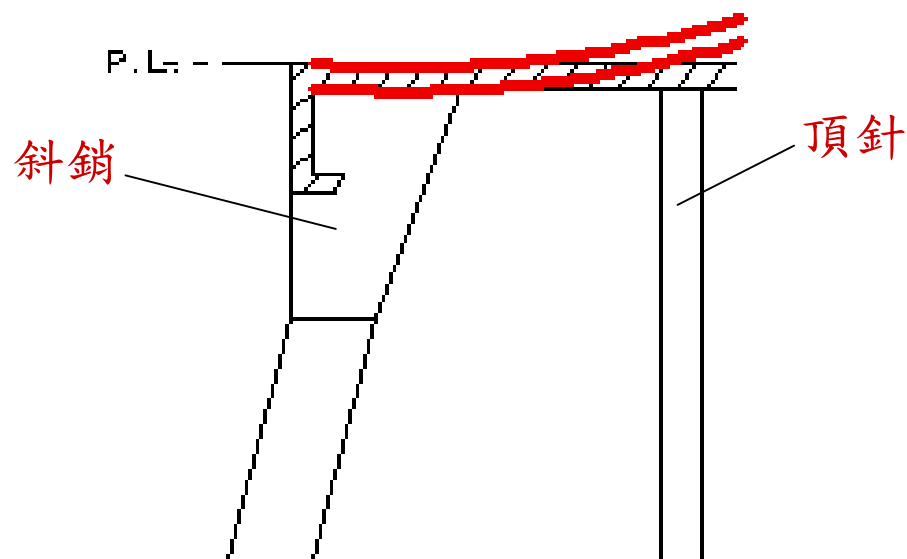
斜銷與頂針的關係

- 如果成品（如下圖A處）已安裝了斜銷，在成品斜銷左右兩側（約 20mm 處）盡量不要安裝頂針。成品於該處的頂出就由斜銷獨力完成。



位置排放不當造成產品頂白

- 由於頂出時，斜銷的動作會比頂針稍慢，如果頂針離斜銷太近，成品一部份被斜銷拉住，一部份又被頂針推出，很容易會造成成品頂白





斜銷機構設計檢查點

- 斜銷行程是否足夠？
- 斜銷種類是否恰當？強度是否合理？
- 斜銷與頂針距離是否恰當？



結論

- 模具設計的合理化，其實就是模具機構設計的合理化
- 掌握了基本的物理概念，配合適當的CAE分析，就能夠在模具製作前檢查出模具可能發生的問題；如此不但能夠節省修模及試模的時間，也能夠更精確的掌握產品的開發時程。