

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



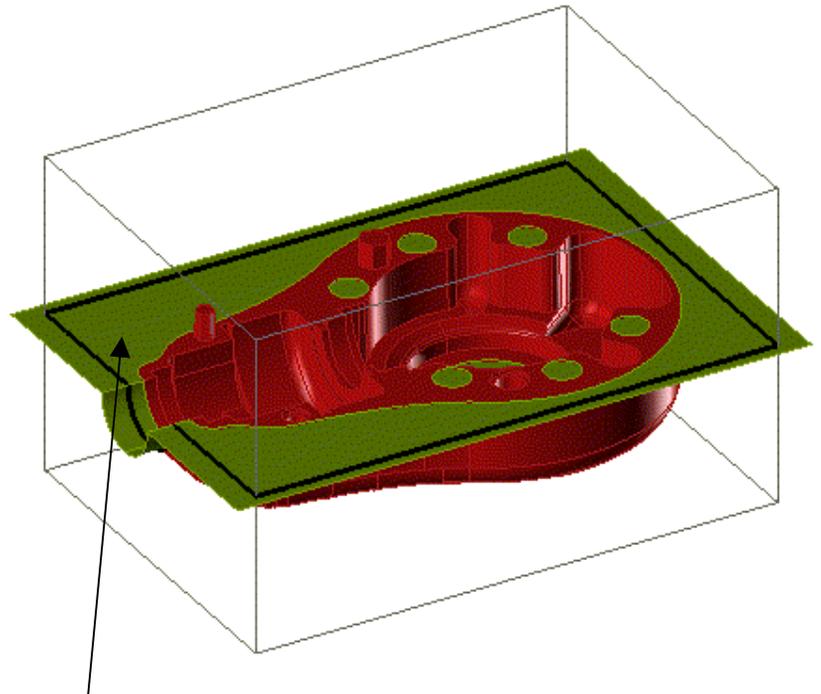
# 建立圖面檢查點

- 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

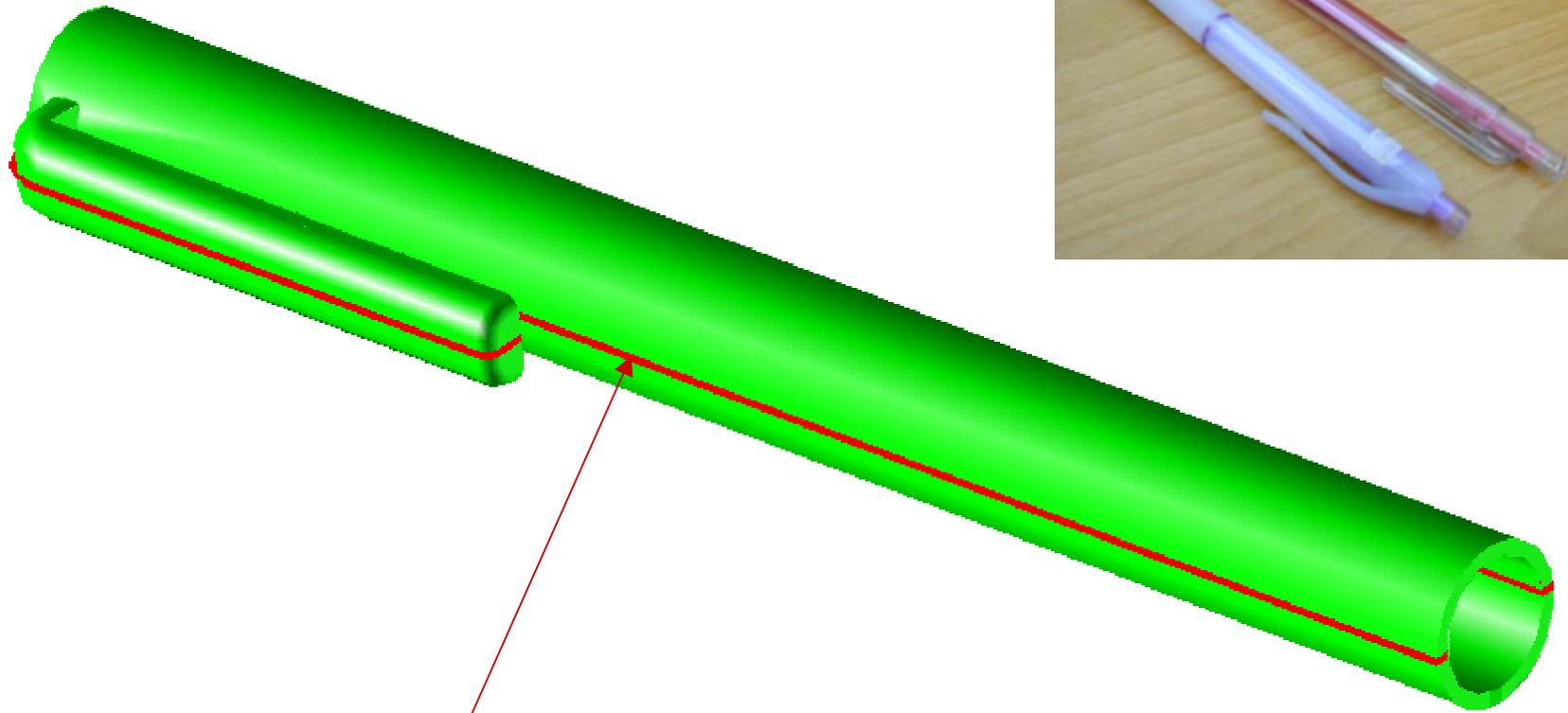
- 在進行模具設計時，分模面的判斷是非常重要的。
- 設計分模面時，除了考慮模具結構外，還必須考慮到鉗工組立。
- 分模面設計，需要檢查的重點有三：
  - 分模面的位置判斷
  - 分模面定位
  - 分模面是否有尖角

# 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。



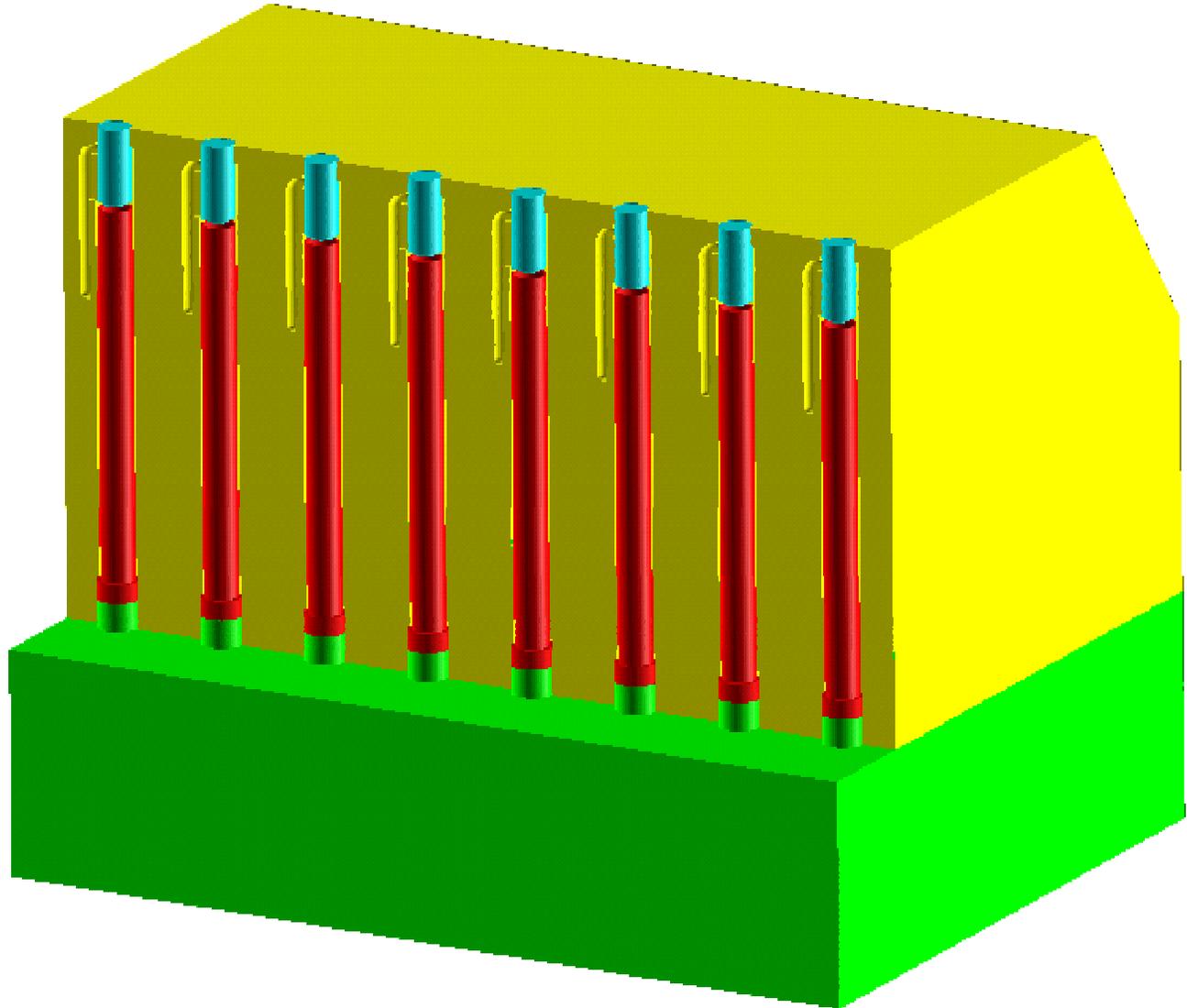
# 原子筆筆筒



分模線

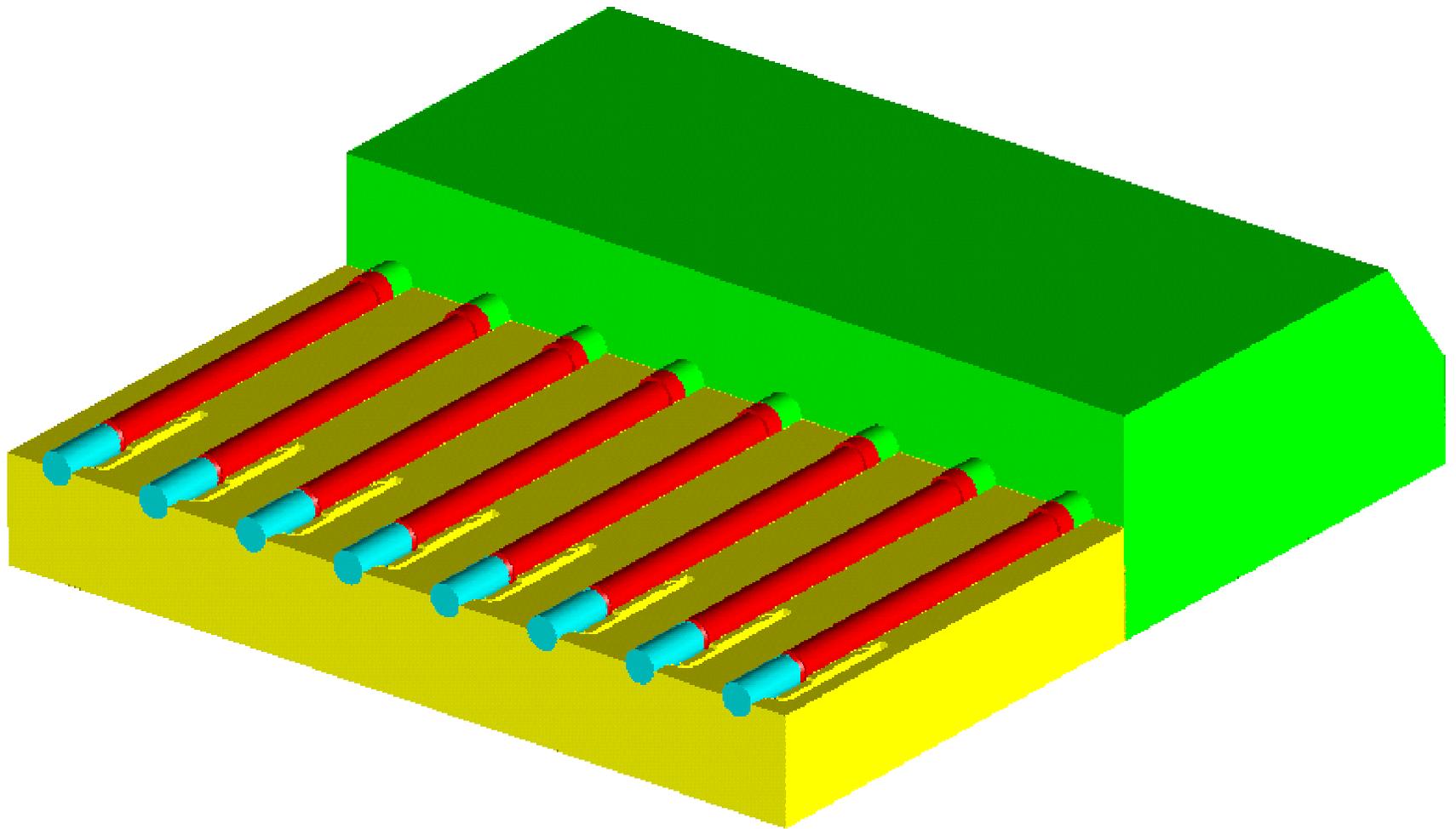


# 設計一





# 設計二



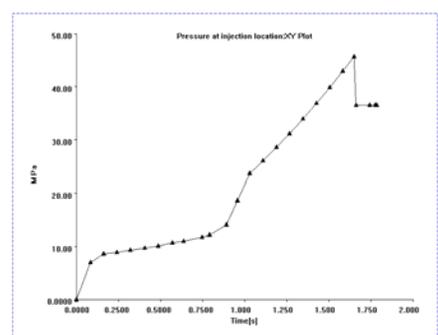
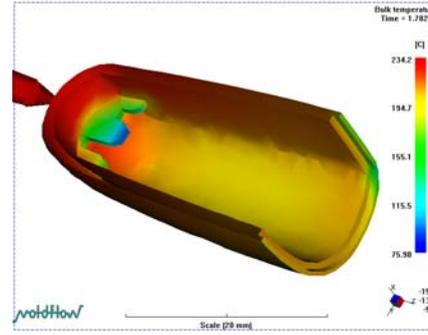
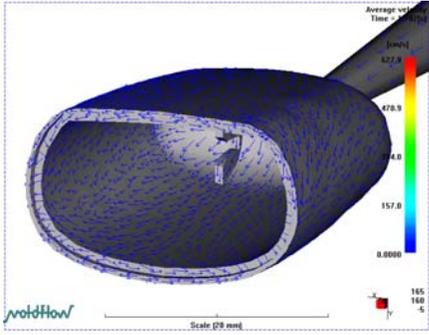
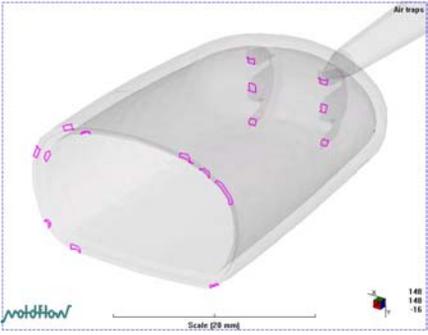
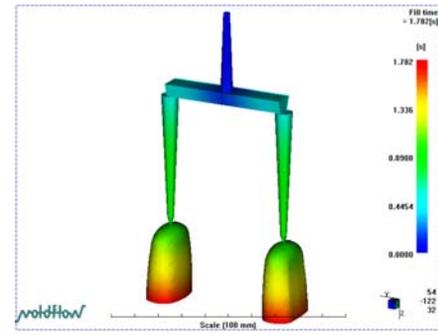
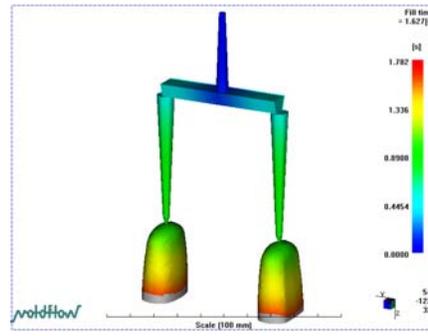
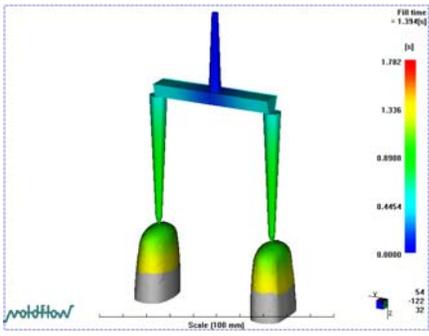
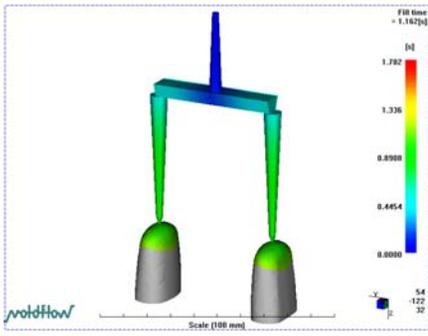


# USB 隨身碟



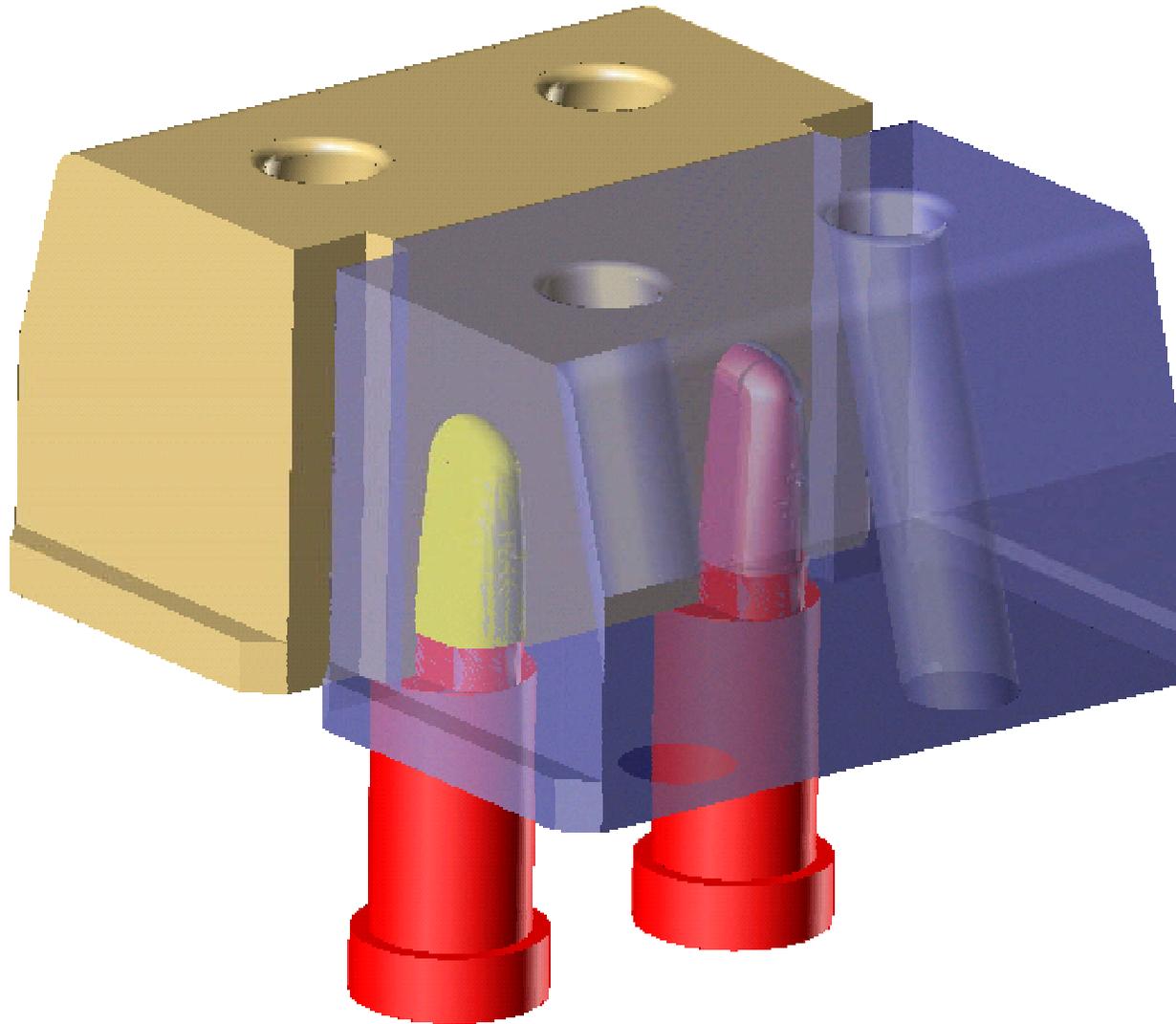


# 下蓋充填模式



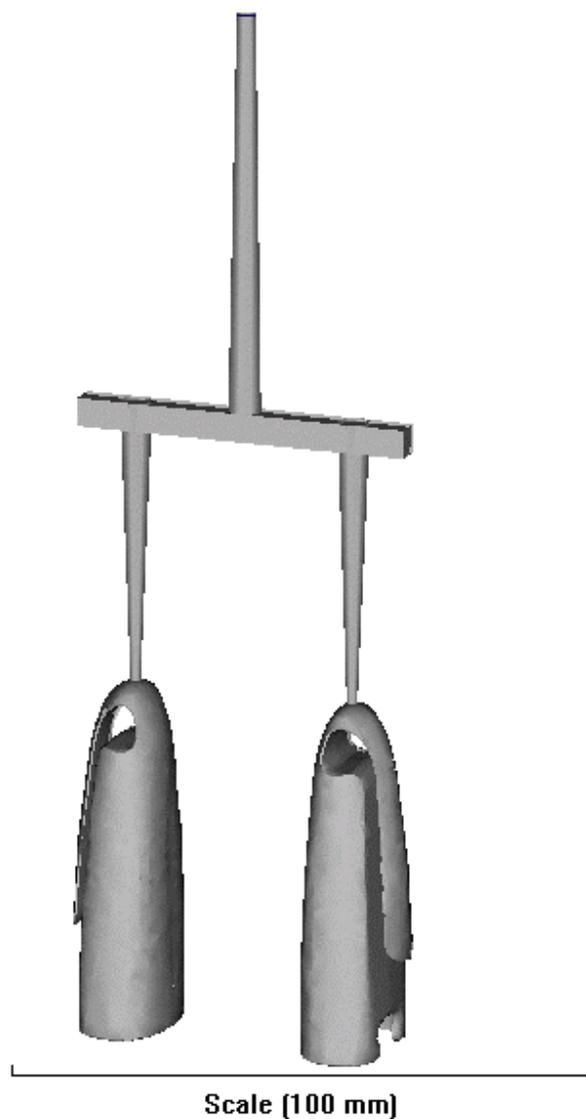


# 下蓋模仁3D組立

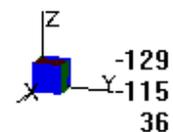




# 上蓋充填模式



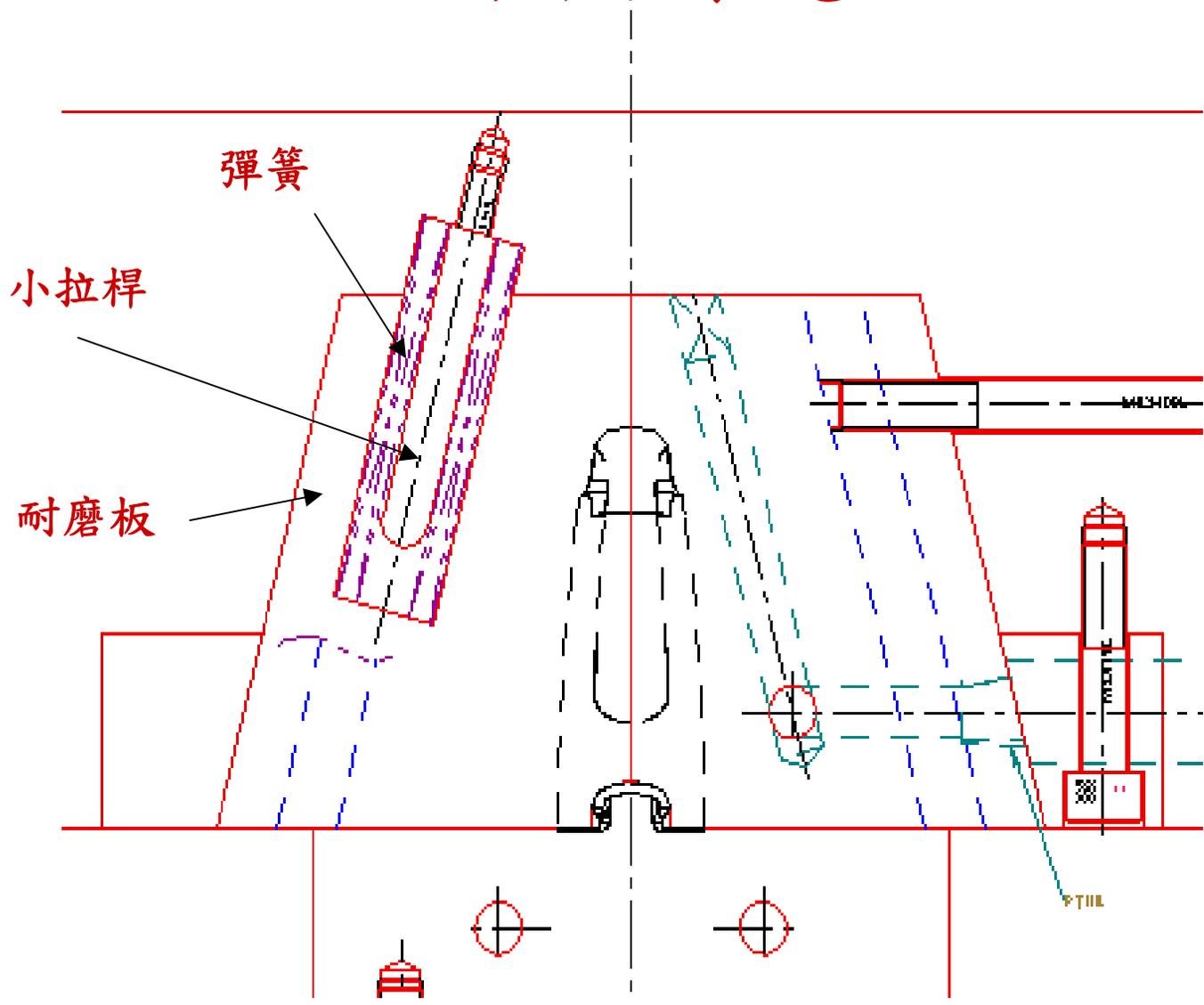
Fill time  
= 0.0001[s]



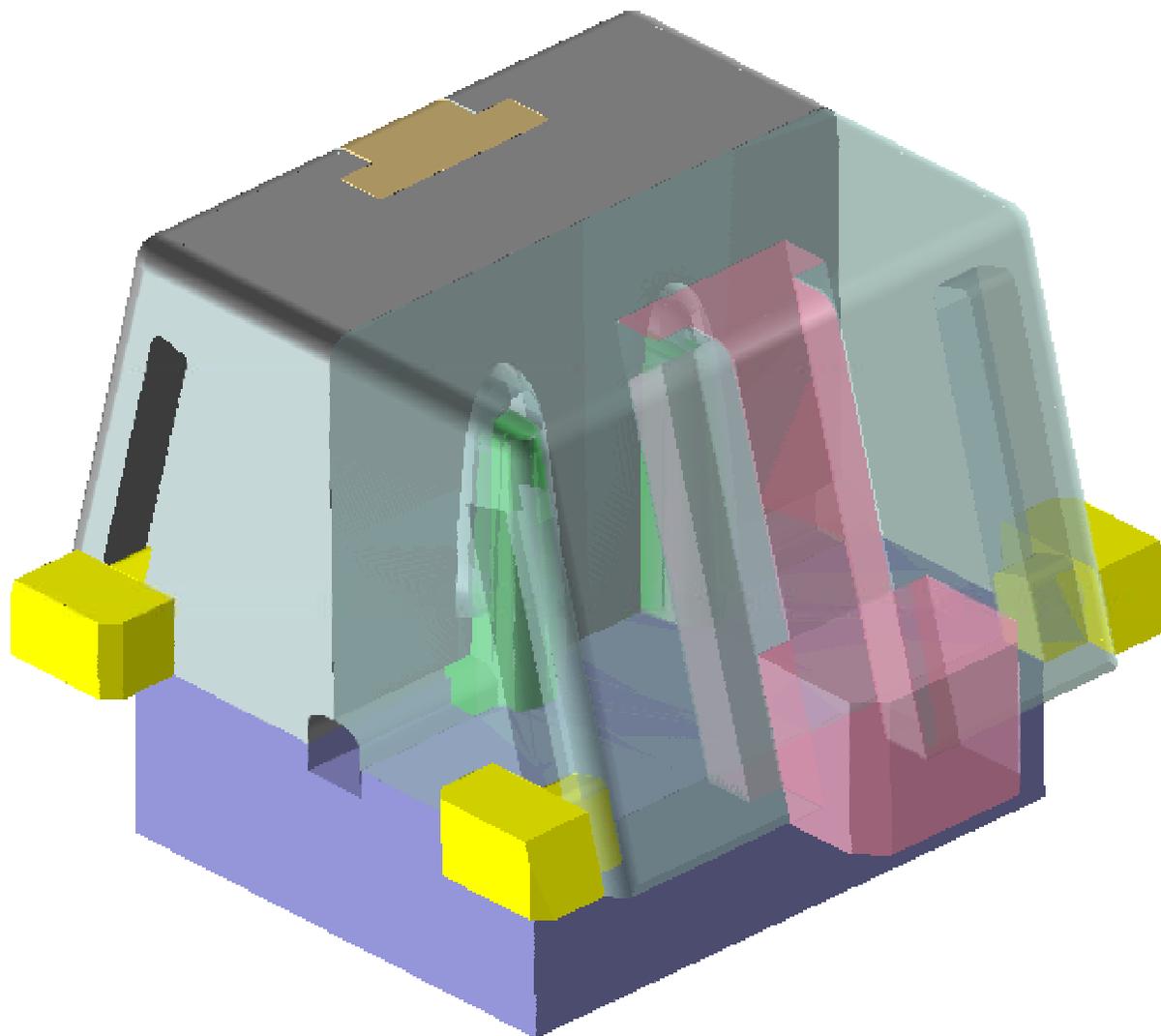
*moldflow*



# 母模滑塊



# 上蓋模仁 3D 組立

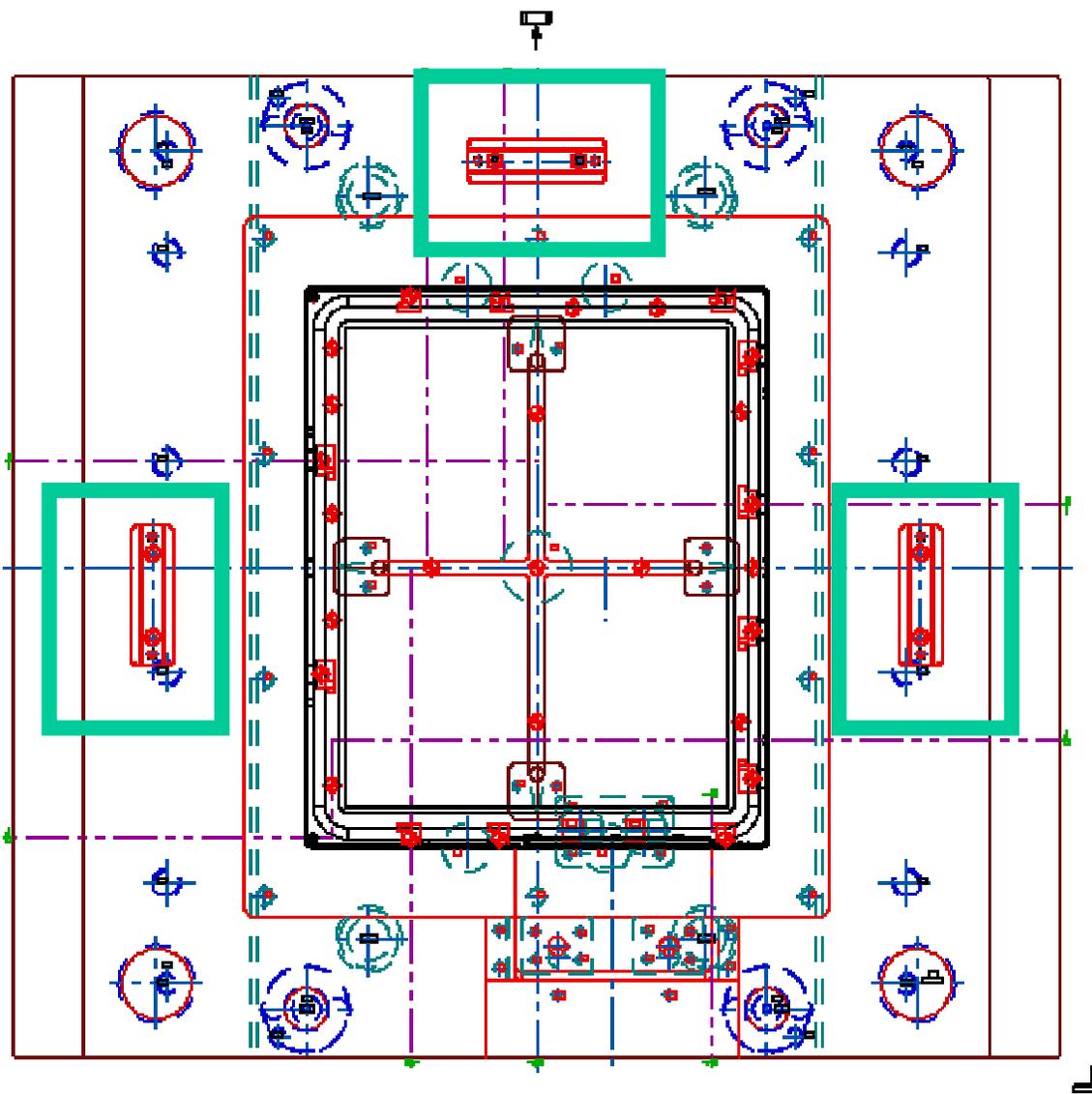


# 分模面定位

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**

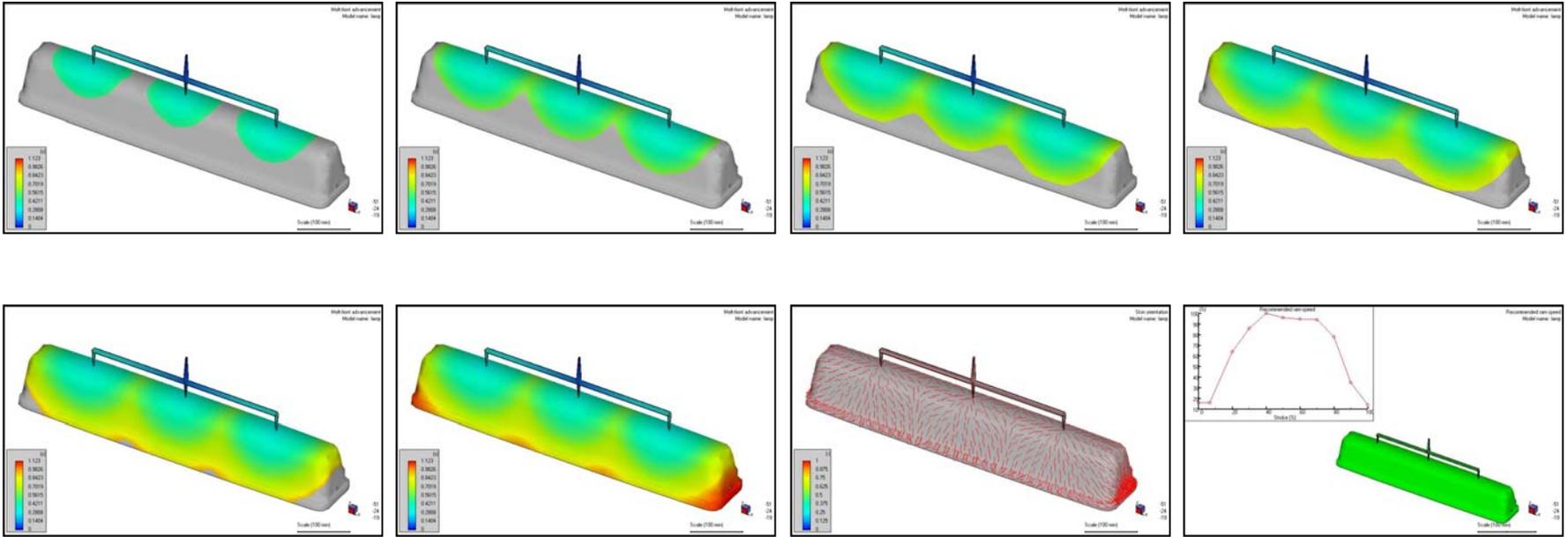
成型機噸數: **400 噸**  
(一模一穴)

問題:

成型不穩定, 壁厚不均勻



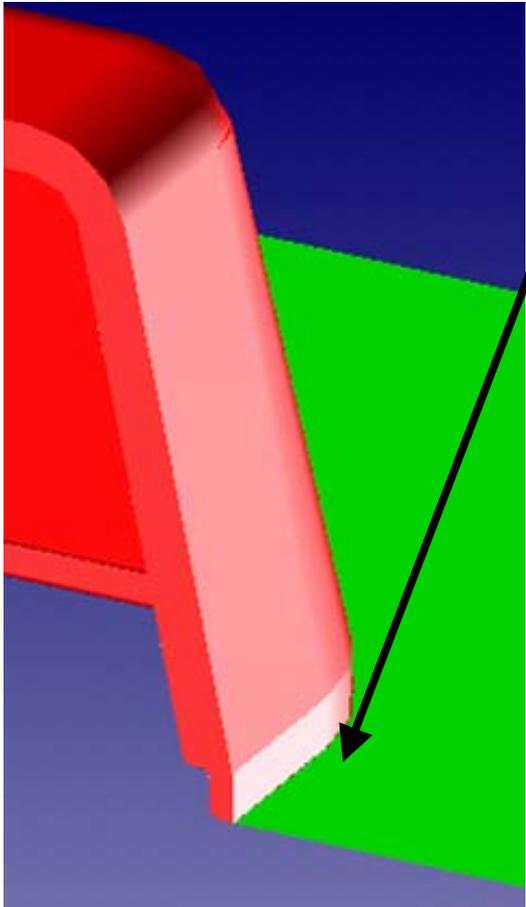
# CAE 分析



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...

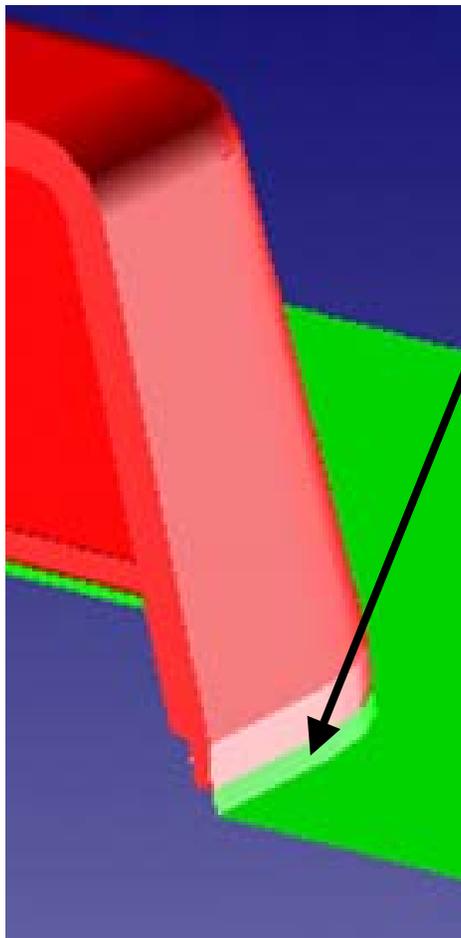


# 原有的拆模方式



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





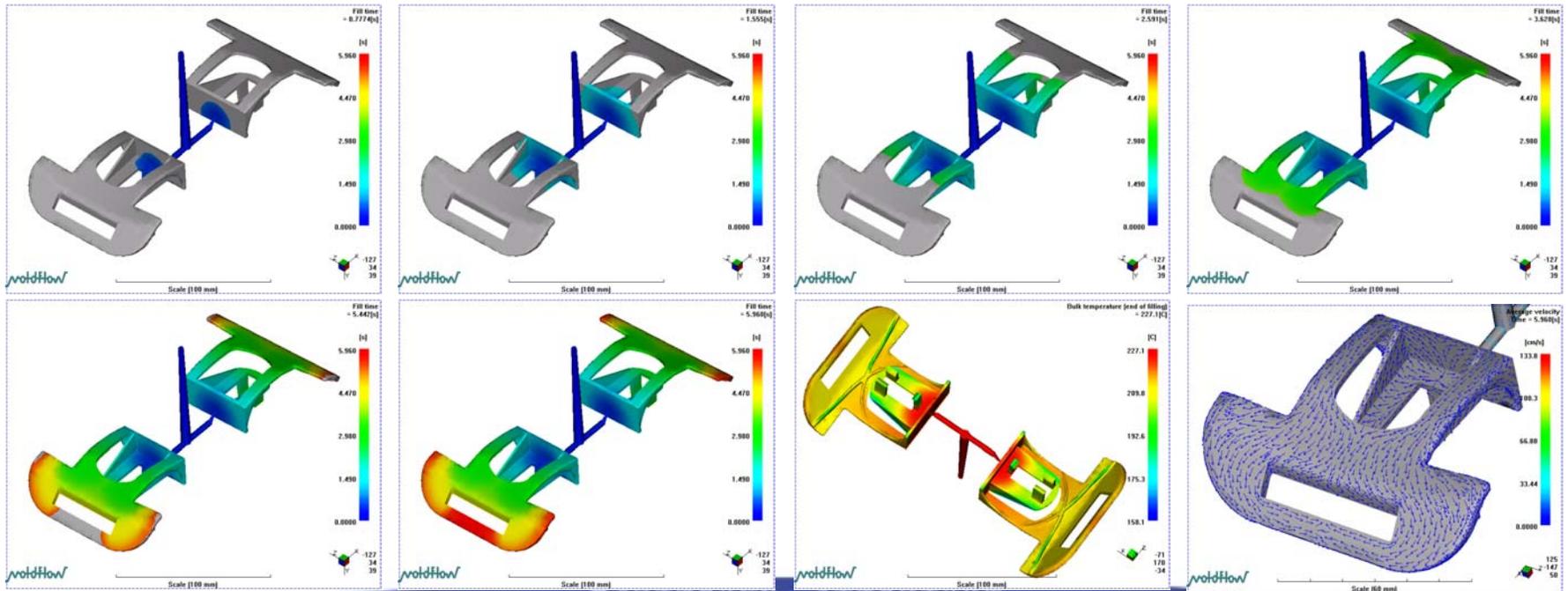
# 卡車車門門



Application : Car

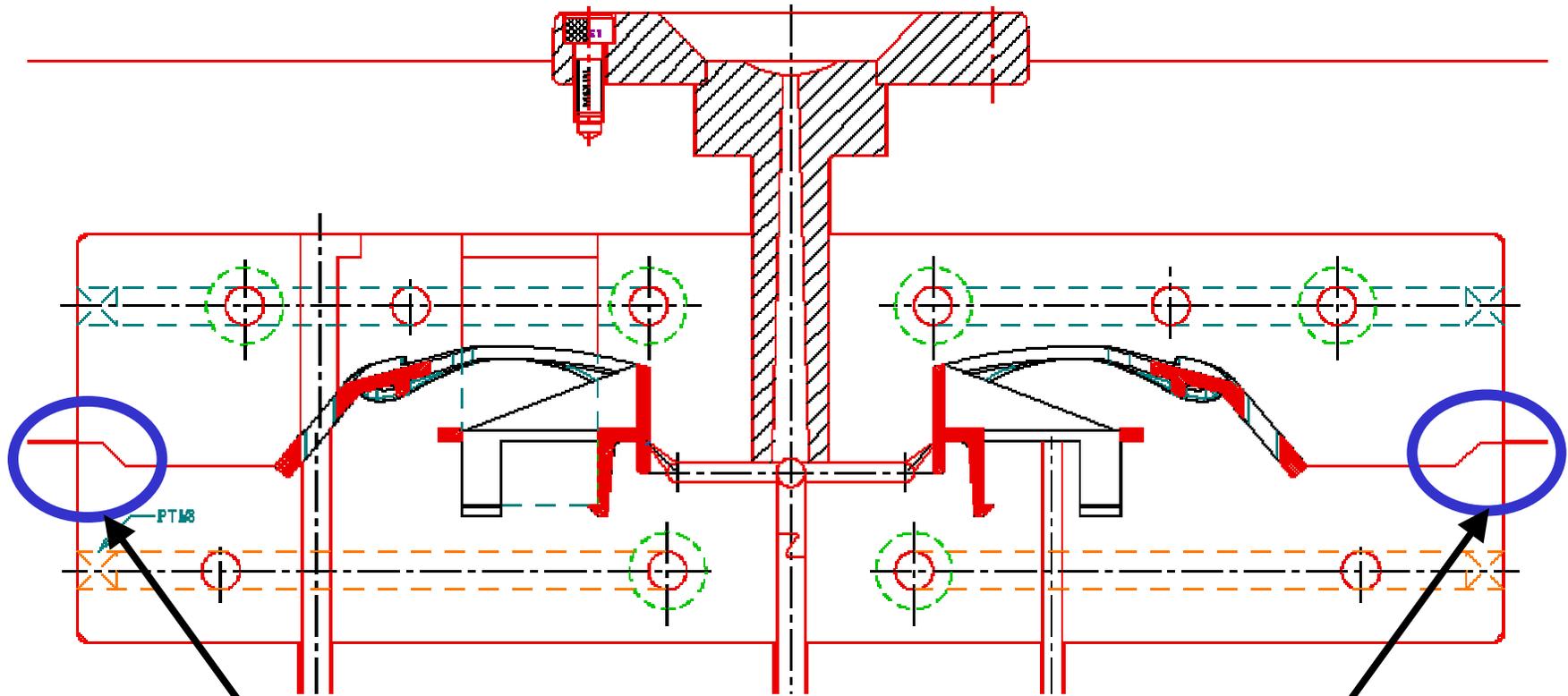
Material : POM

Clamp force : 80 Ton ( 2 Cav. )





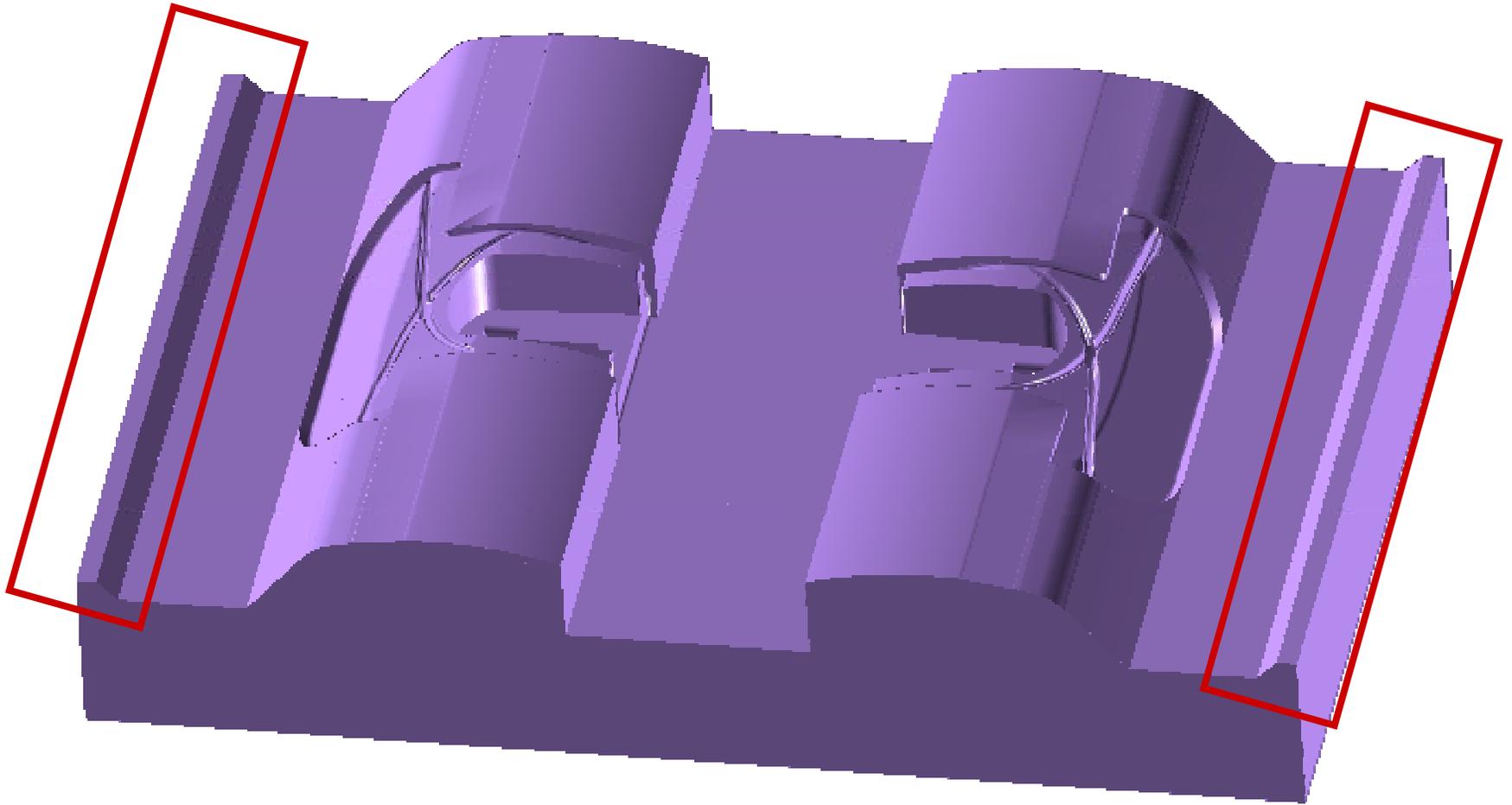
# 公母模仁側視圖



分模面定位



# 公模仁圖

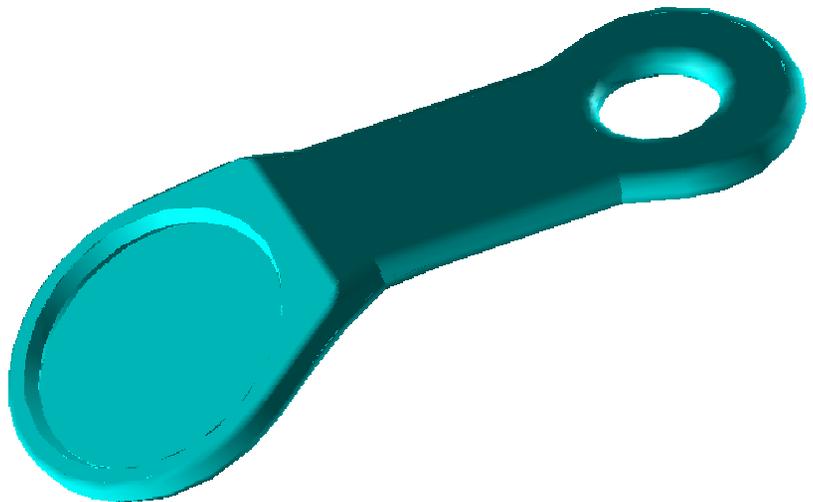




# 把手

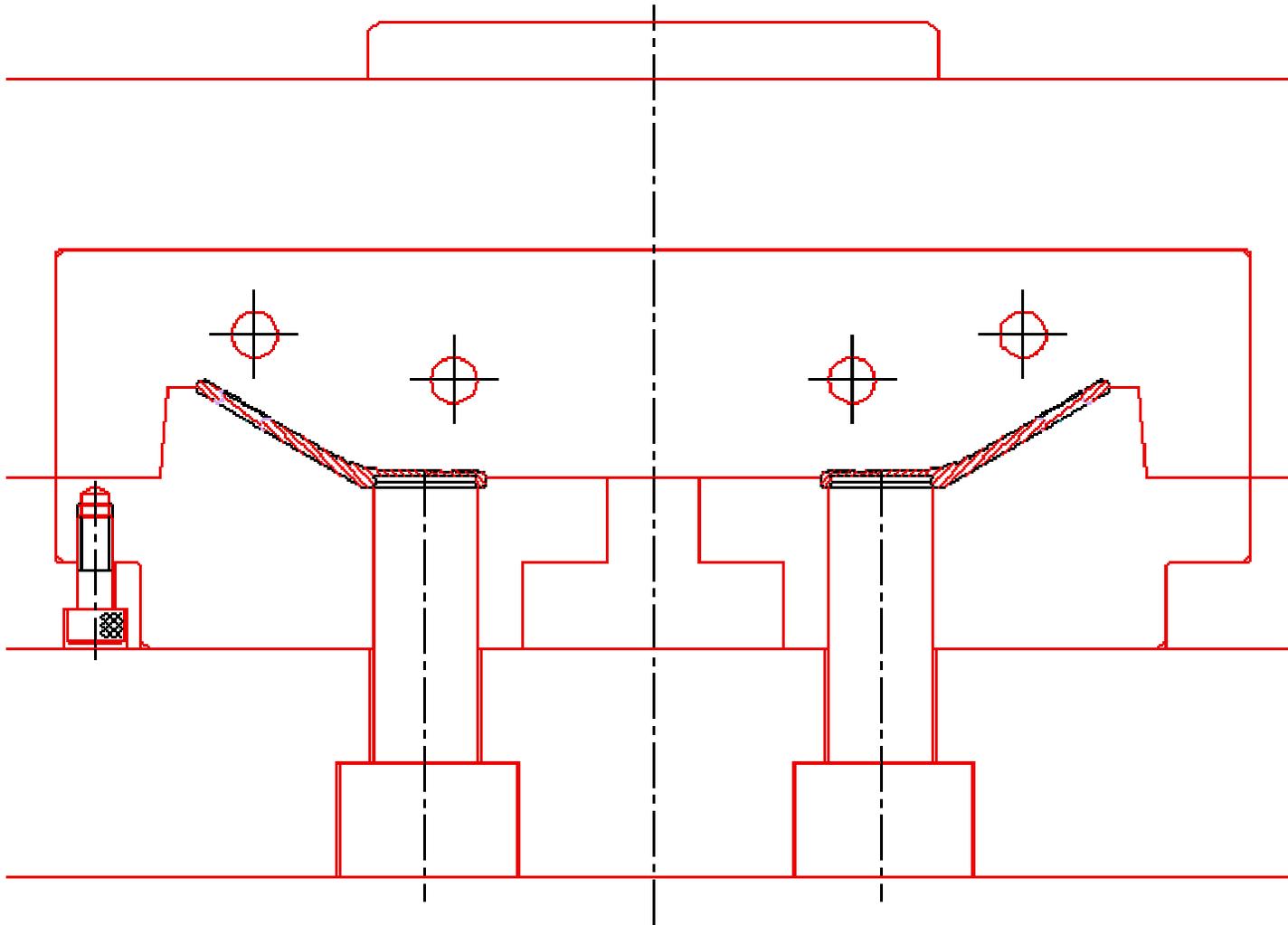
材料：POM

尺寸：50 X 20 X 18 mm



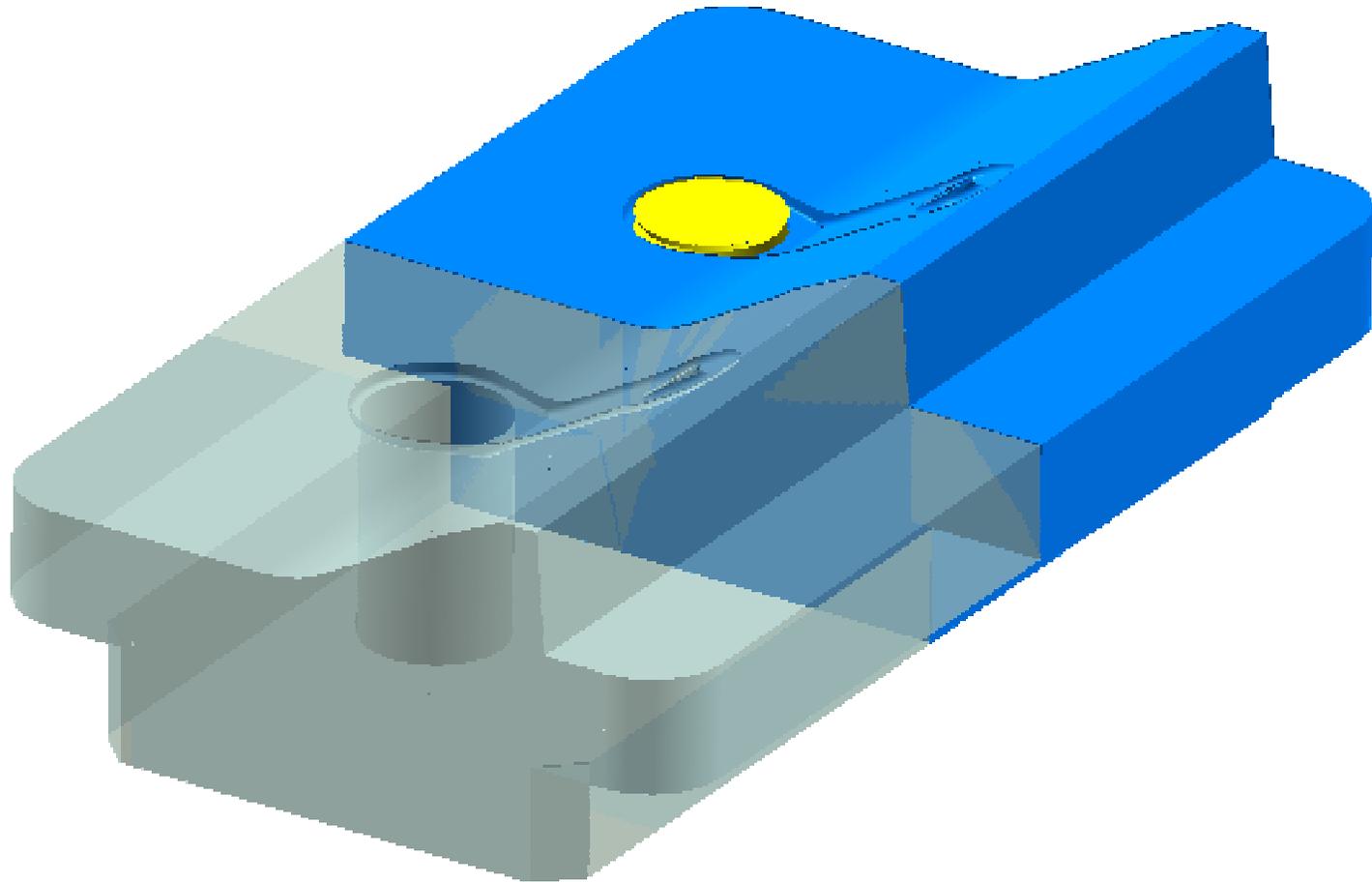


# 公母模仁側視圖



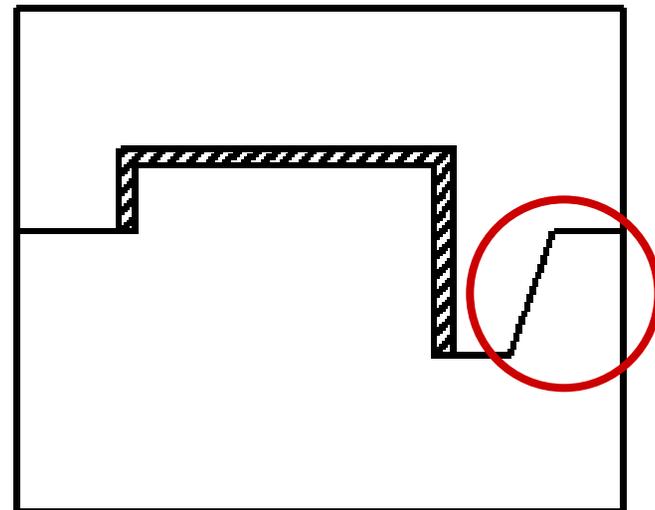
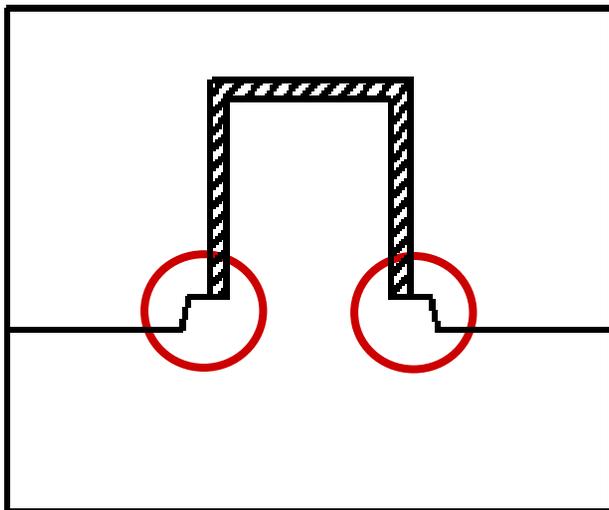
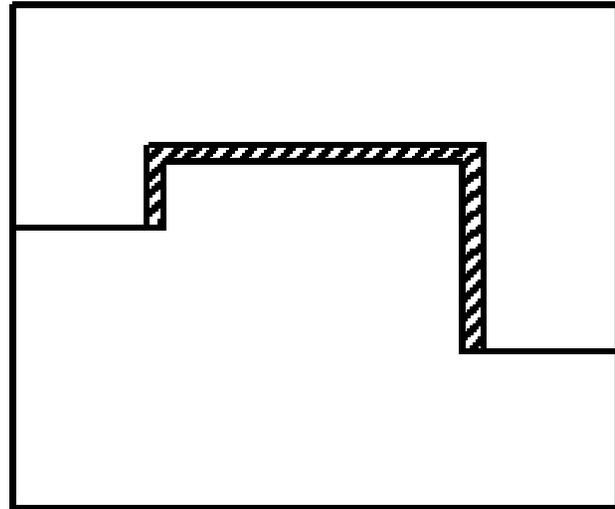
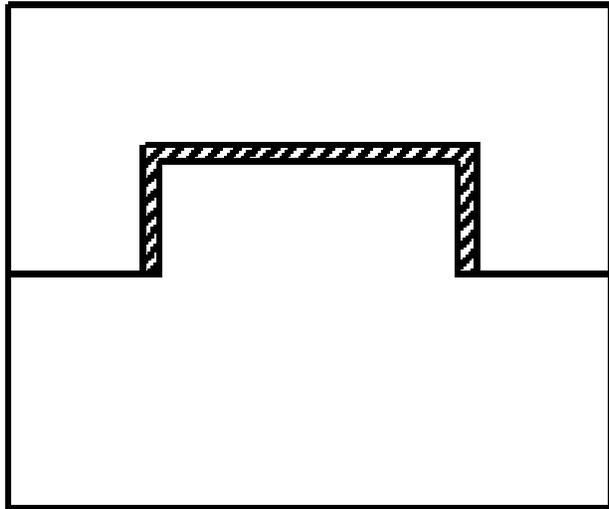


# 公模仁3D圖





# 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

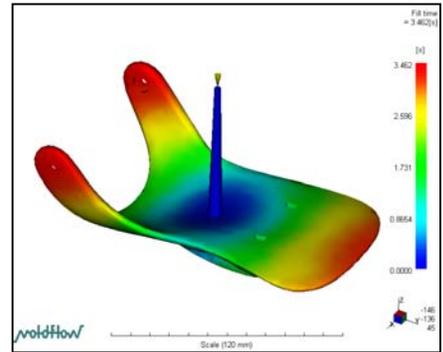
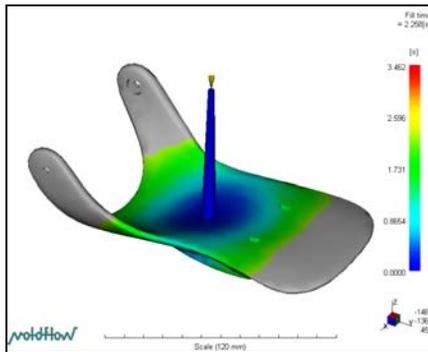
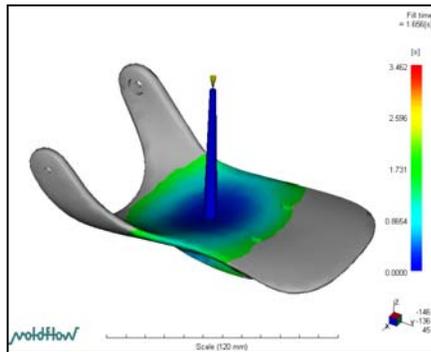
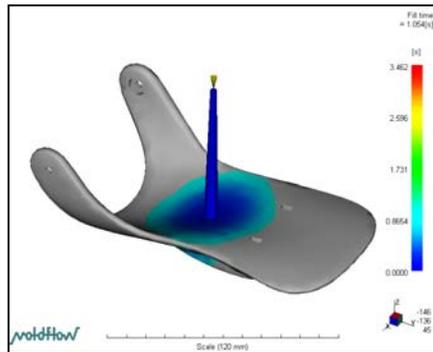
## Shoes High\_back



**Application : Shoes**

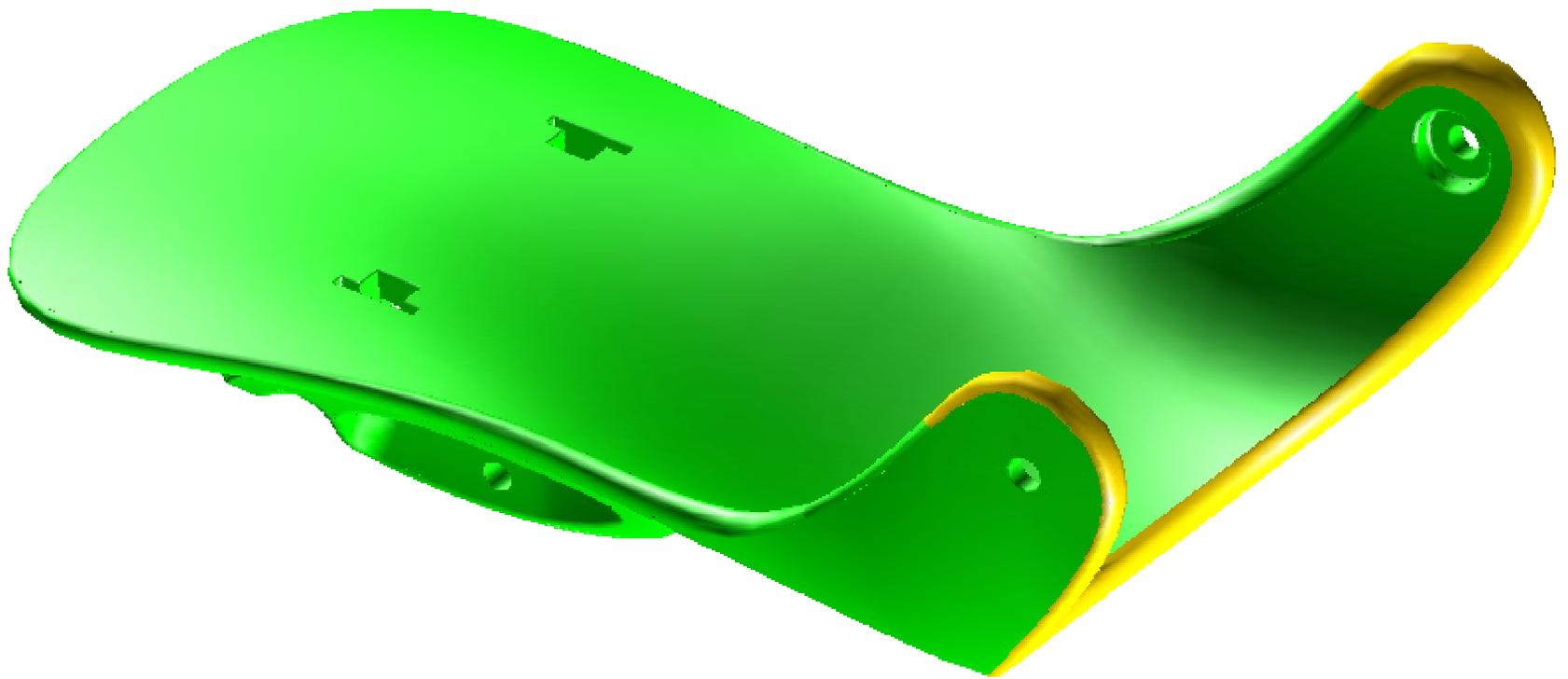
**Material : PA 66 + 33%GF**

**Clamp force : 80 Ton (1 Cav.)**



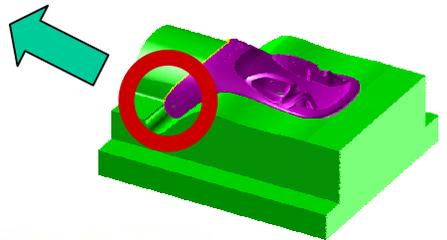
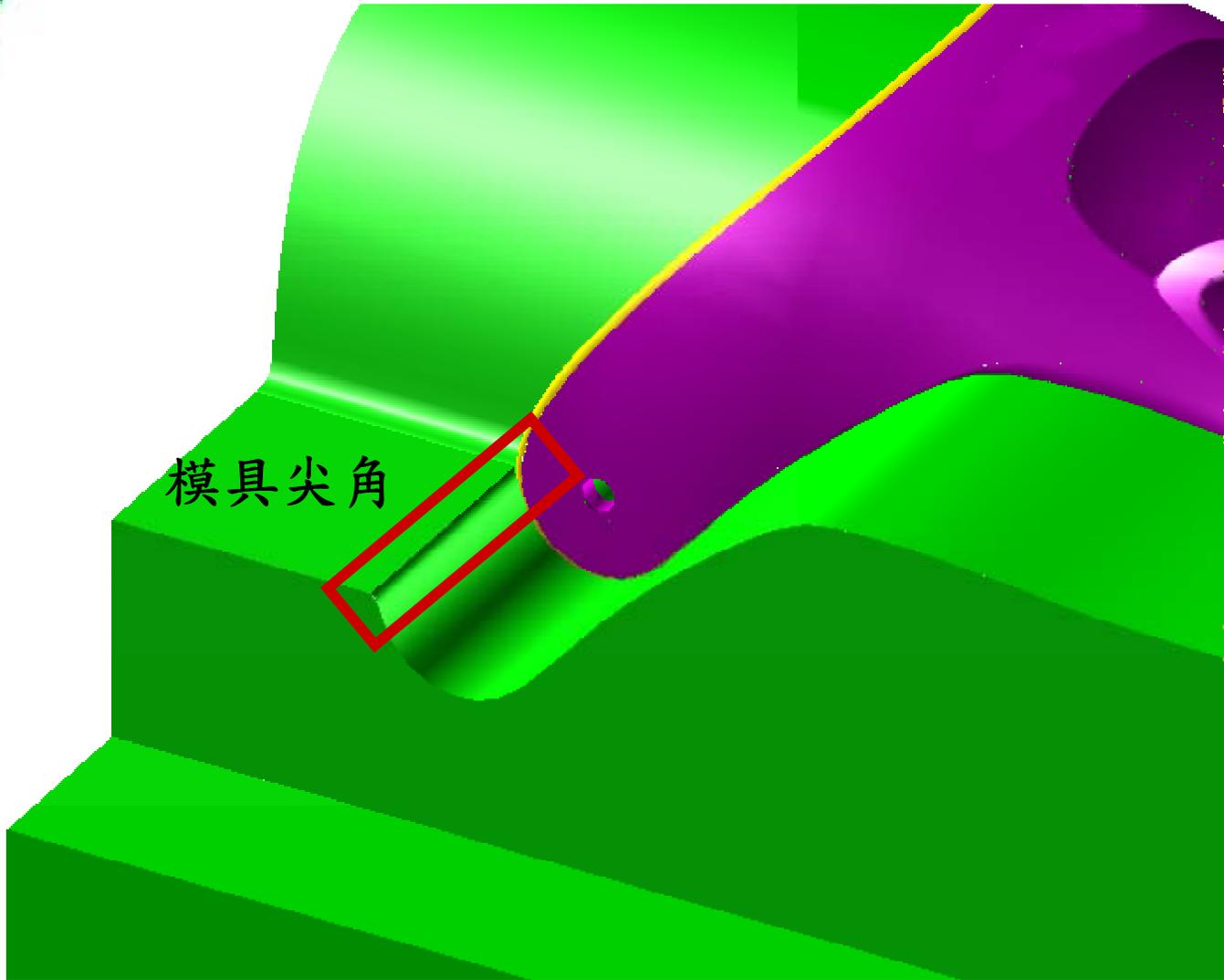


# 產品造型





# 公模仁





# 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

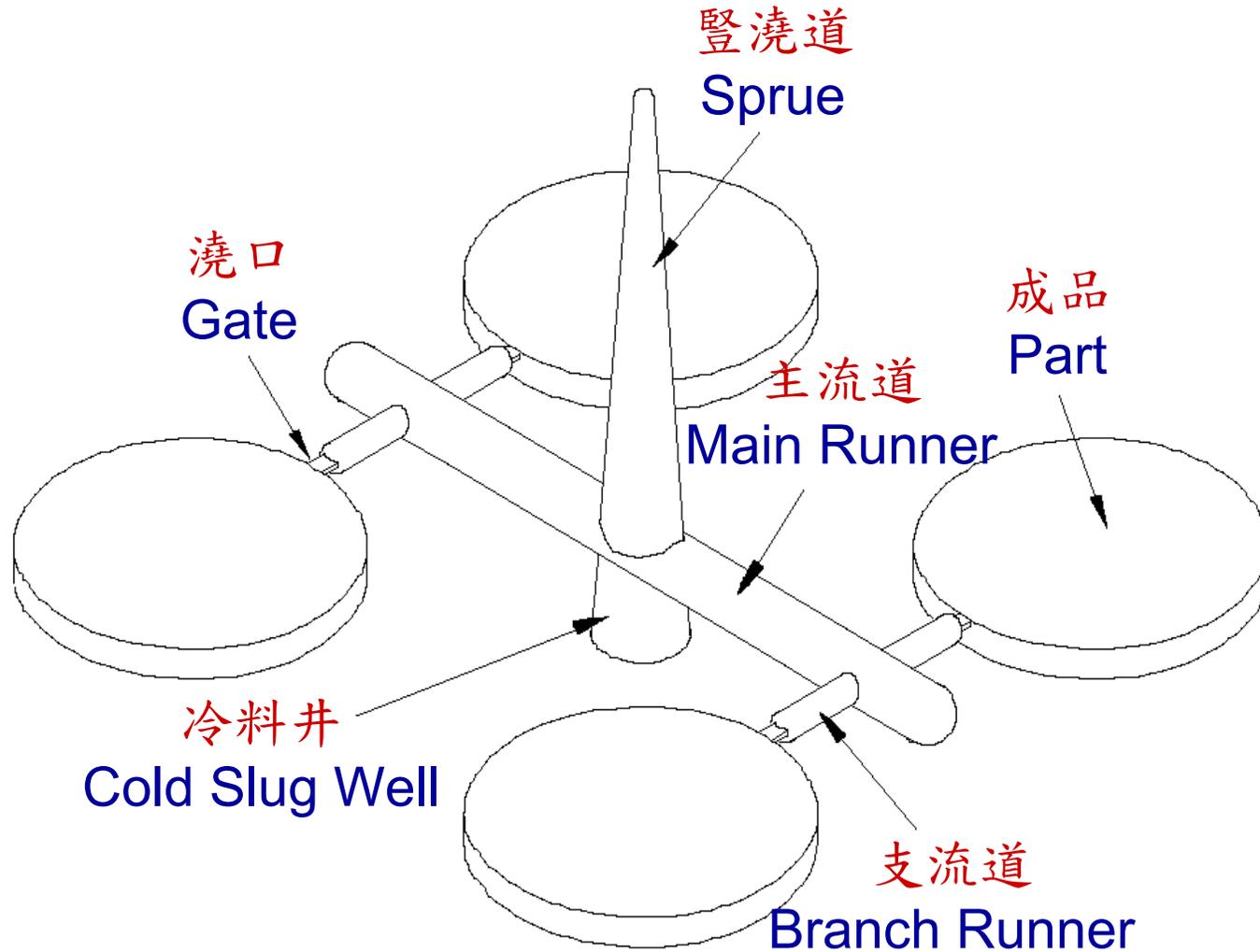


# 澆注系統的合理化

- 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



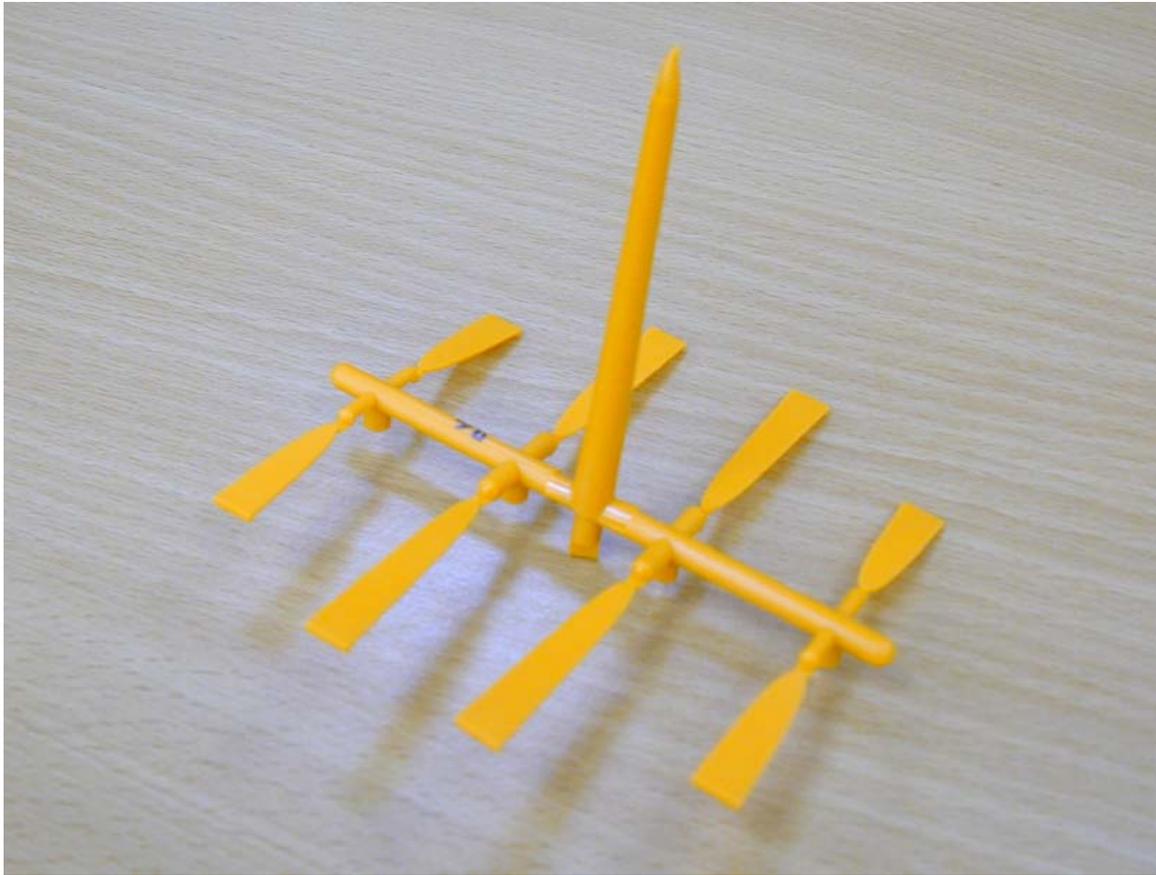


# 澆注系統設計重點

- 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。

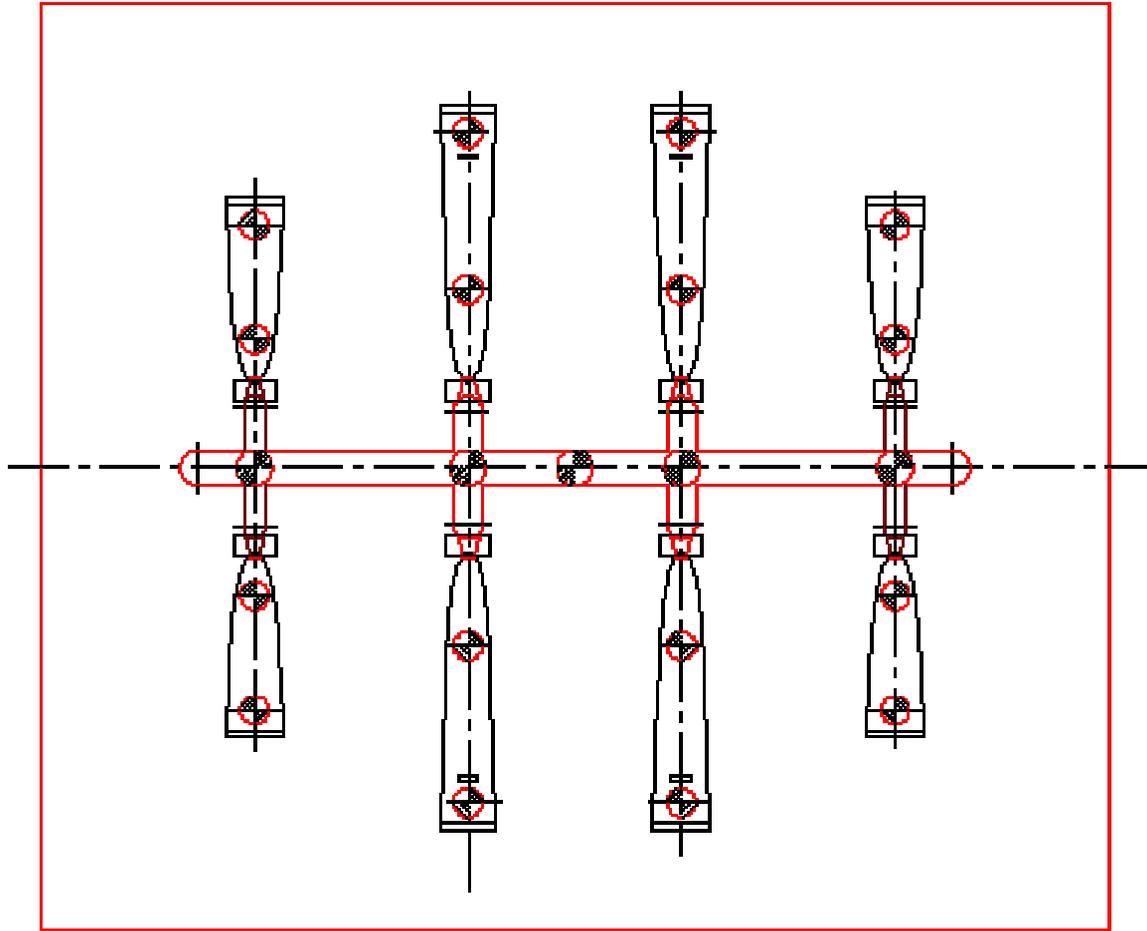


# 隨身碟飾板





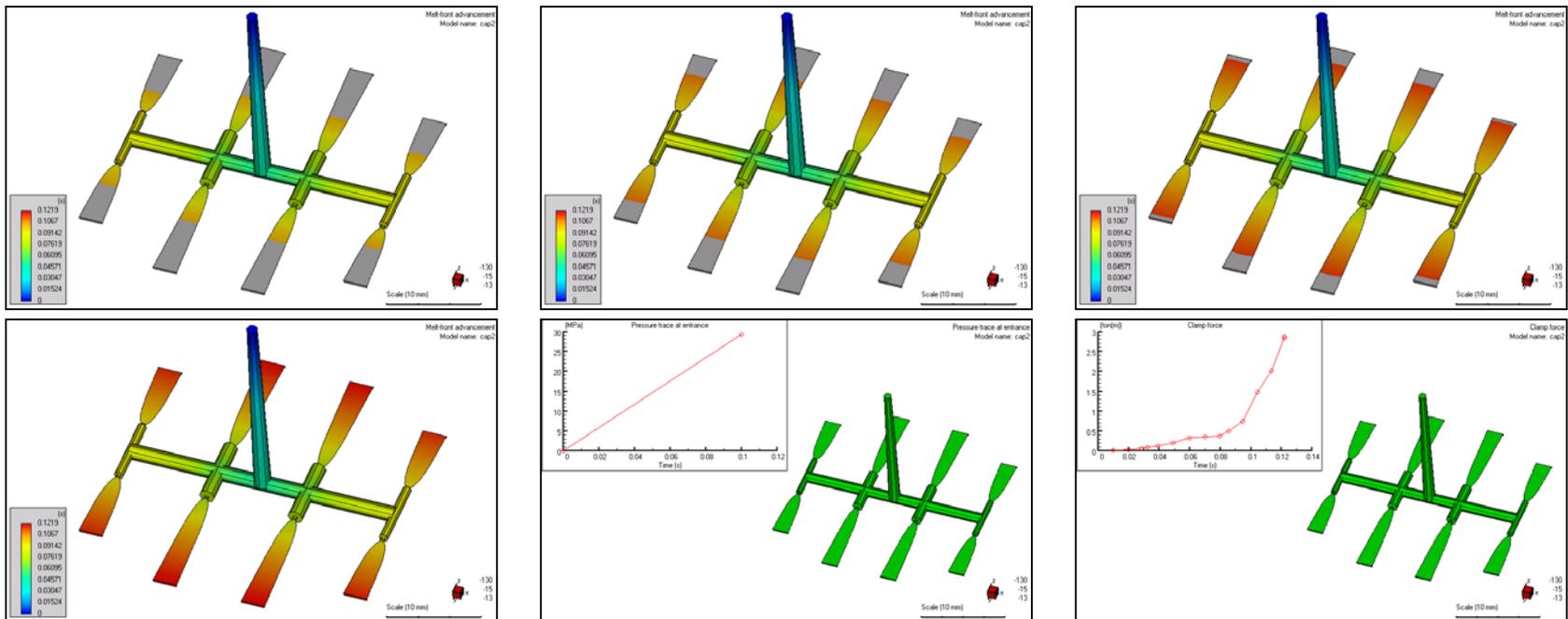
# 模穴配置



# 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

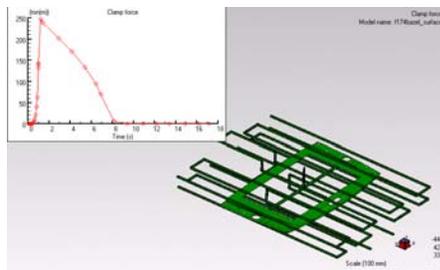
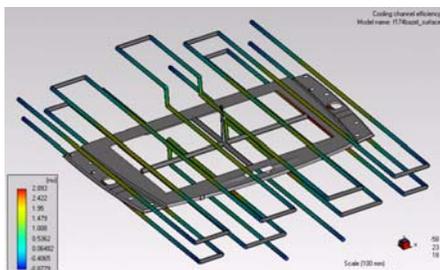
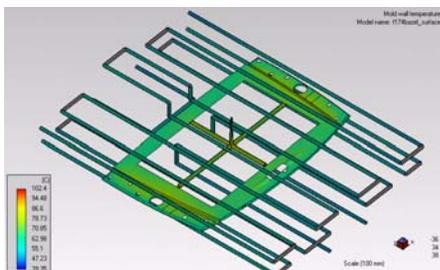
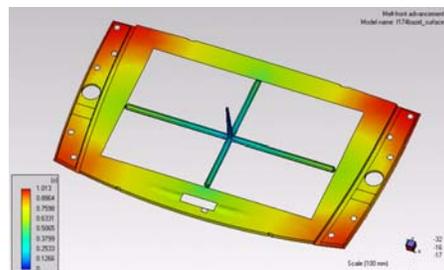
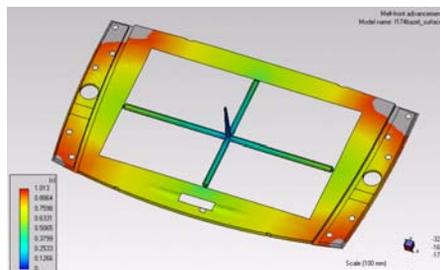
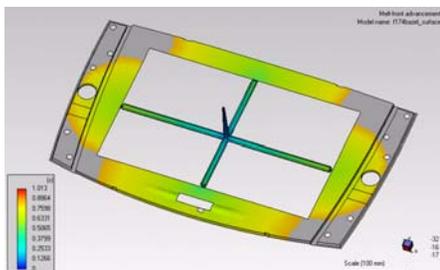
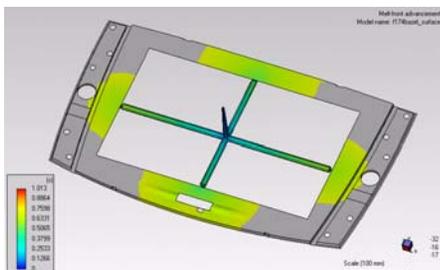
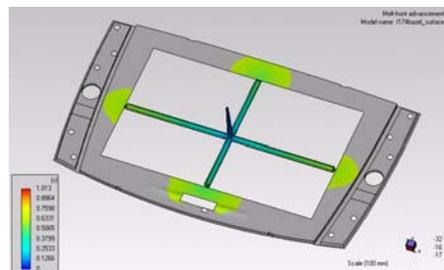
## LCD TV Bezel



Application : LCD TV

Material : ABS

Clamp force : 400 Ton (1 Cav.)



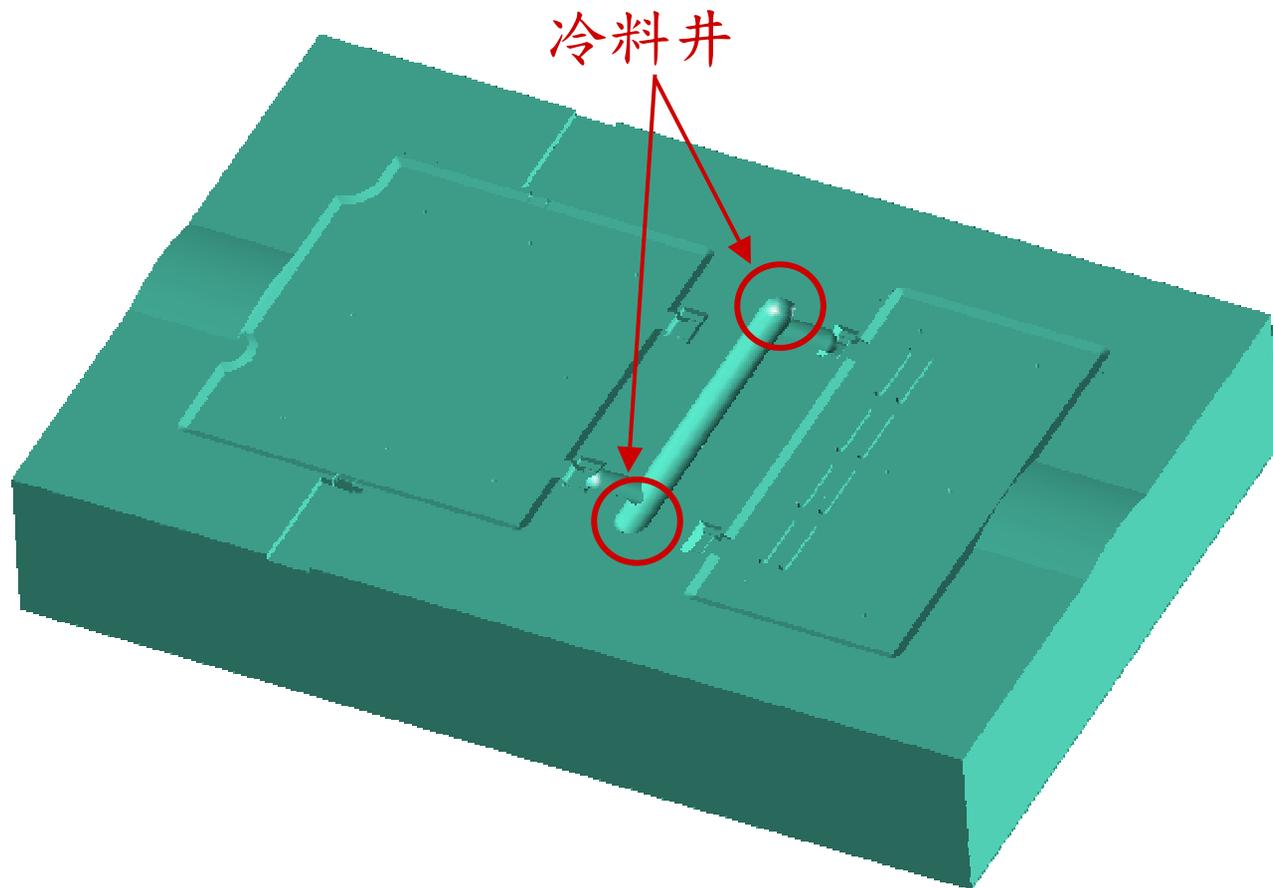


# 冷料井設計



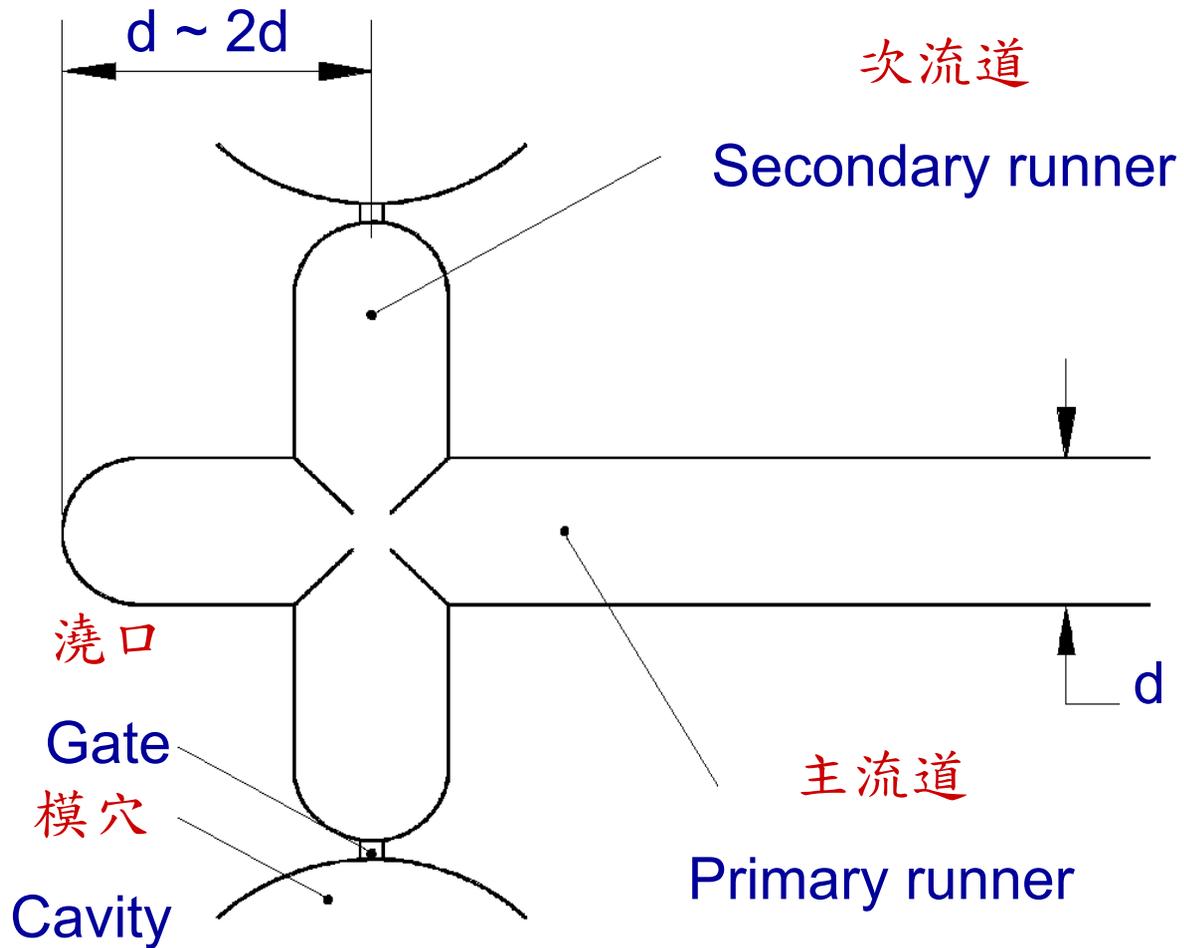


# 公模仁配置





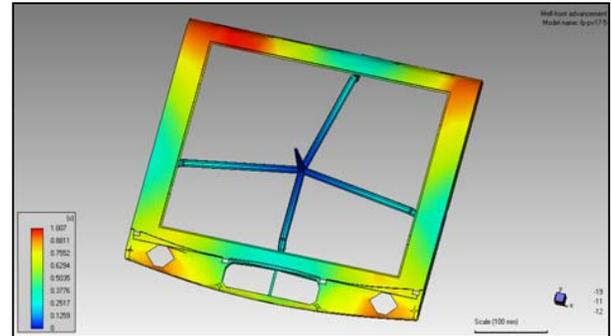
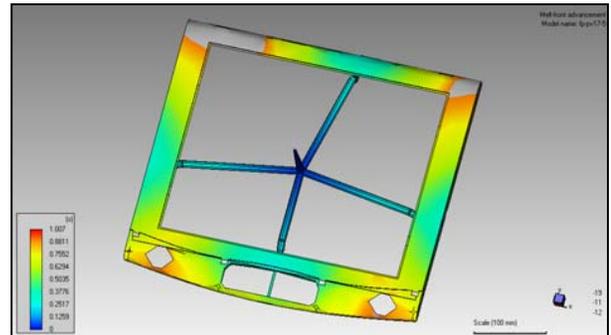
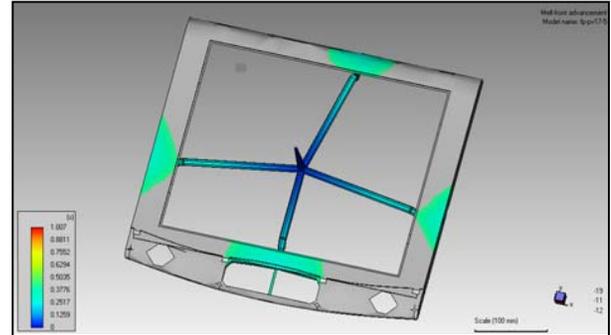
# 冷料井的設計



## 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

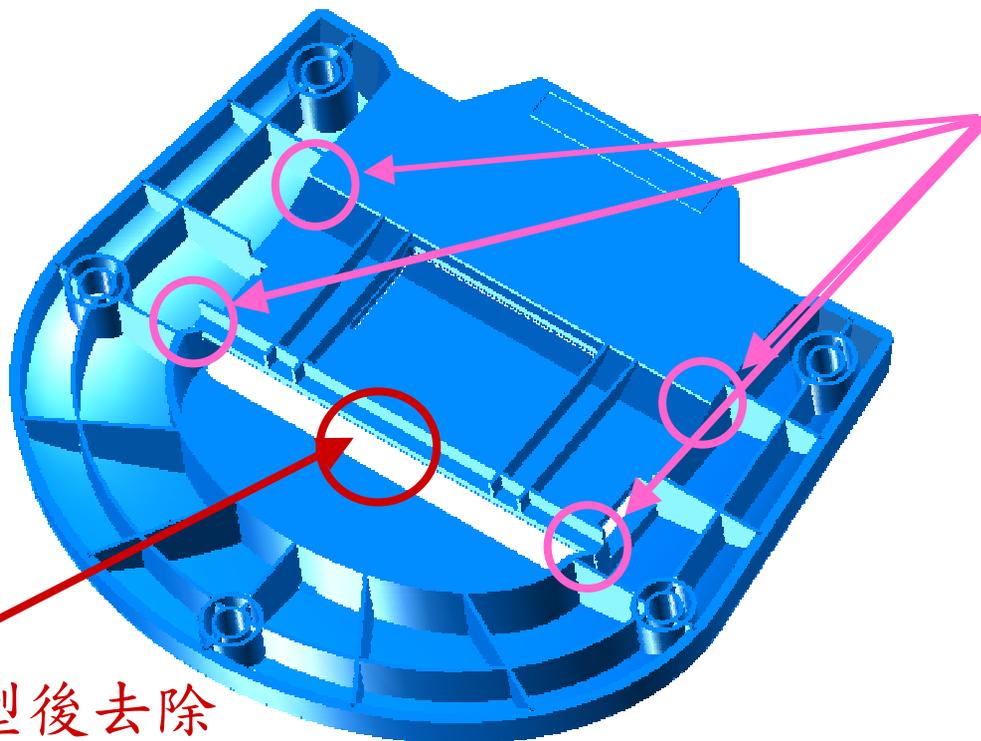


額外增加的流道，成型後切除

產品名稱：17" TFT LCD 前框

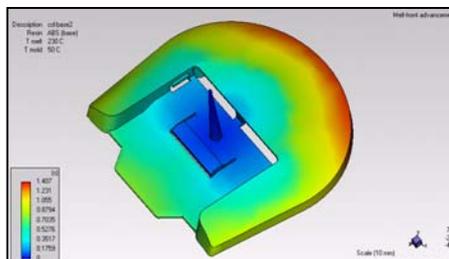
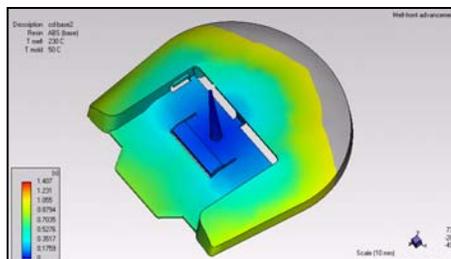
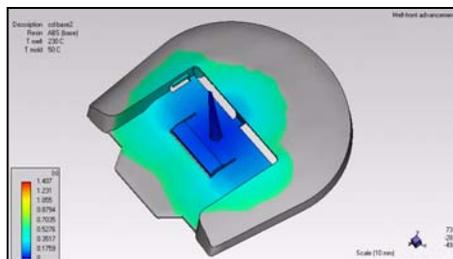
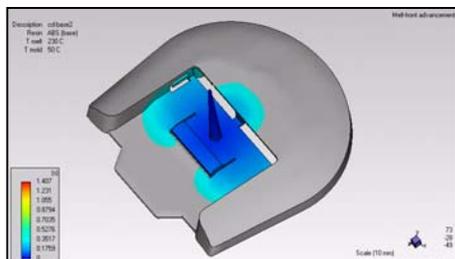
材料：ABS

# 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

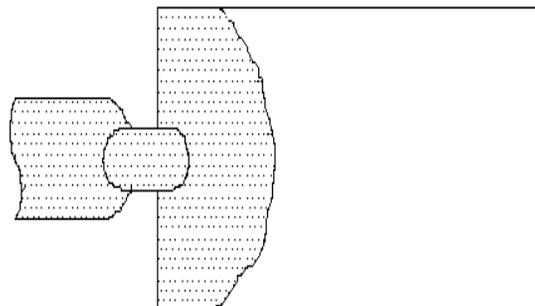
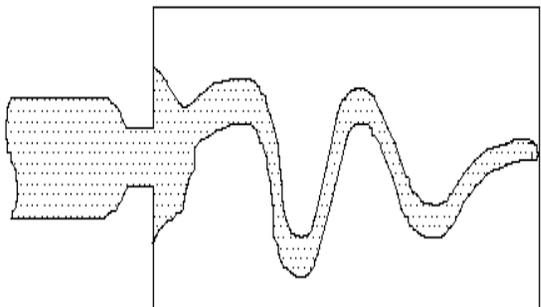
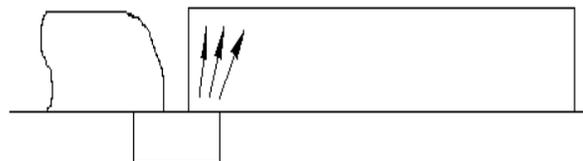


# 噴流

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



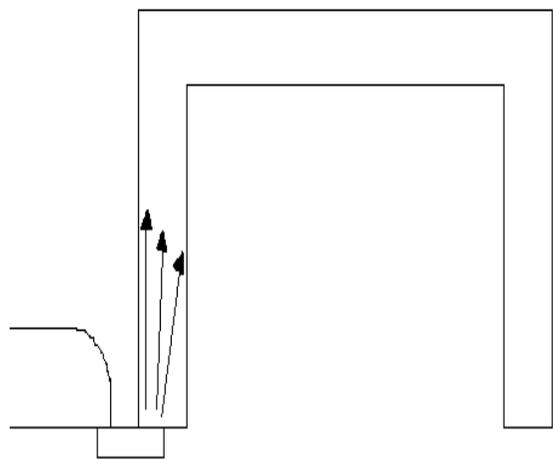
差的

Poor

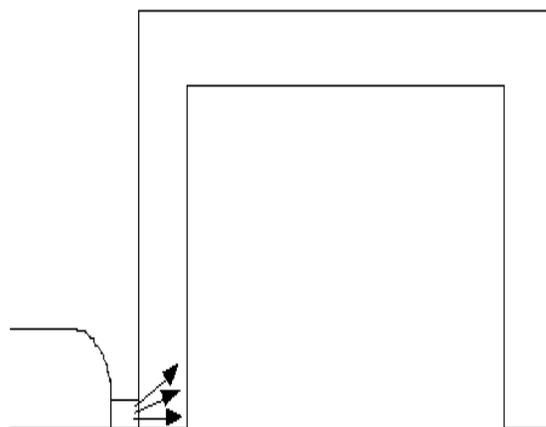
好的

Good

# 正確的澆口位置以避免噴流



差的  
Poor



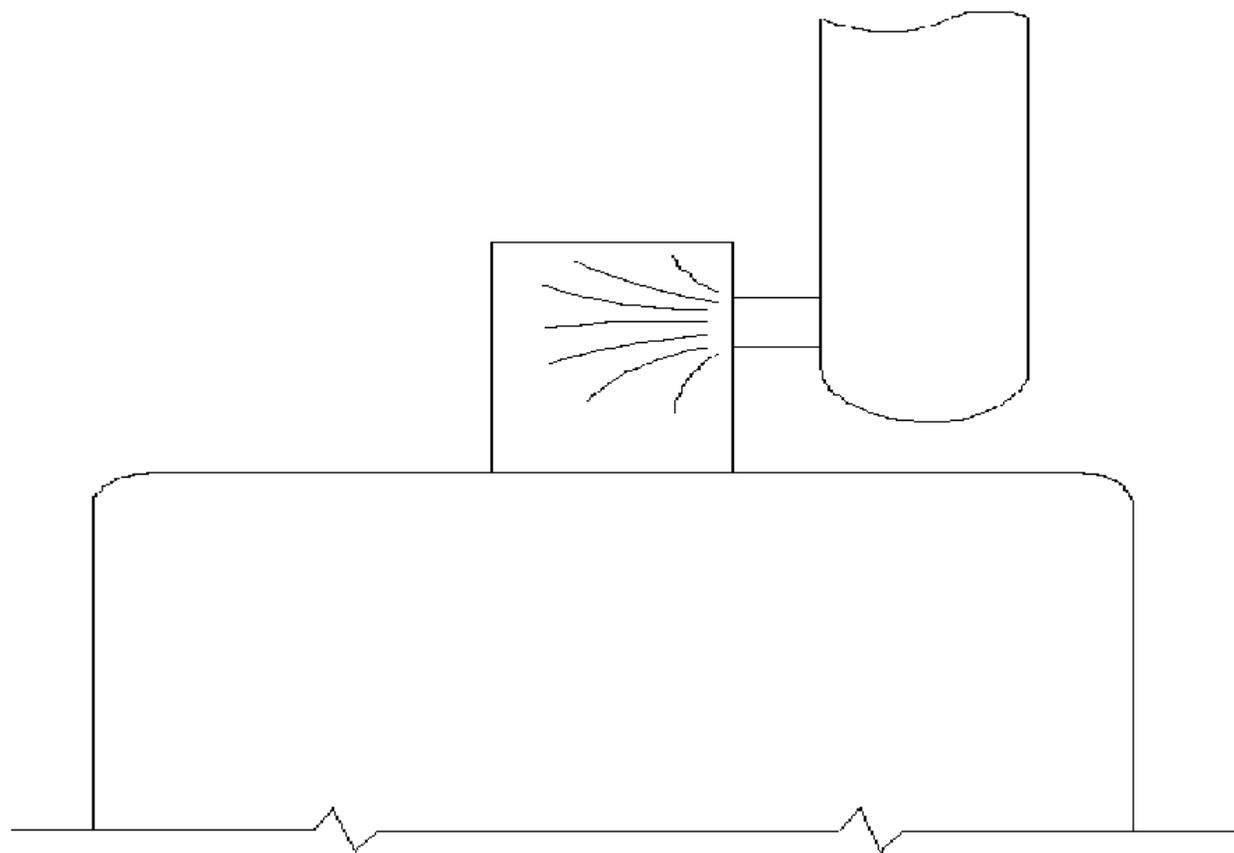
好的  
Good

# 澆口設計對噴流的解決方法

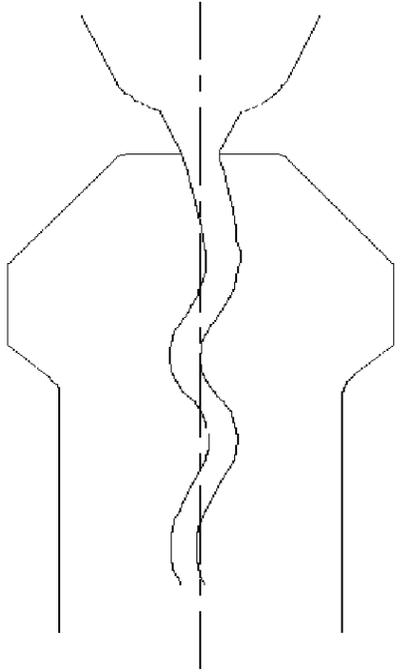
澆口至型腔，斷面積應逐漸變化，如突片(tab)澆口或是扇形(fan)澆口，塑流得以平穩過渡，噴流得以避免。

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

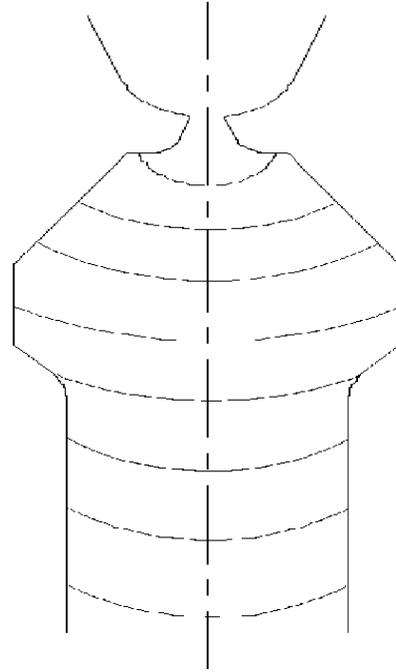


# 使用適當的澆口形狀以避免噴流



差的

Poor

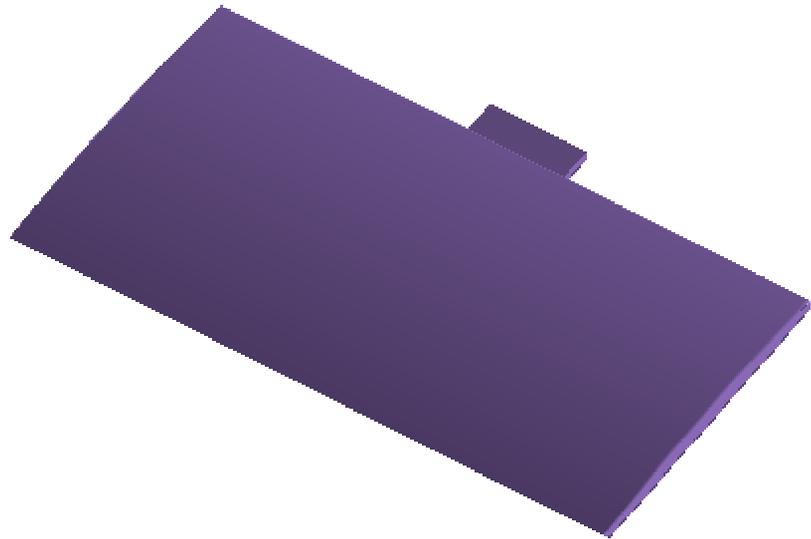


好的

Good

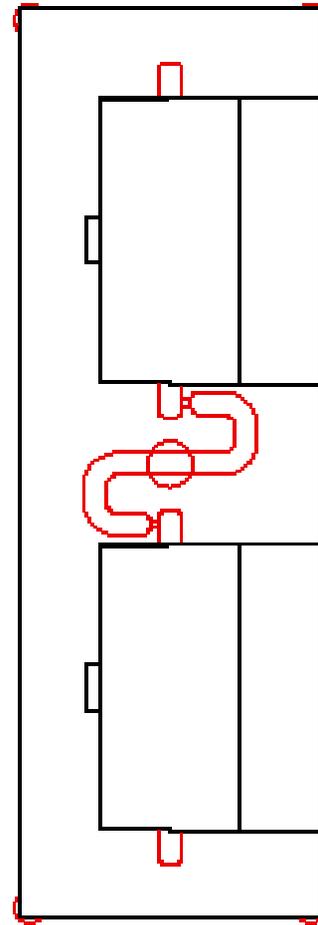
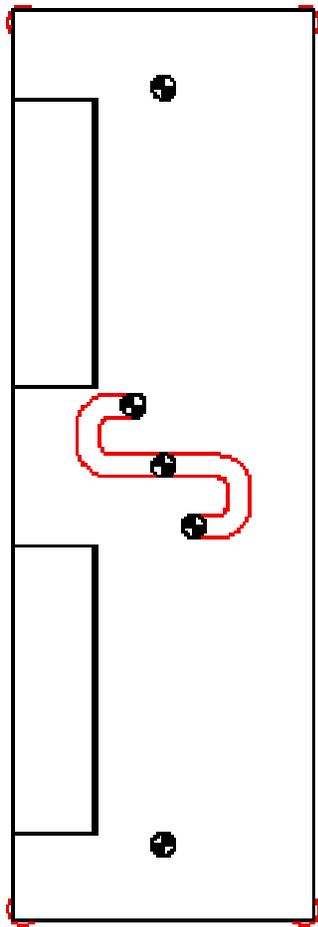


# 電話透明上蓋



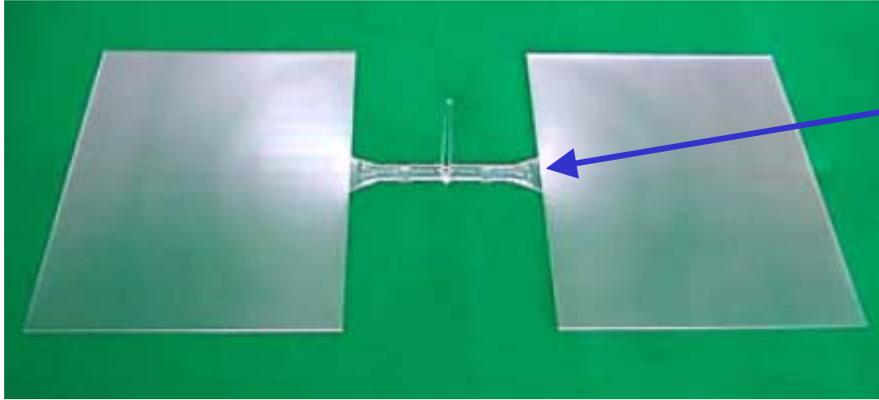


# 模仁配置與凸片澆口



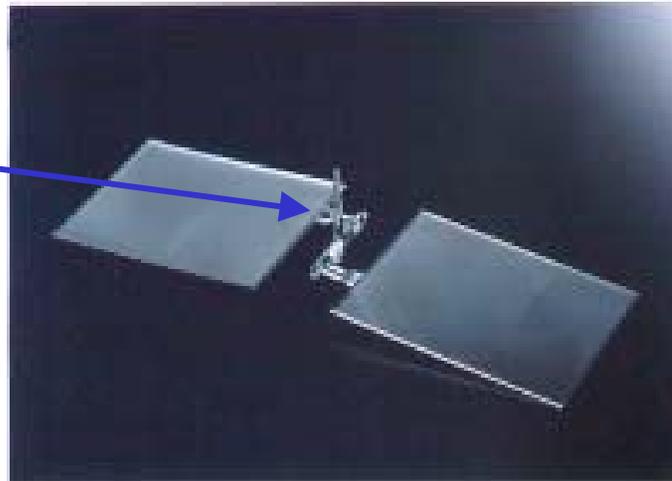


# 背光板



扇型澆口  
Fan Gate

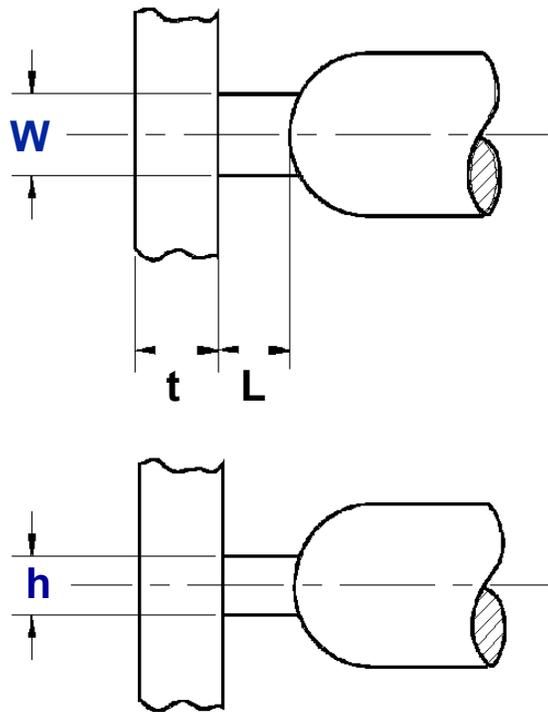
14" 背光板 一模兩穴 by JSW



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

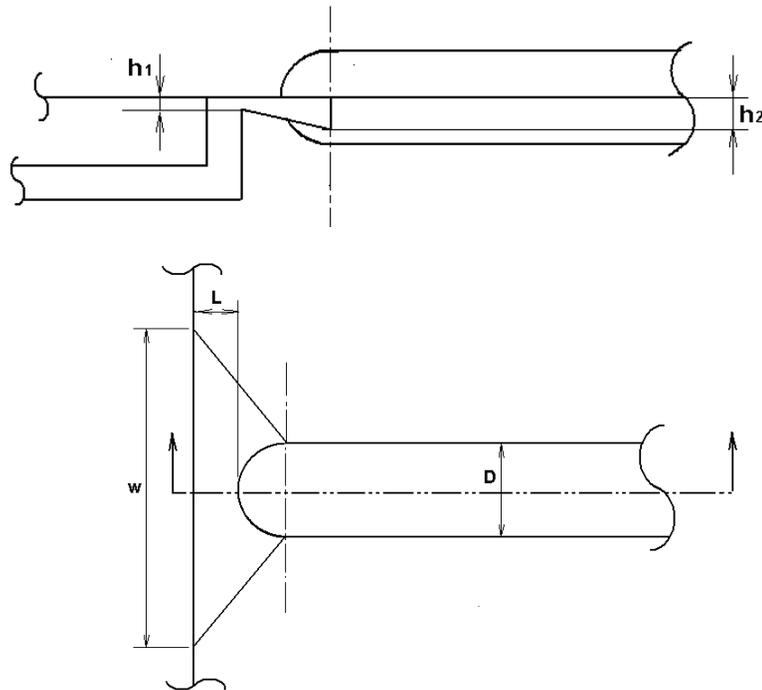
A = 型腔表面積 (  $\text{mm}^2$  )  
surface area of cavity in  $\text{mm}^2$

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 [mm<sup>2</sup>]

surface area of cavity in mm<sup>2</sup>

$n$  = 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

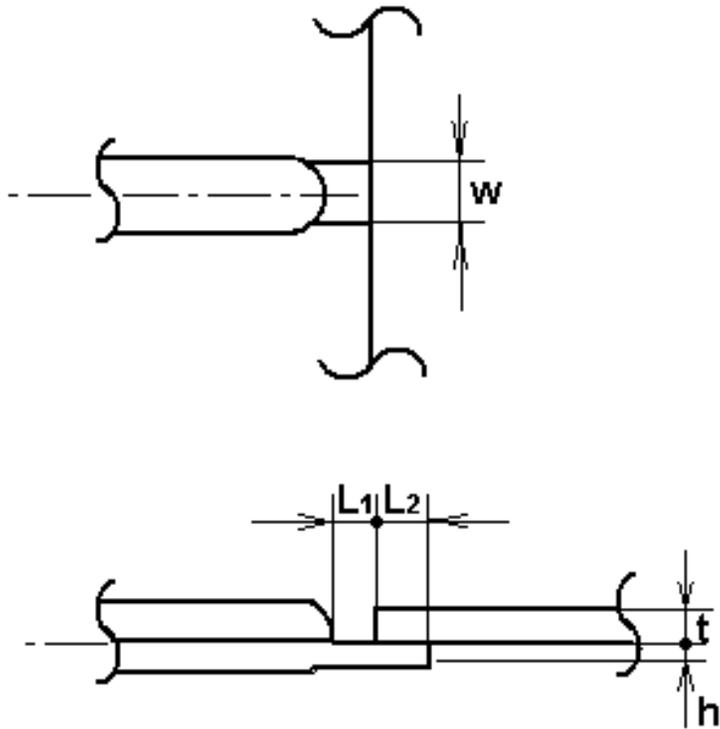
澆口厚度 [gate thick. in mm]

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

$t$  = 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 [ mm<sup>2</sup> ]

surface area of cavity in mm<sup>2</sup>

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

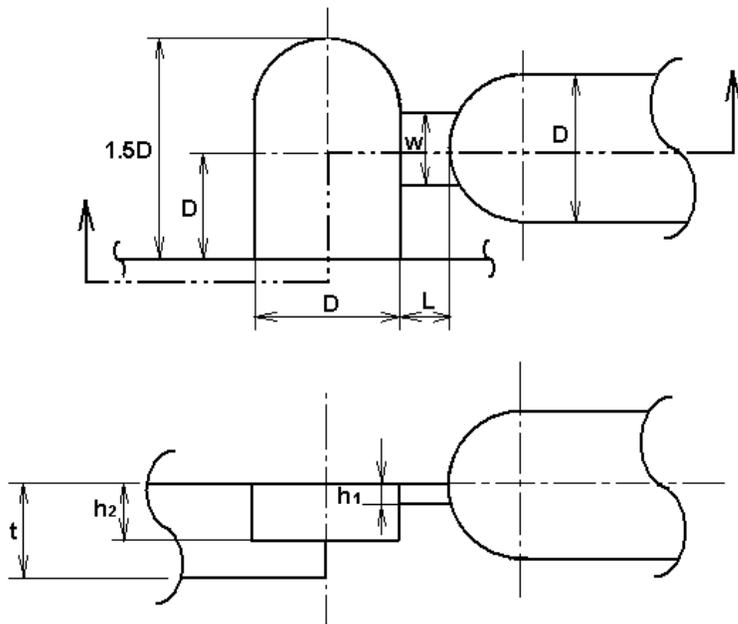
澆口長度 [ land length in mm ]

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

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 [mm<sup>2</sup>]

surface area of cavity in mm<sup>2</sup>

n = 材料常數 [material constant]

0.6 for PE, PS

0.7 for POM, PC, PP

0.8 for CA, PMMA, PA

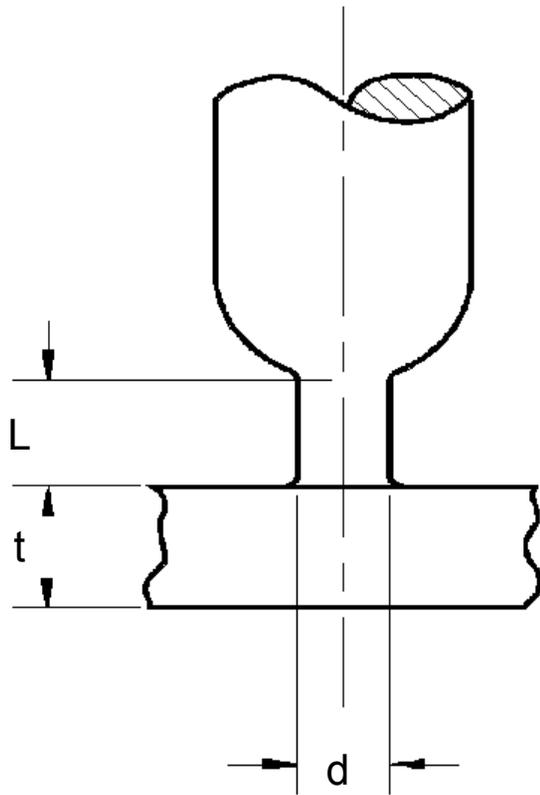
0.9 for PVC

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



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

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

$d =$  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

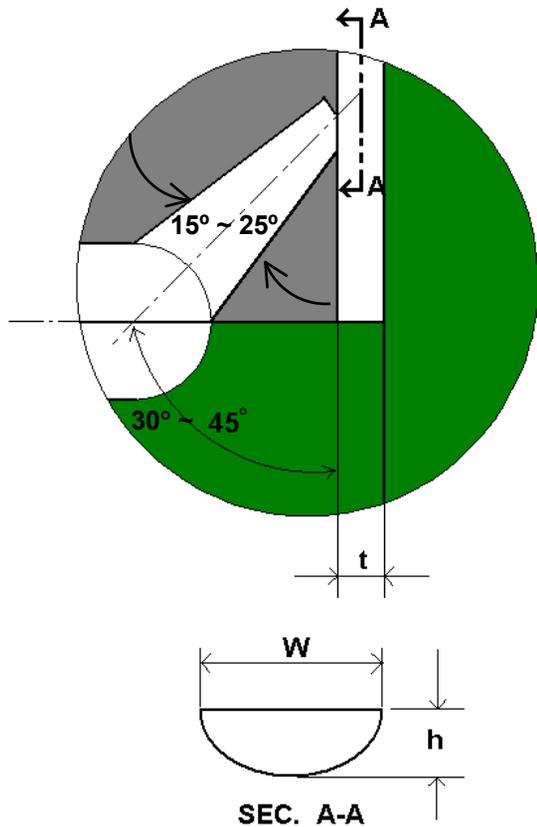
0.6 for PE, PS

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 [mm<sup>2</sup>]

surface area of cavity in mm<sup>2</sup>

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 $200^{\circ}\text{C}$ 左右，而塑膠件固化後，要從模具中取出的溫度，大約在 $60^{\circ}\text{C}$ 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

$\alpha$

冷卻管道與冷卻介質間的傳熱係數 (W/m<sup>2</sup> X K)

$A$

冷卻管道的熱傳面積 (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$

模具溫度與冷卻介質的溫度差 (K)

$\theta'$

冷卻時間 (s)

# 縮短冷卻時間的方法一

- 提高熱傳係數  $\alpha$

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

$\phi$  : 與冷卻介質溫度有關

$\rho$  : 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 $\Delta T$
- $\Delta T = T_w - T_\theta$  ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $T_w$  : 模溫 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $T_\theta$  : 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。

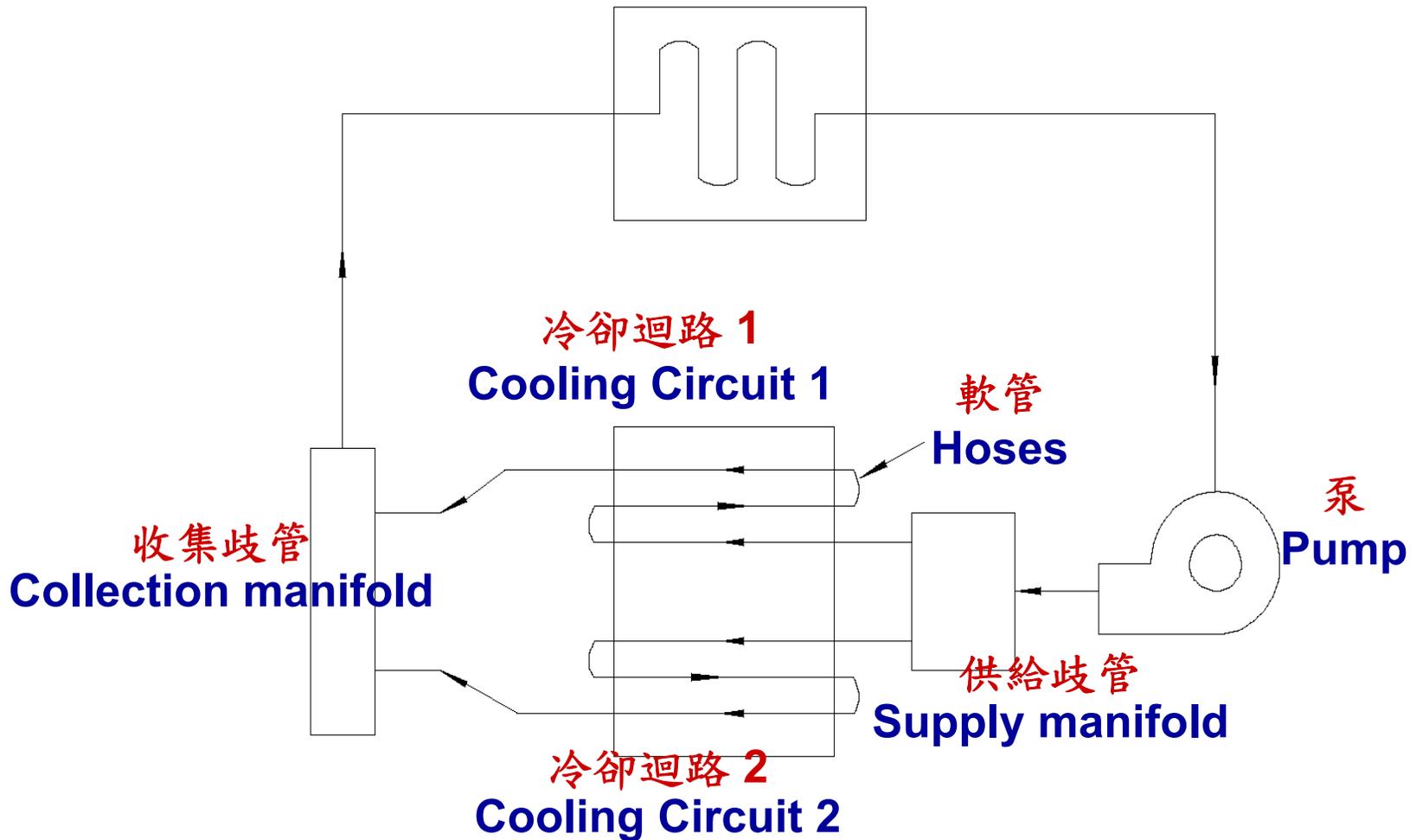
# 冷卻水流速與水管直徑的關係

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

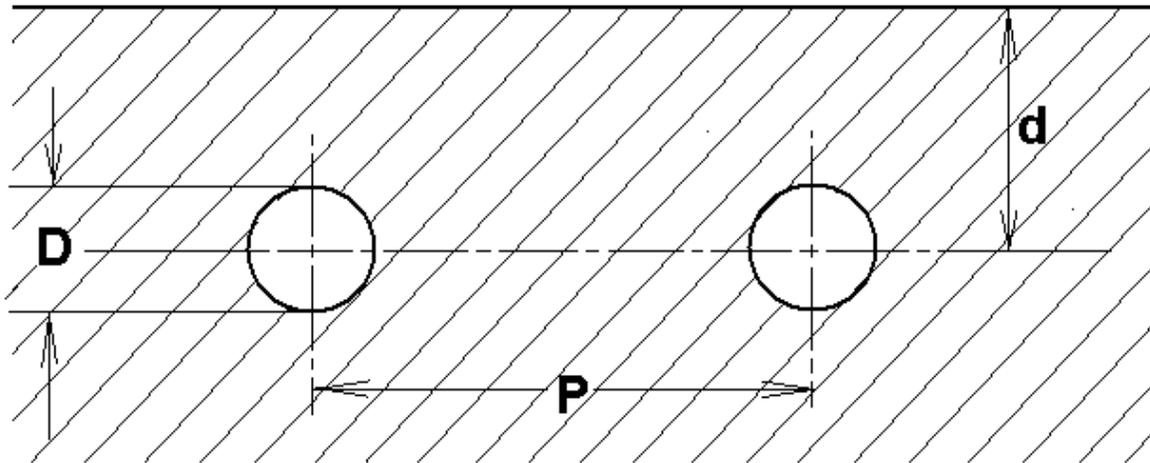
•  $Re > 10000$ ，水溫 10°C



# 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

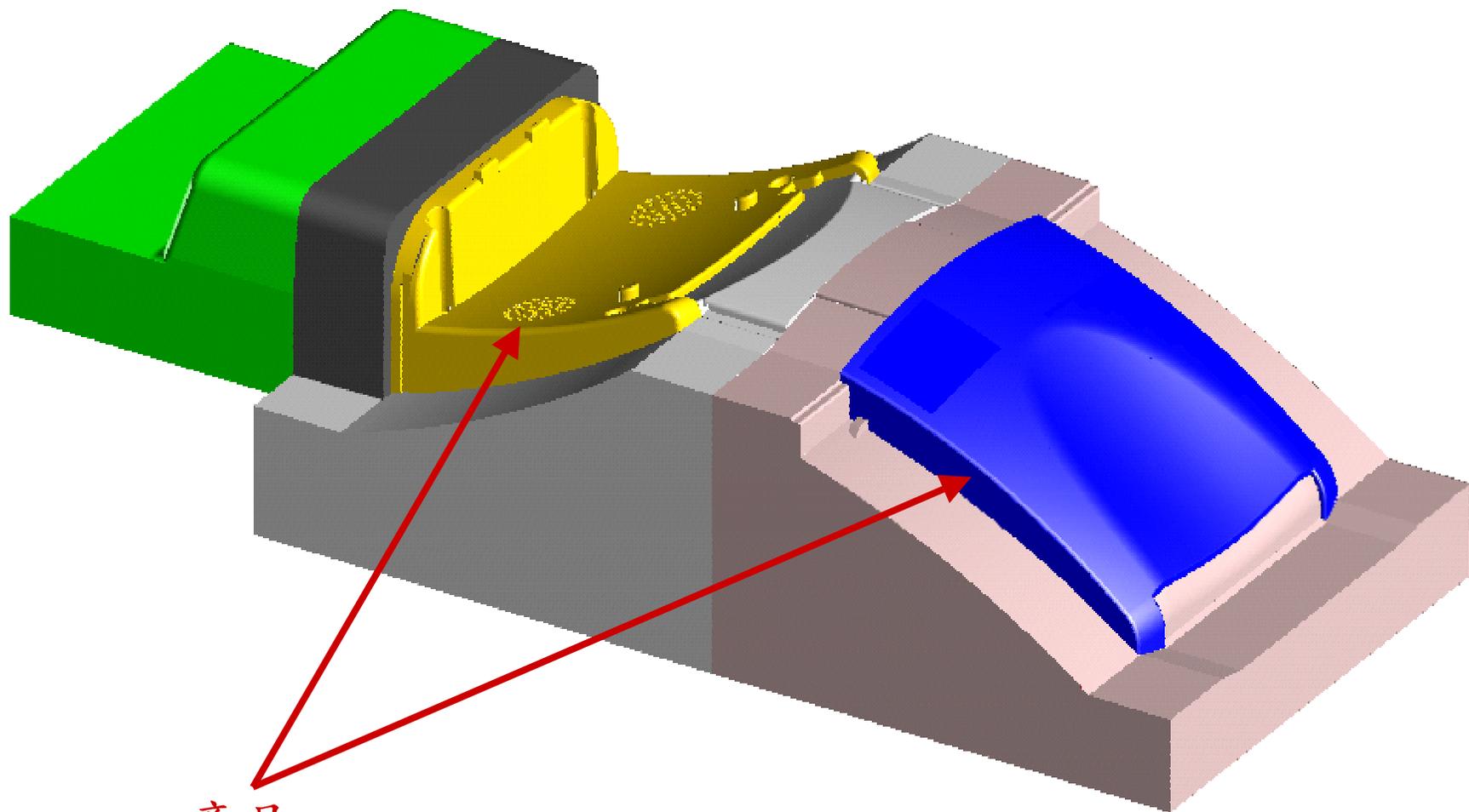
Pitch, 3D to 5D



# 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。

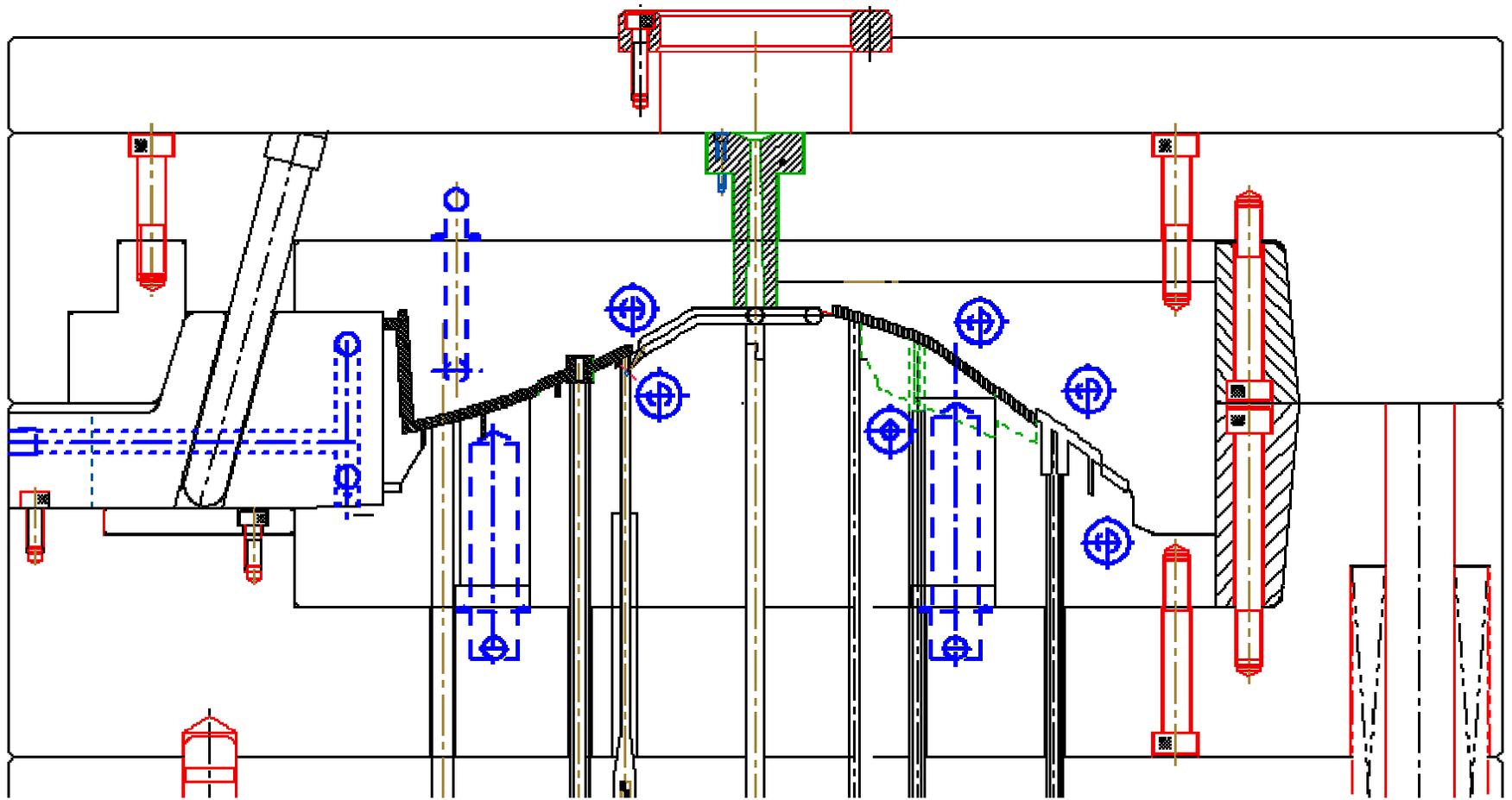
# 水路與模穴的外型盡量吻合



產品

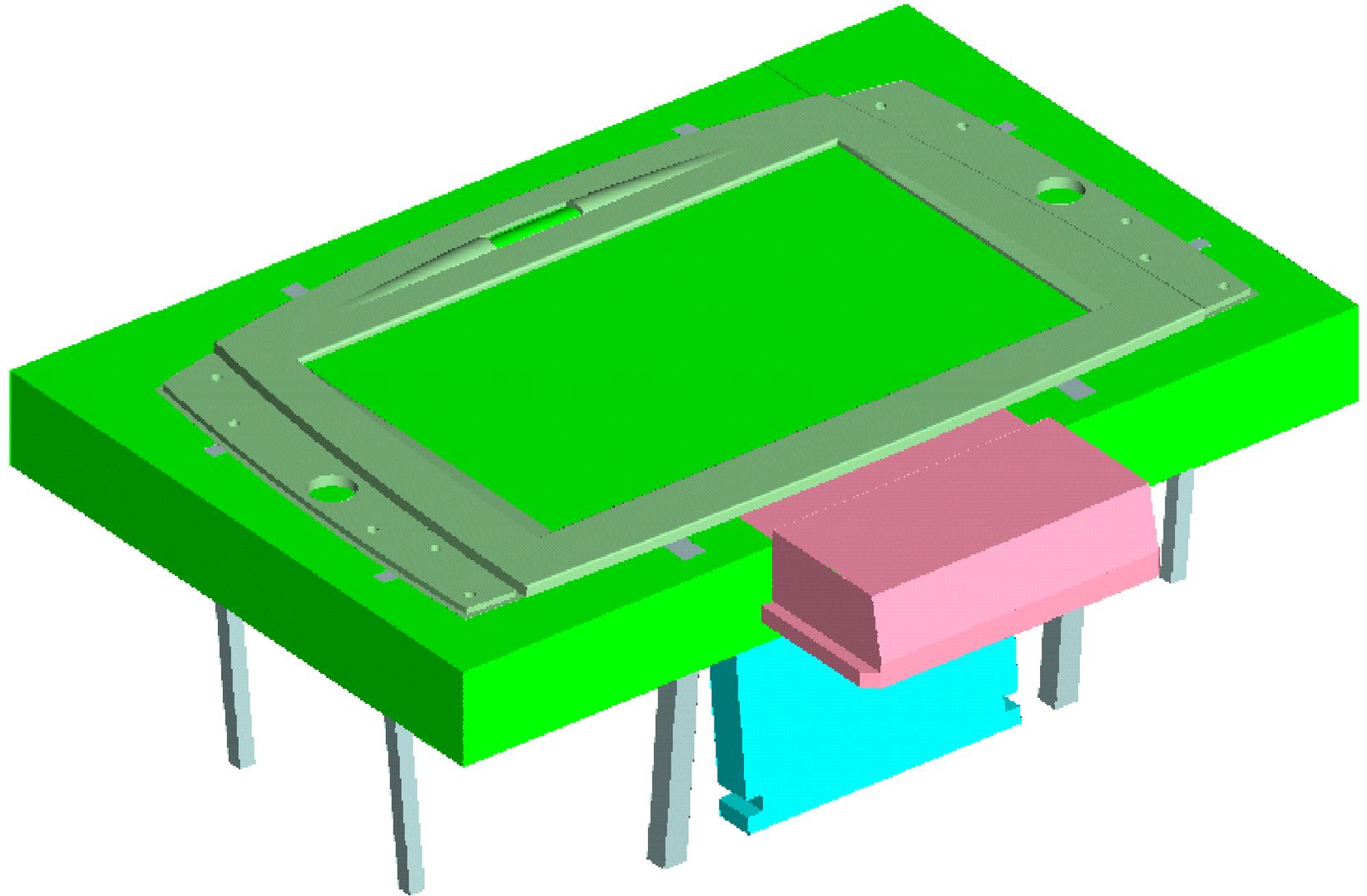


# 2D 組立圖



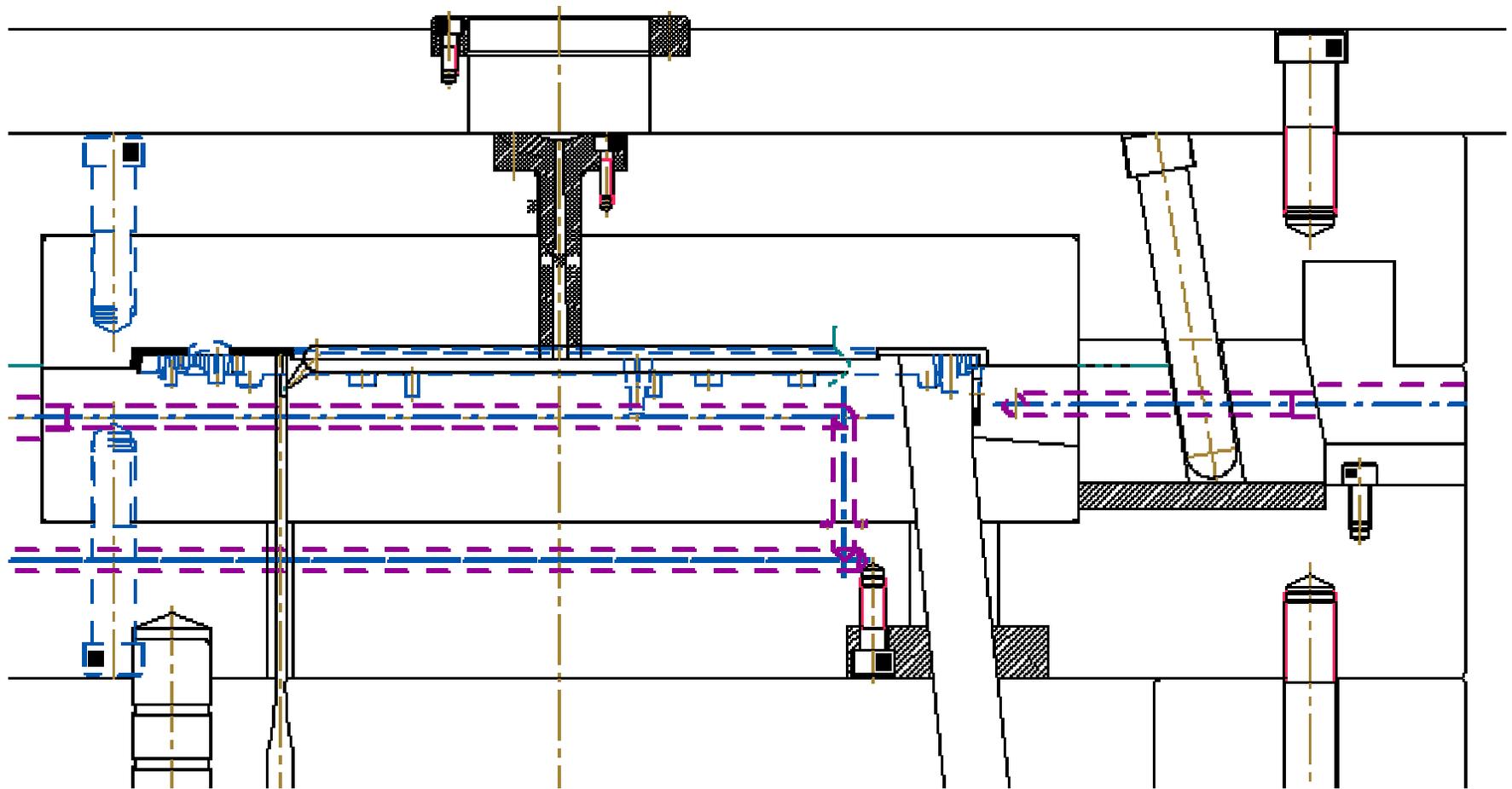


# 大型滑塊

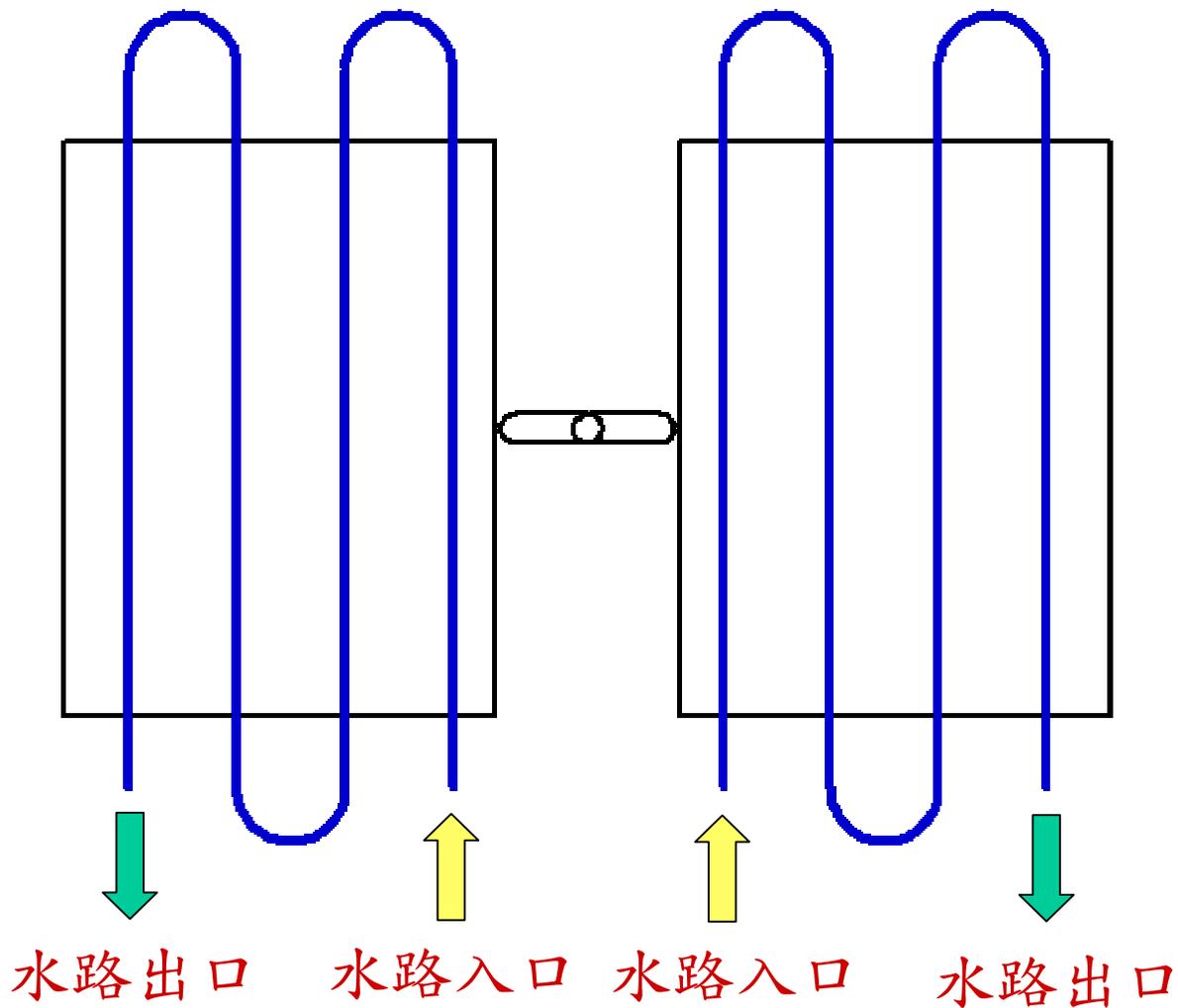




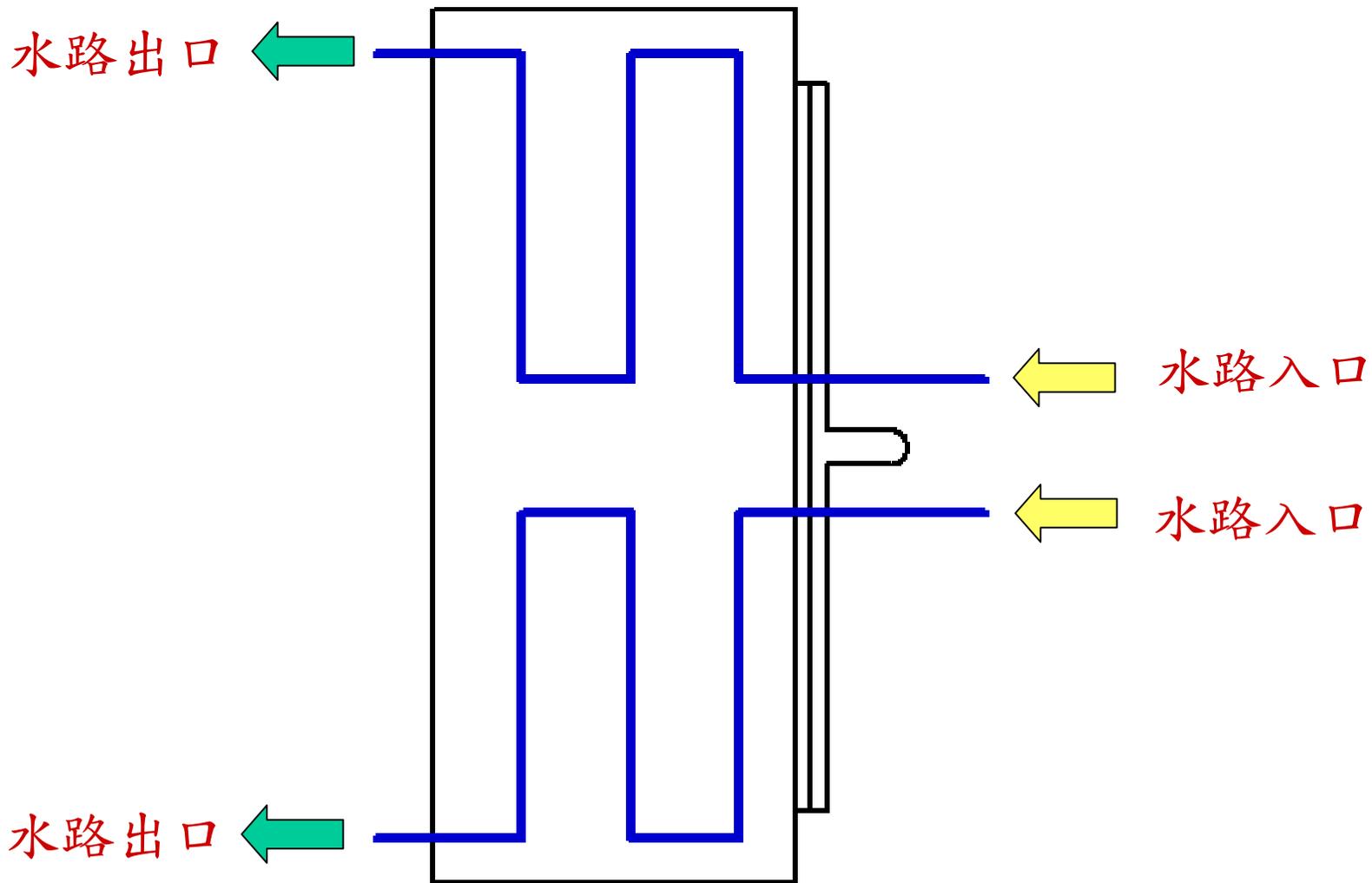
# 2D 組立圖



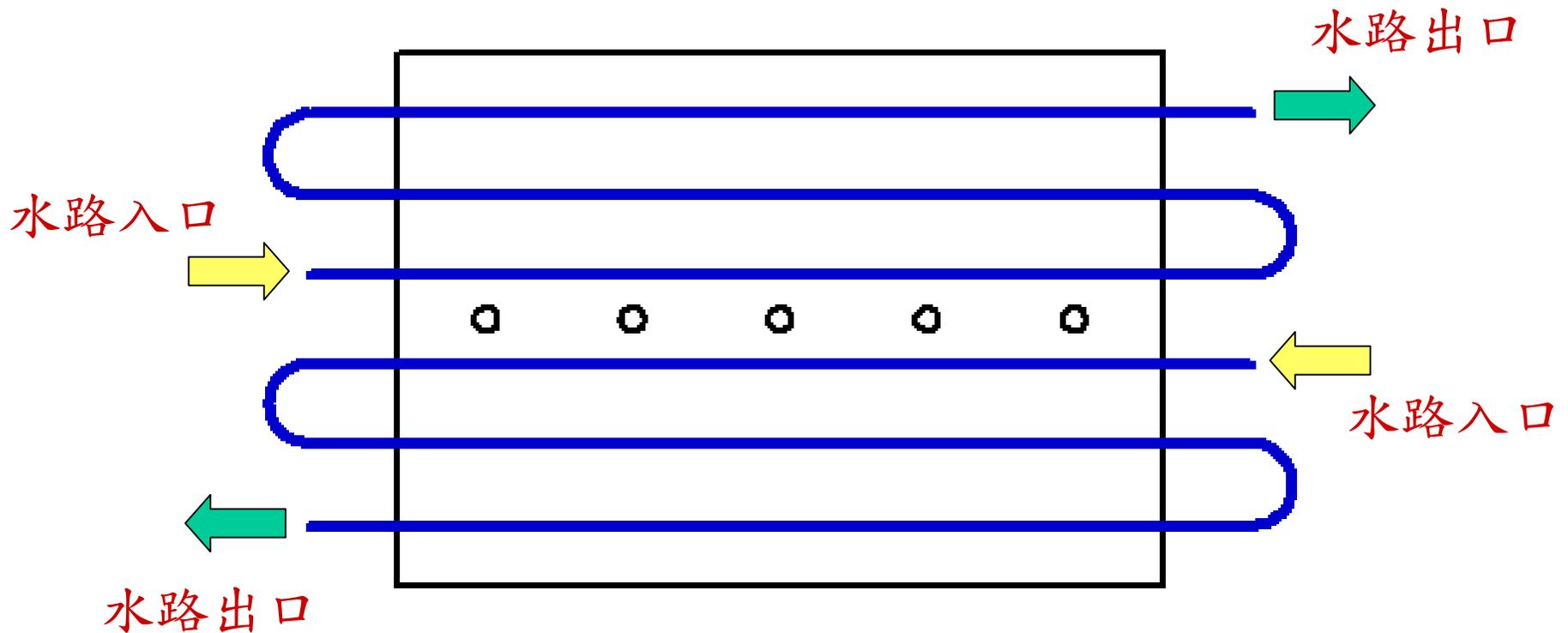
# 澆口附近加強冷卻 - 側澆口



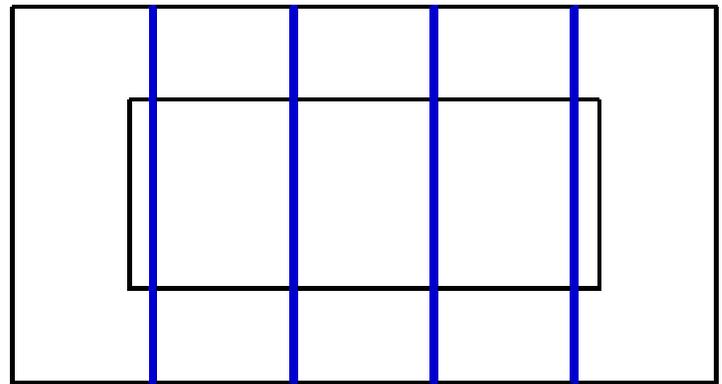
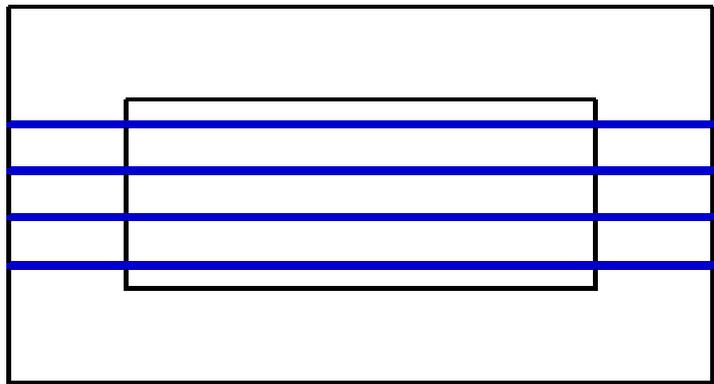
# 澆口附近加強冷卻 - 薄膜澆口



# 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 $5^{\circ}\text{C}$ 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。

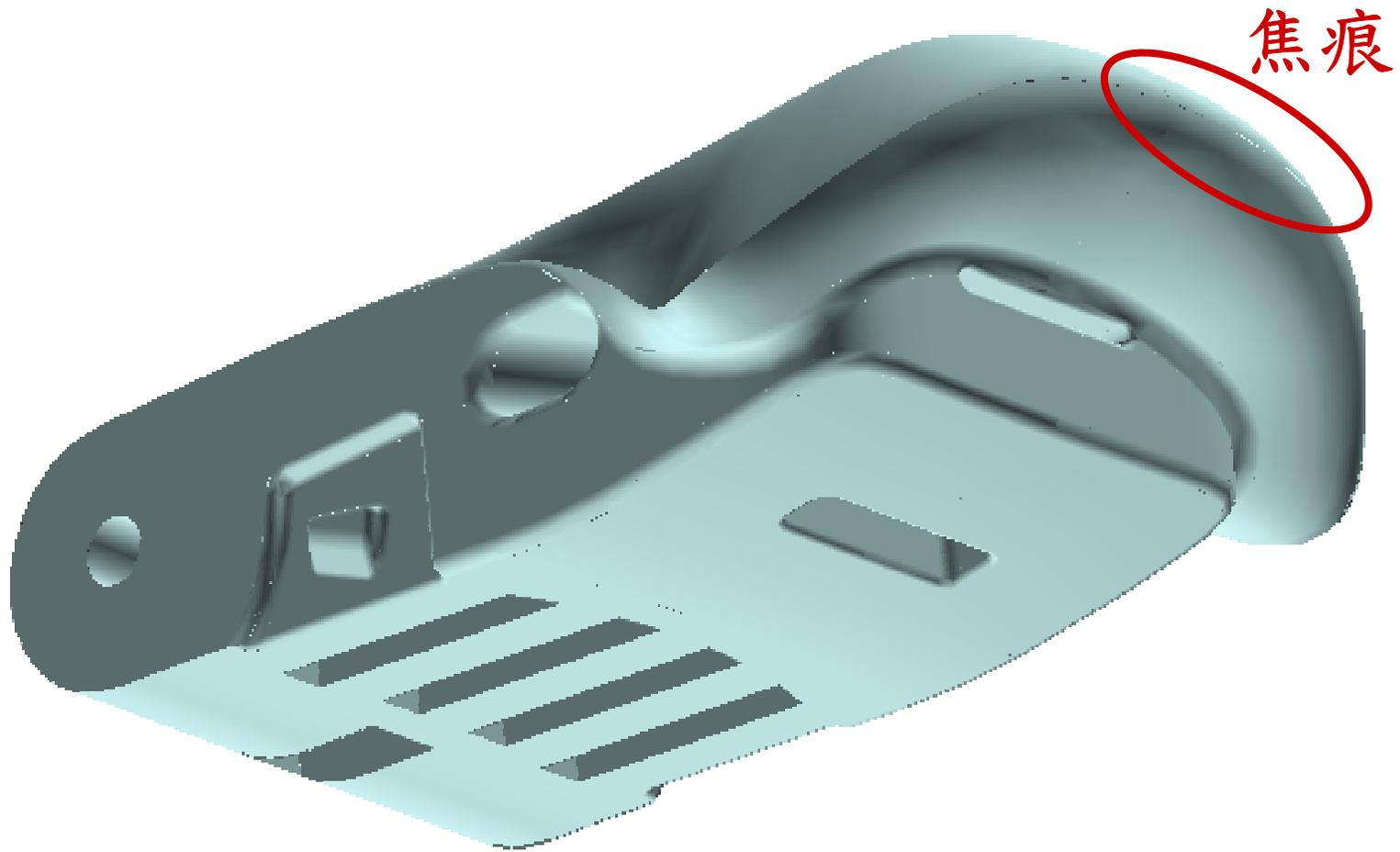


# 滑雪靴扣件設計



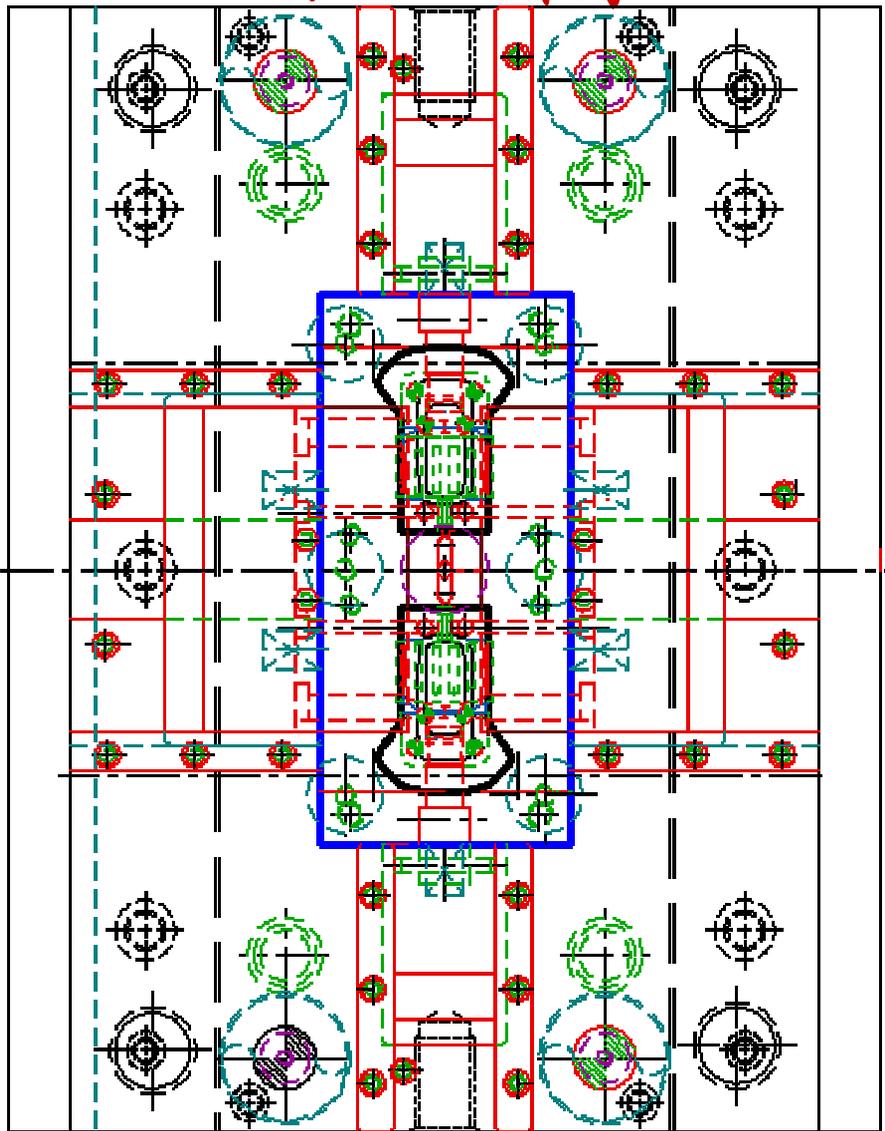


# 問題點



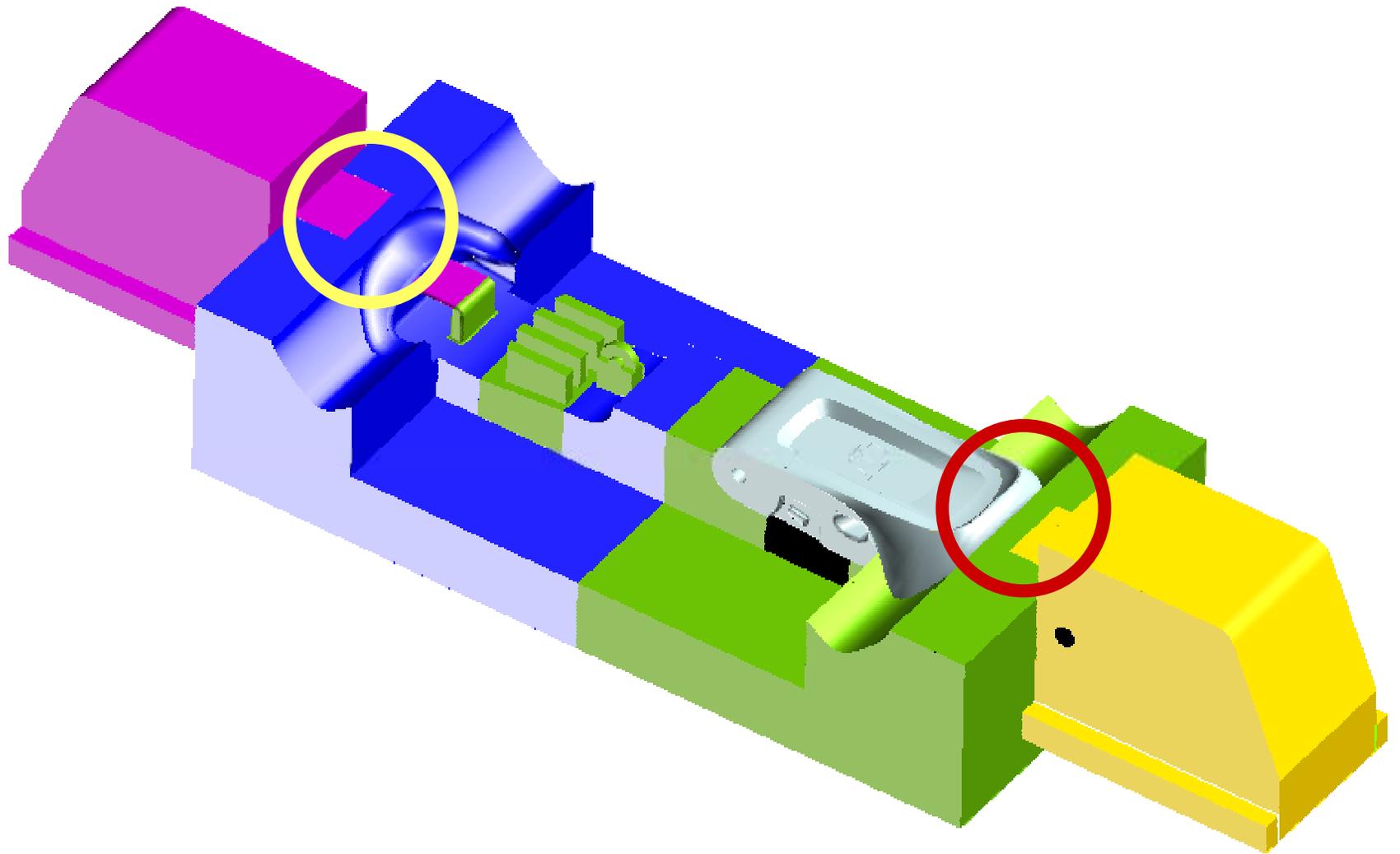


# 組立圖



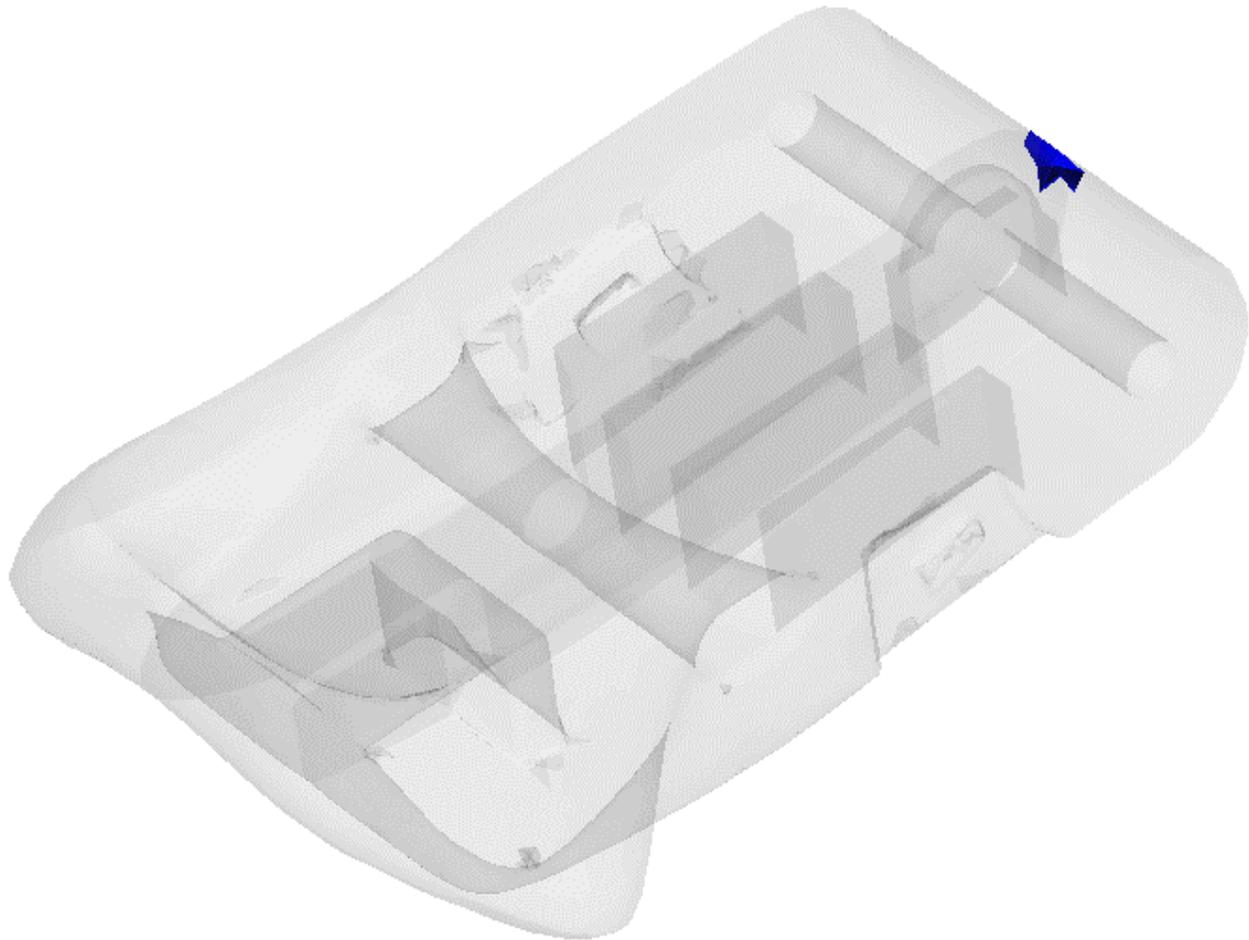


# 模仁配置





# 3D 充填模式



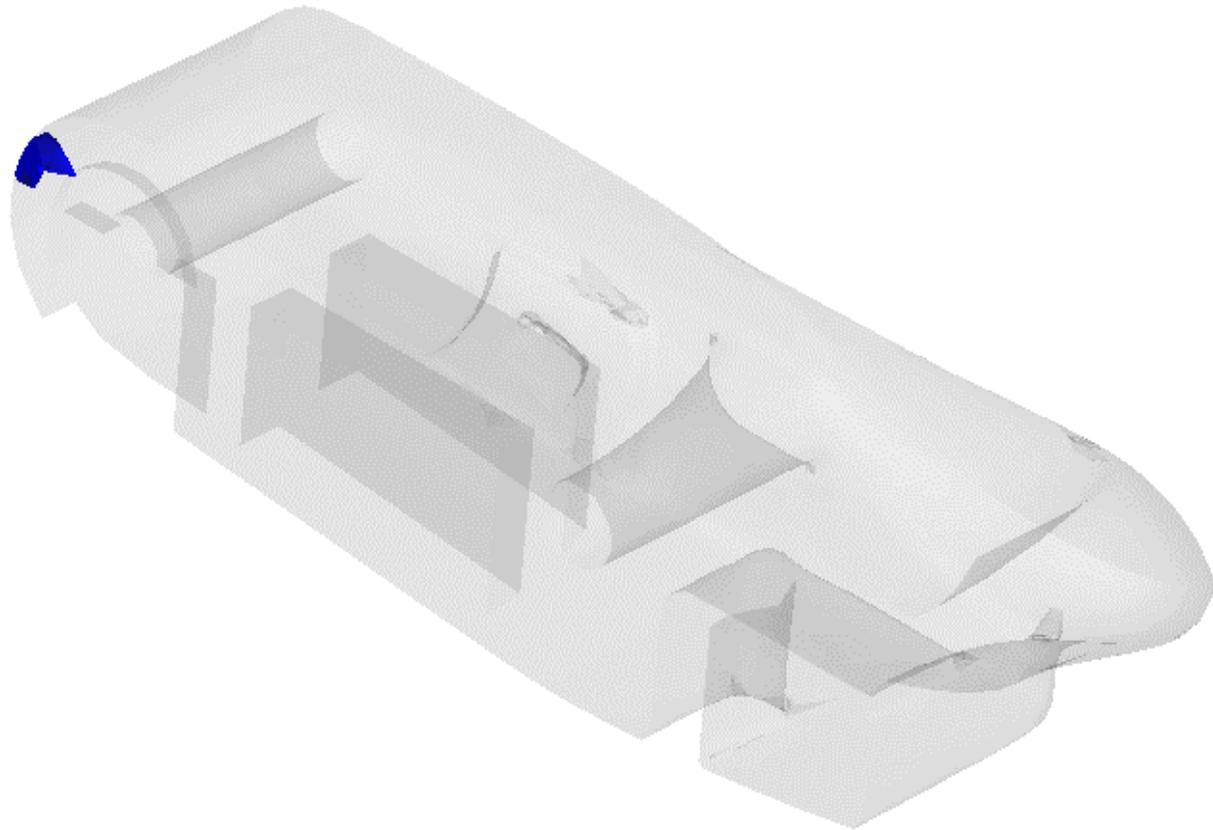
*MoldFlow*



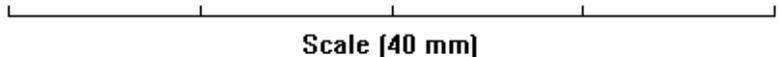
Scale (40 mm)



# Y-Z 剖面



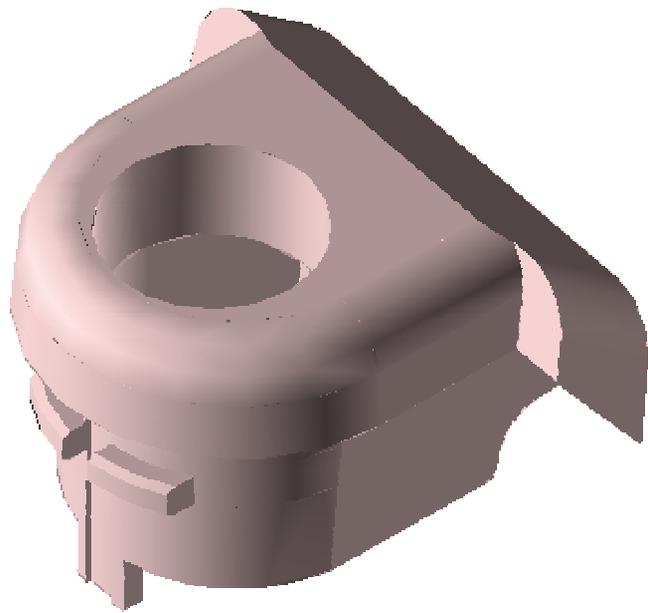
*MoldFlow*



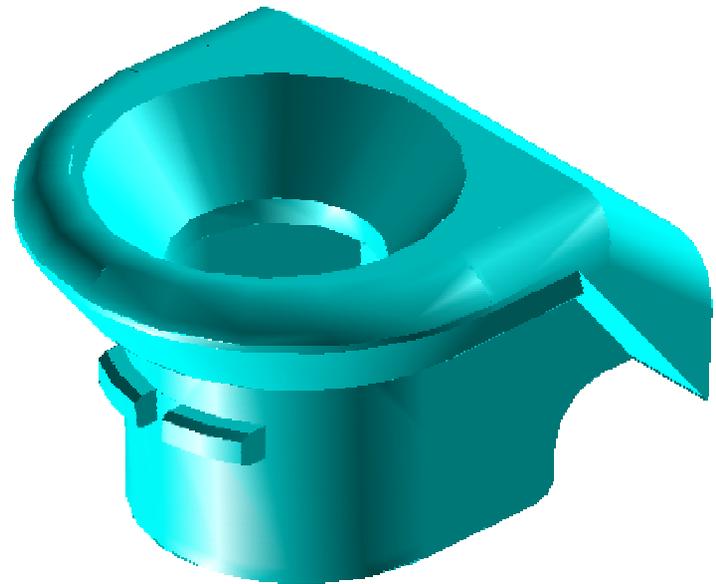
Scale [40 mm]



# 造型對排氣的影響



原始設計

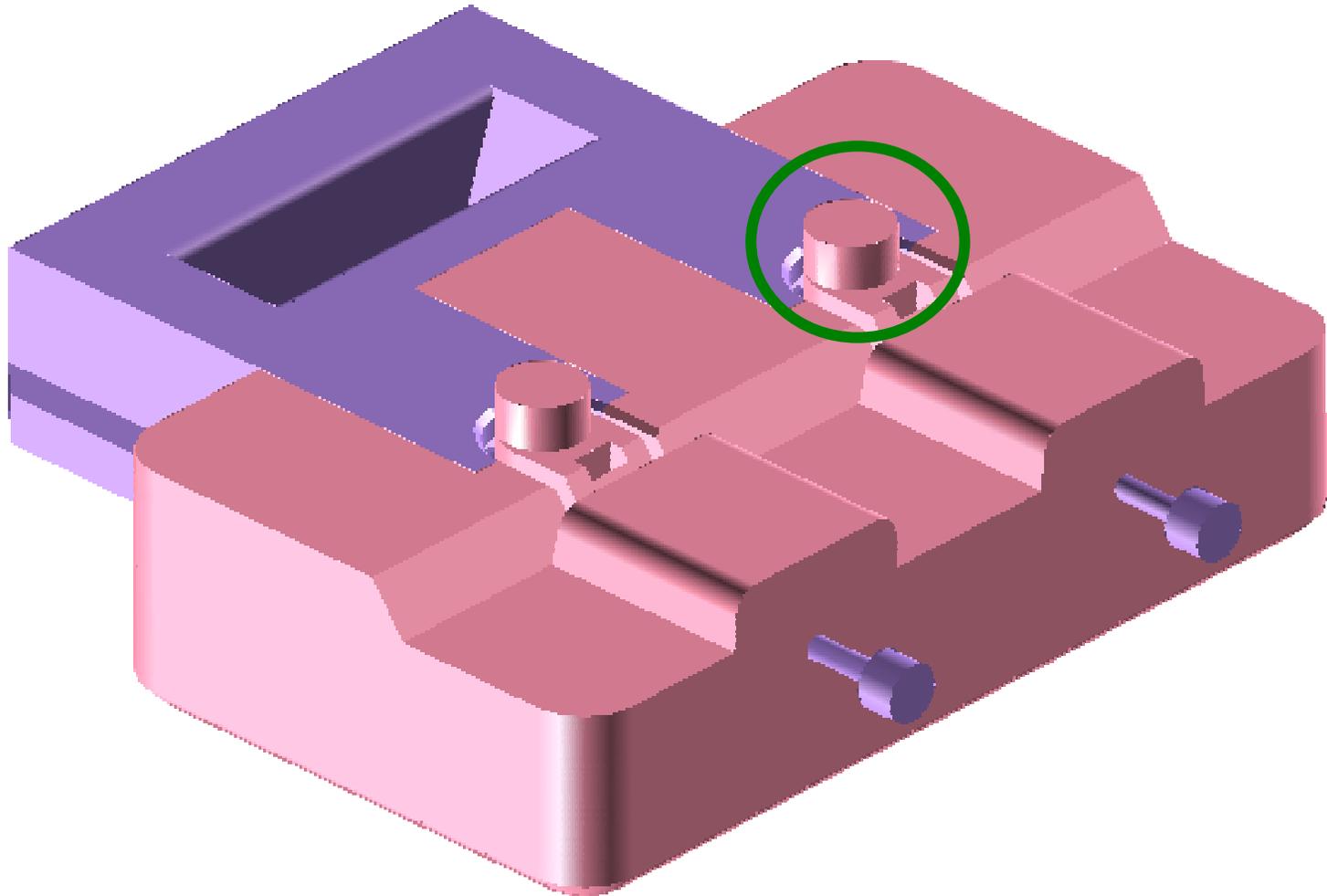


修正設計

材料：透明 PC

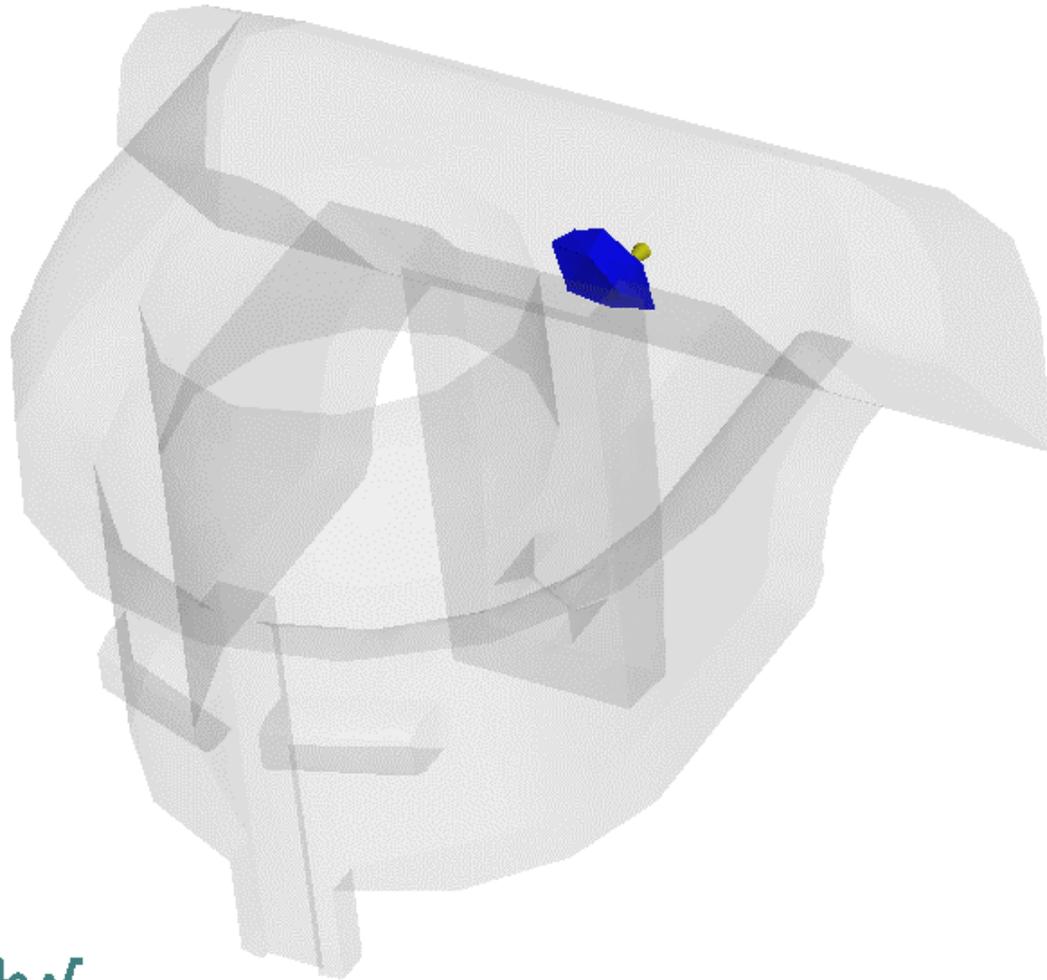


# 原始設計





# 3D 充填模式

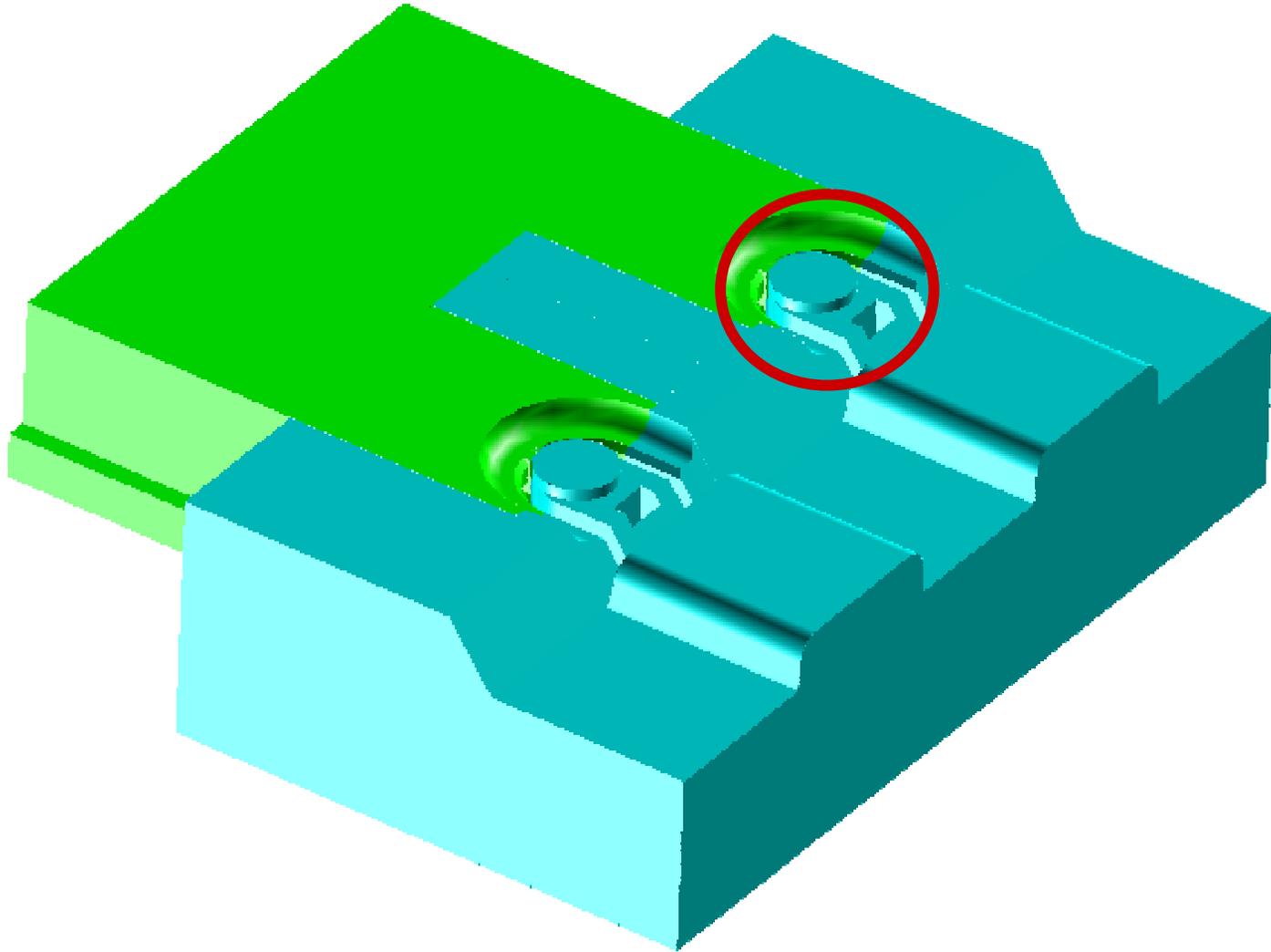


Scale (10 mm)

moldflow

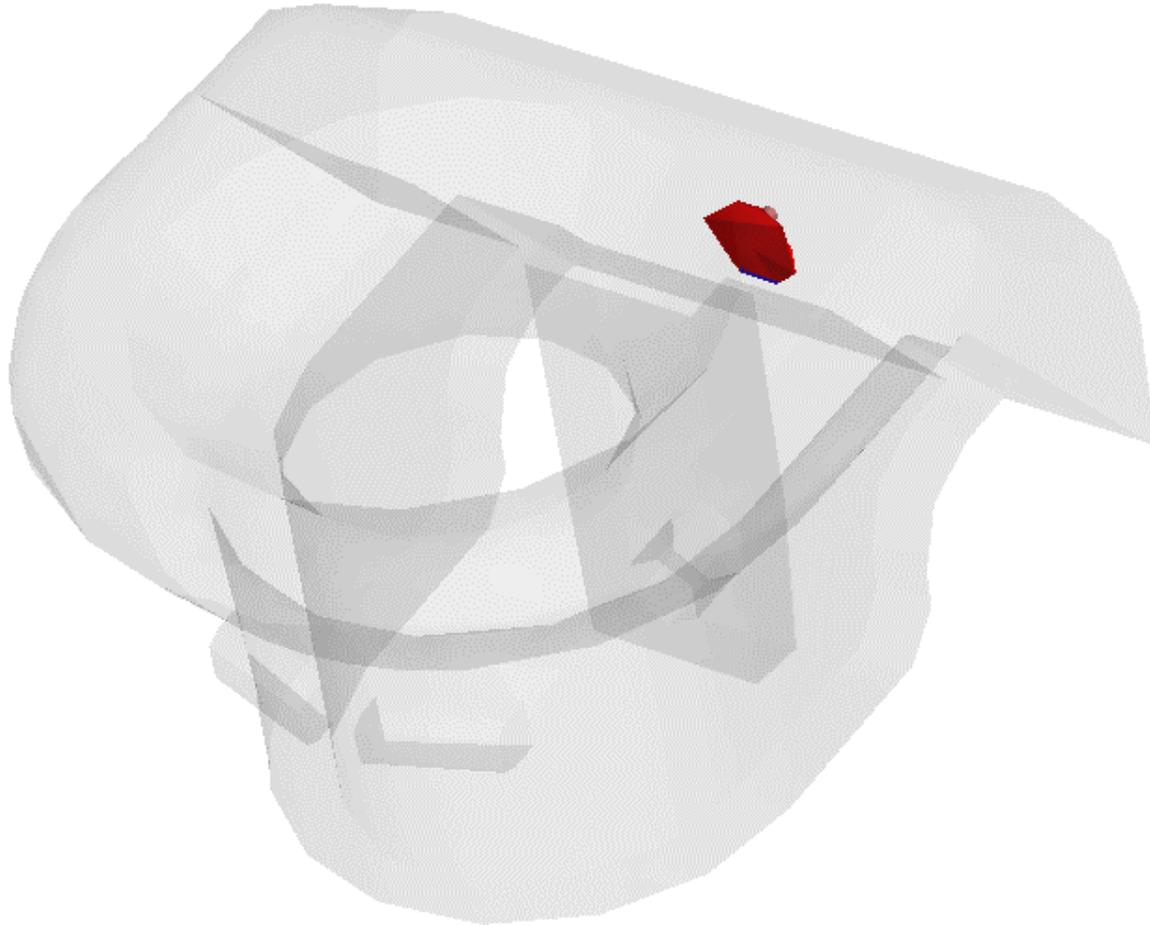


# 修正設計





# 3D 充填模式



moldflow

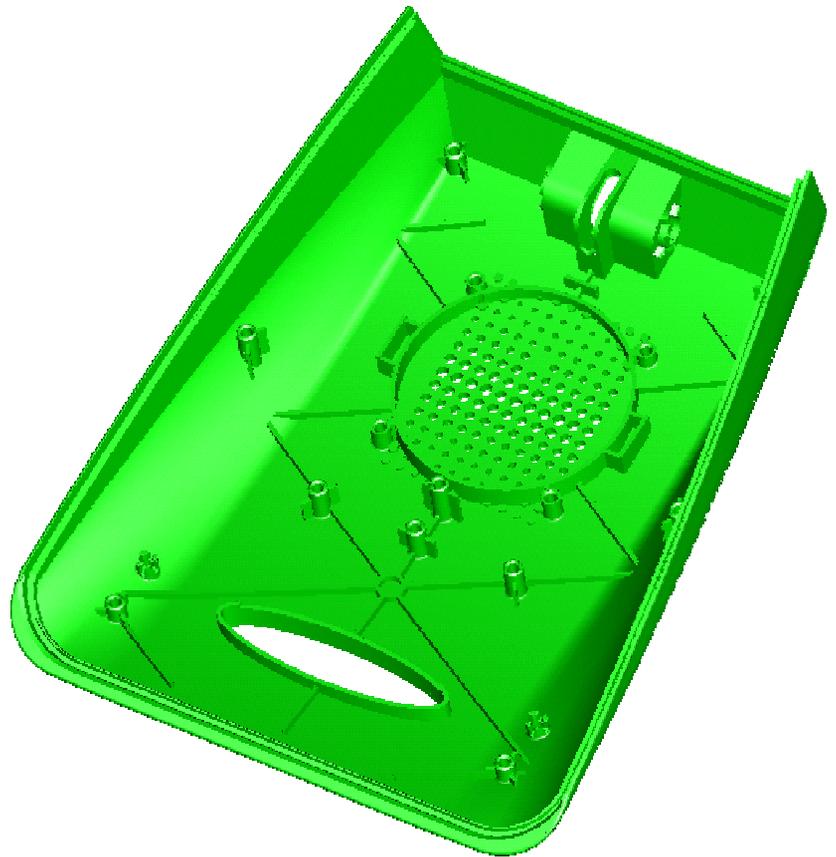
Scale (10 mm)

# 利用澆口尺寸控制排氣位置





# 3D Model



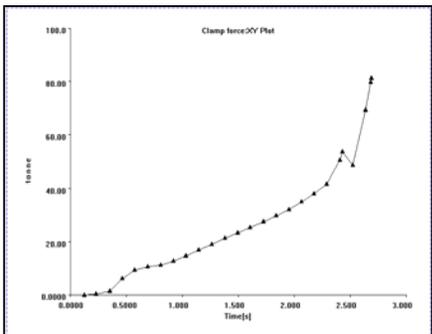
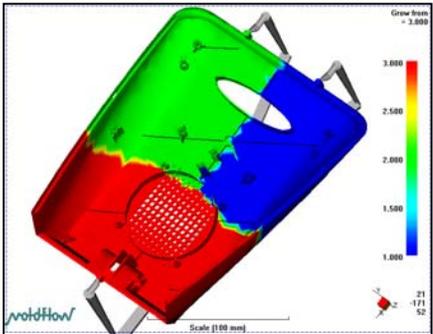
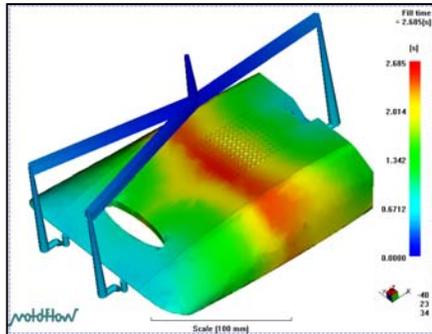
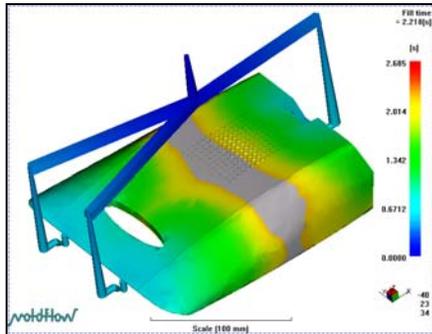
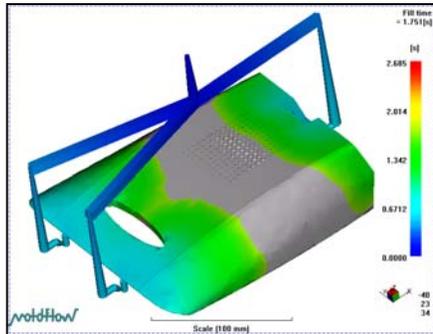
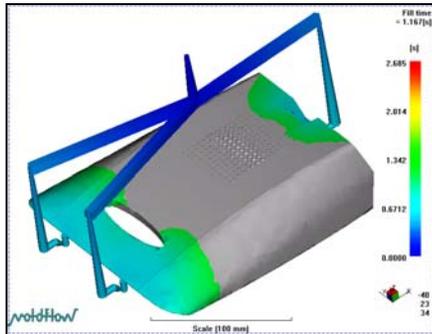
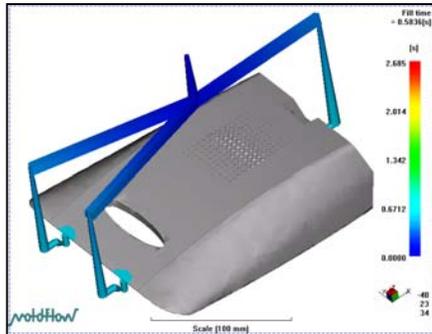


# 流道配置與充填模式



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？

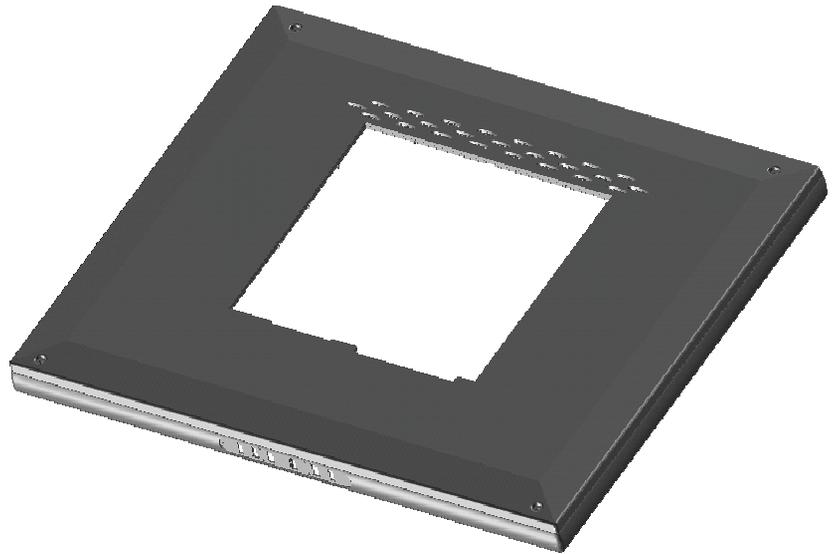


# 頂針的規格

- 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。

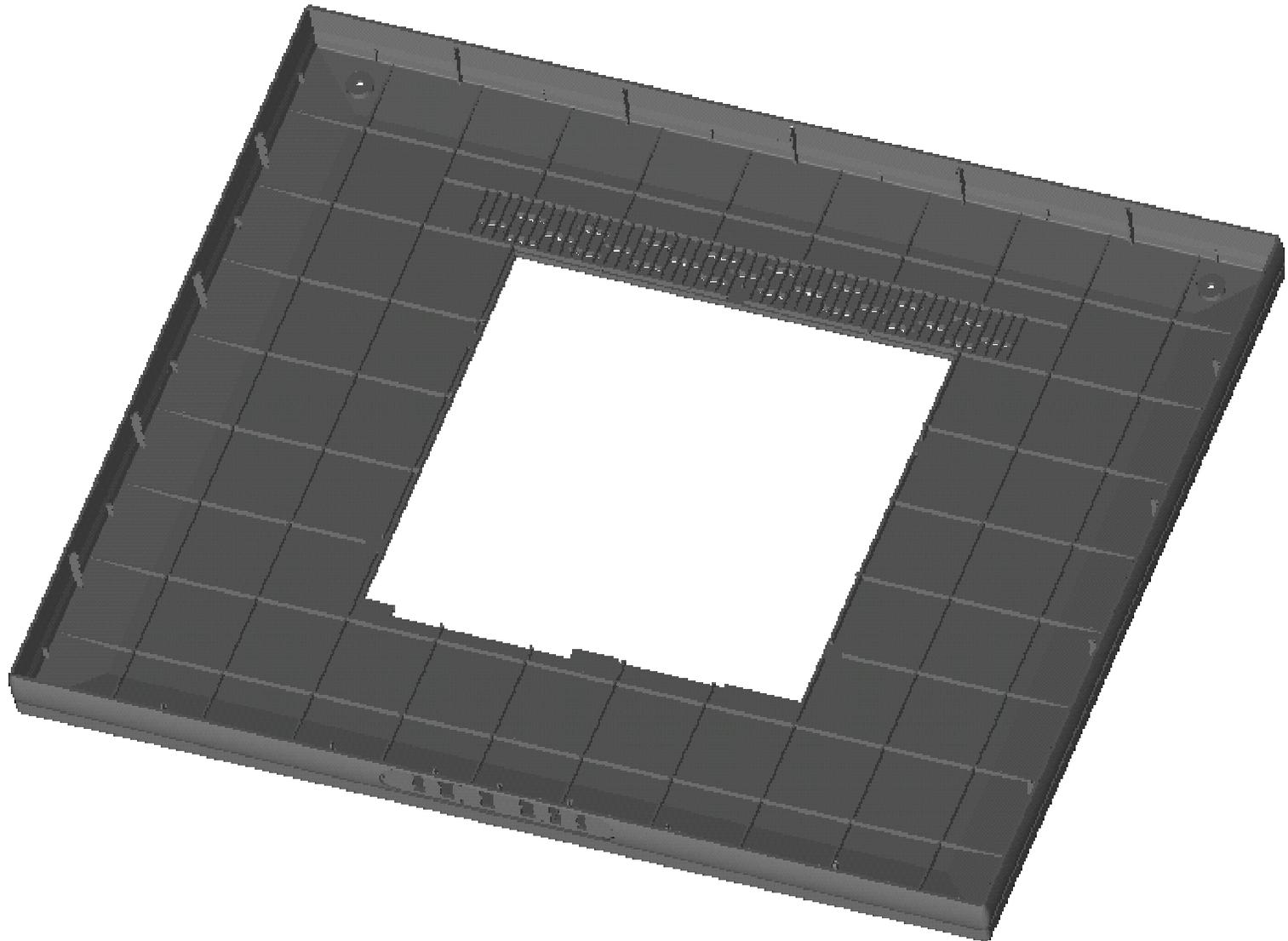


# TFT LCD 螢幕後殼

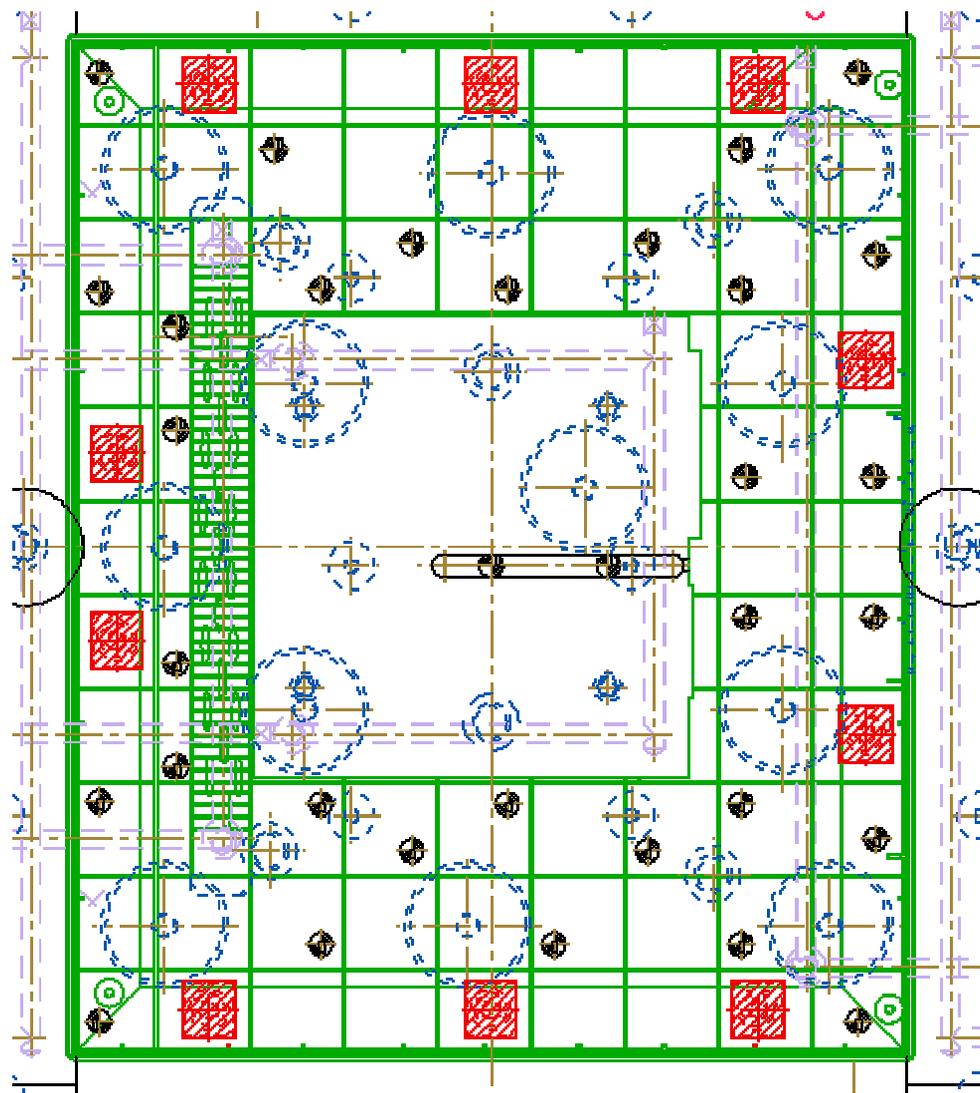




# 產品公模側

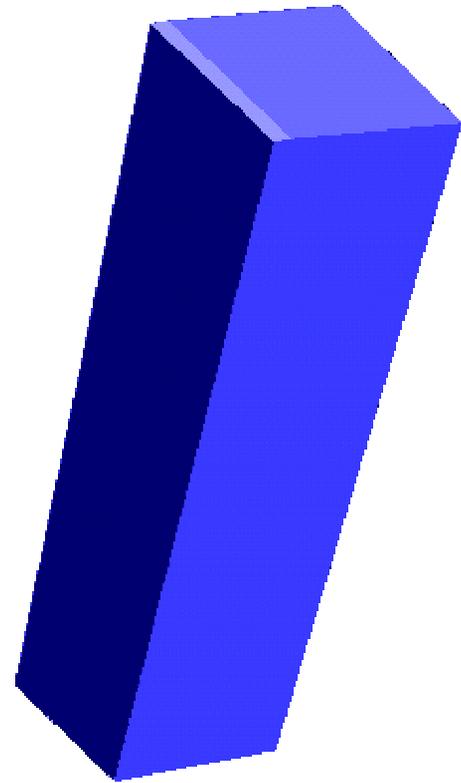
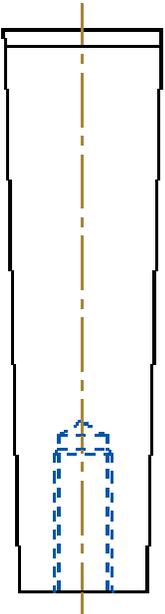
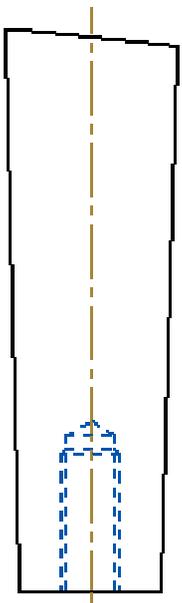
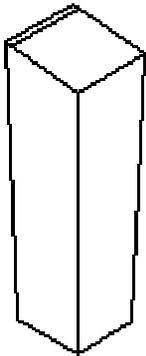
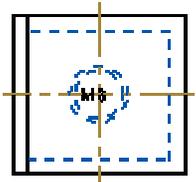


# 組立圖 (公模側)



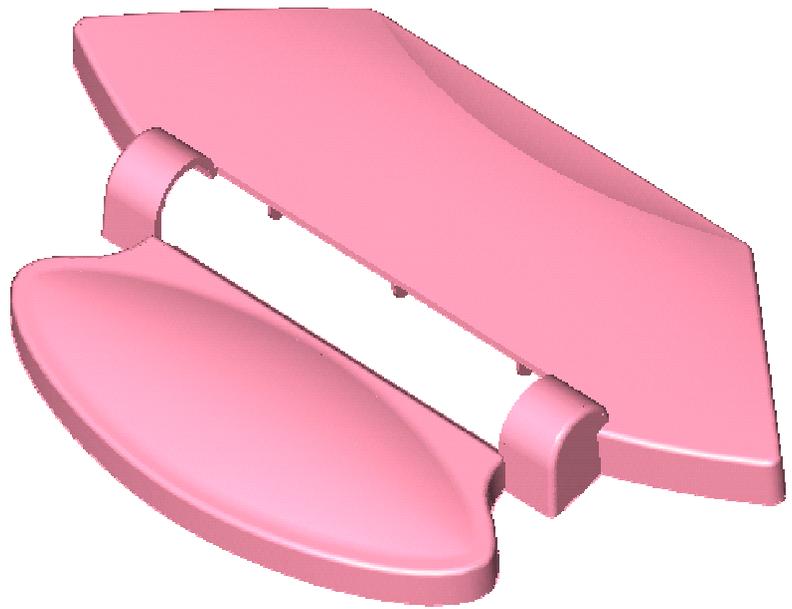


# 頂出塊

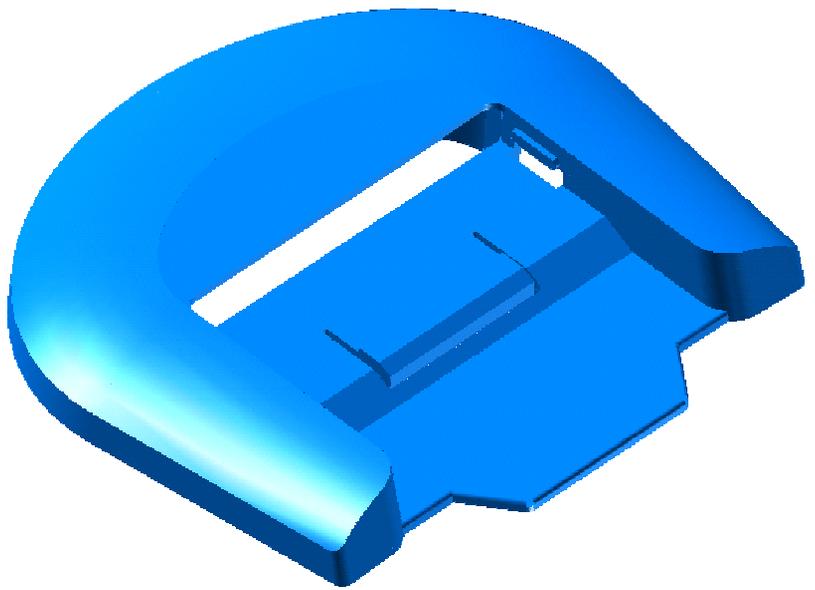




# LCD 底座頂出系統的設計比較



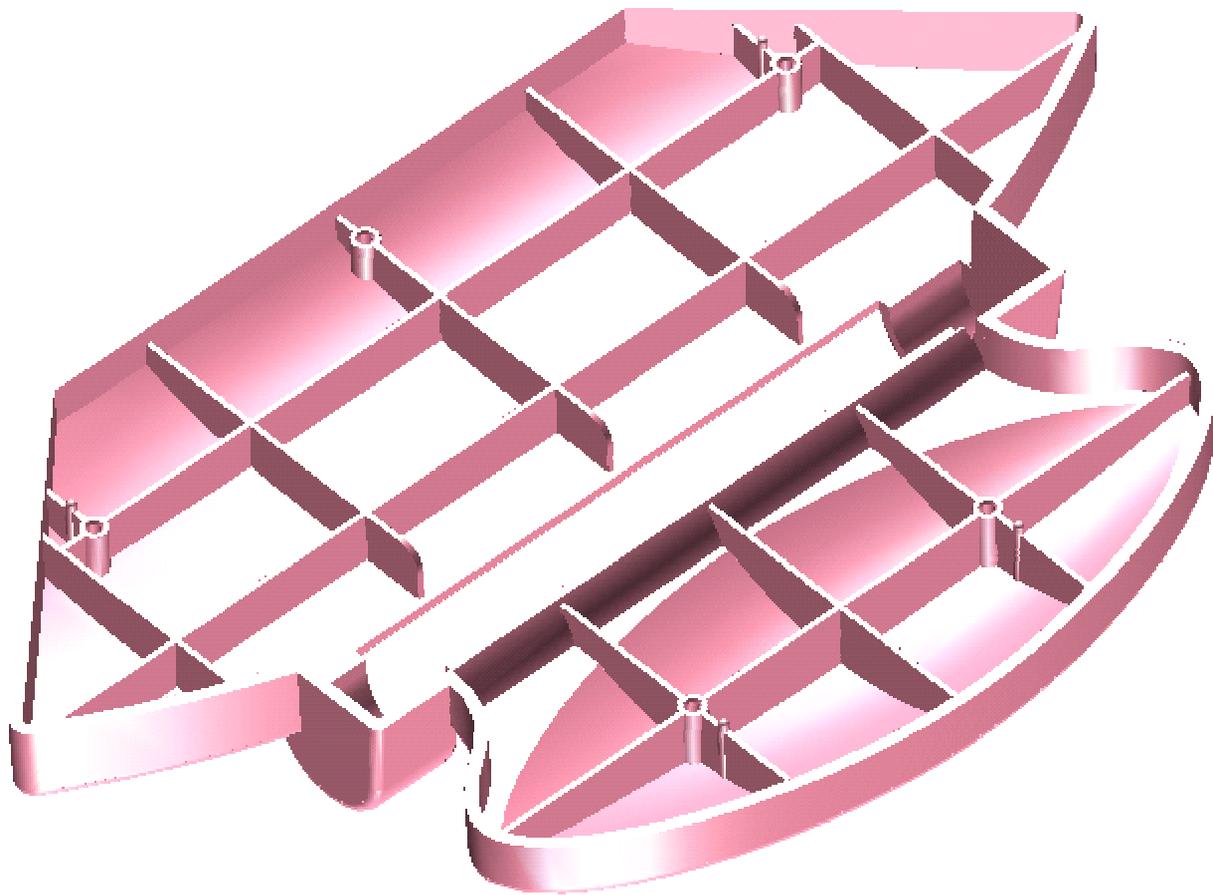
產品一



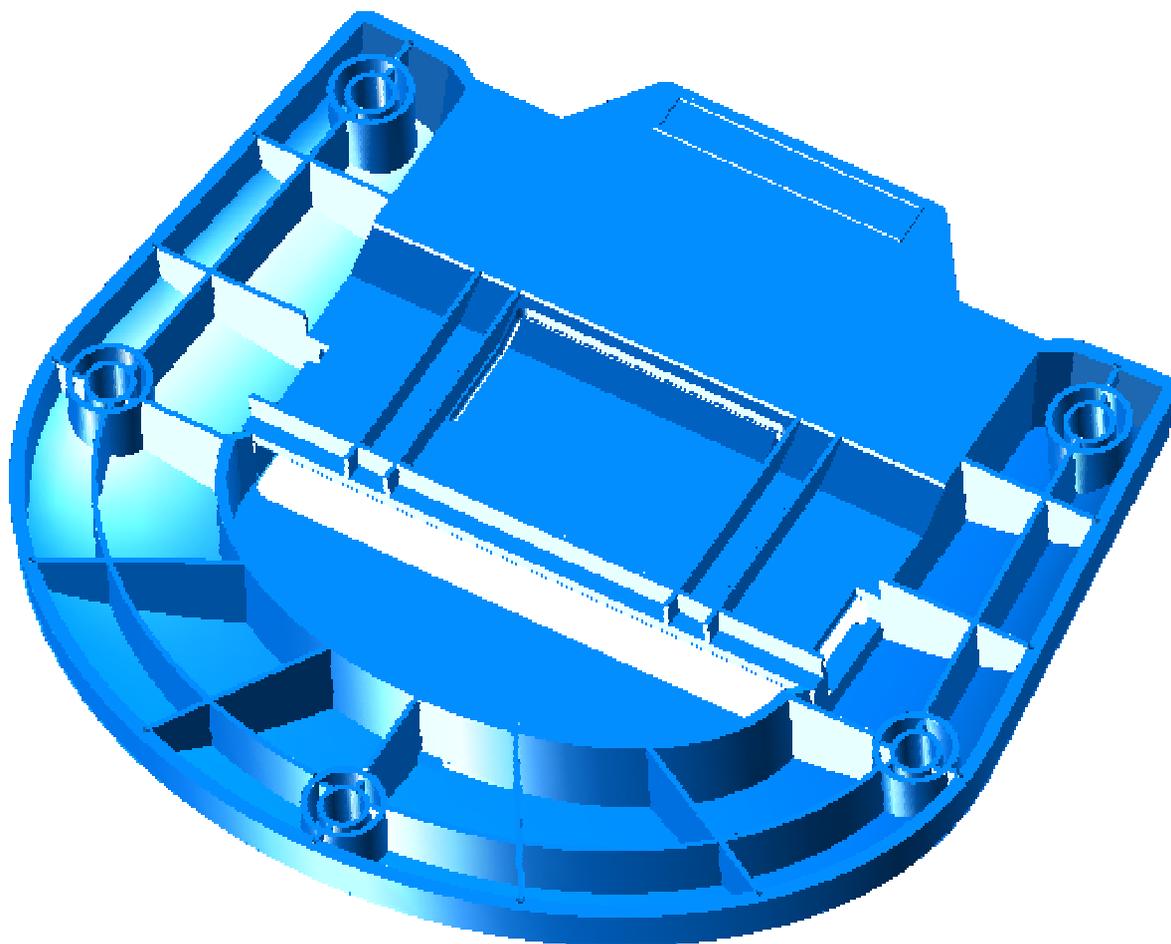
產品二



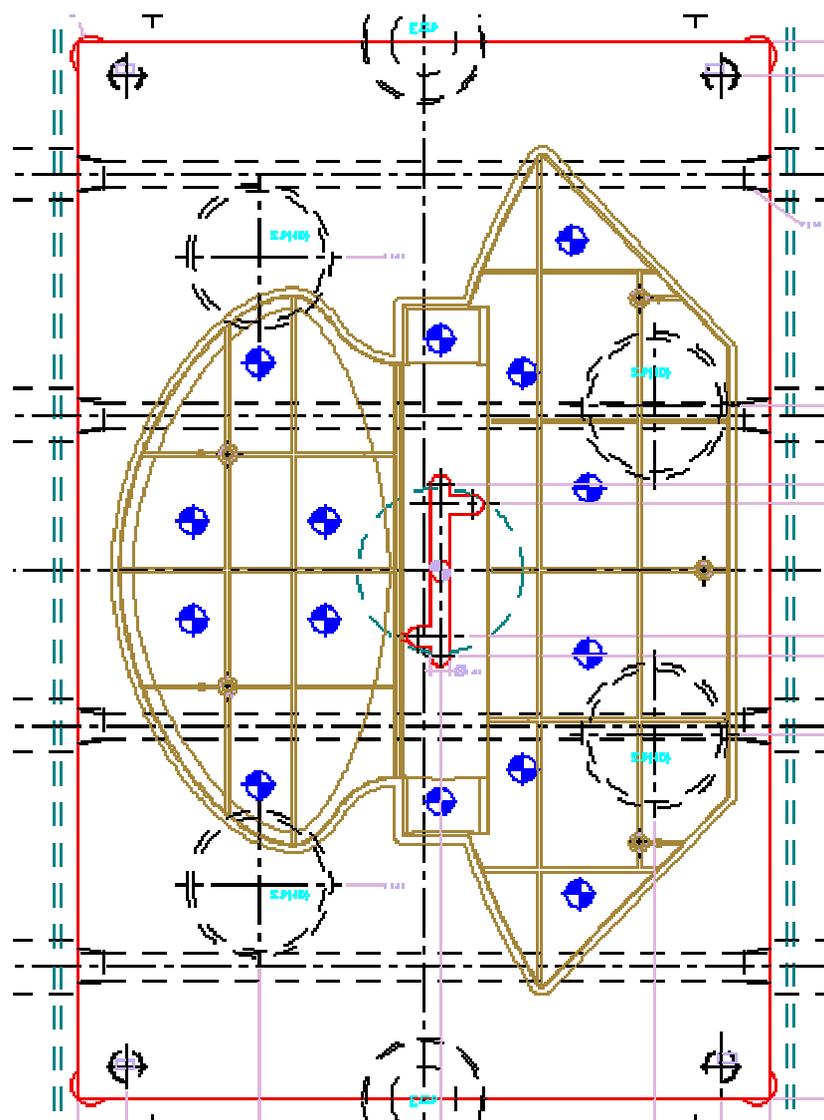
# 產品一的公模側



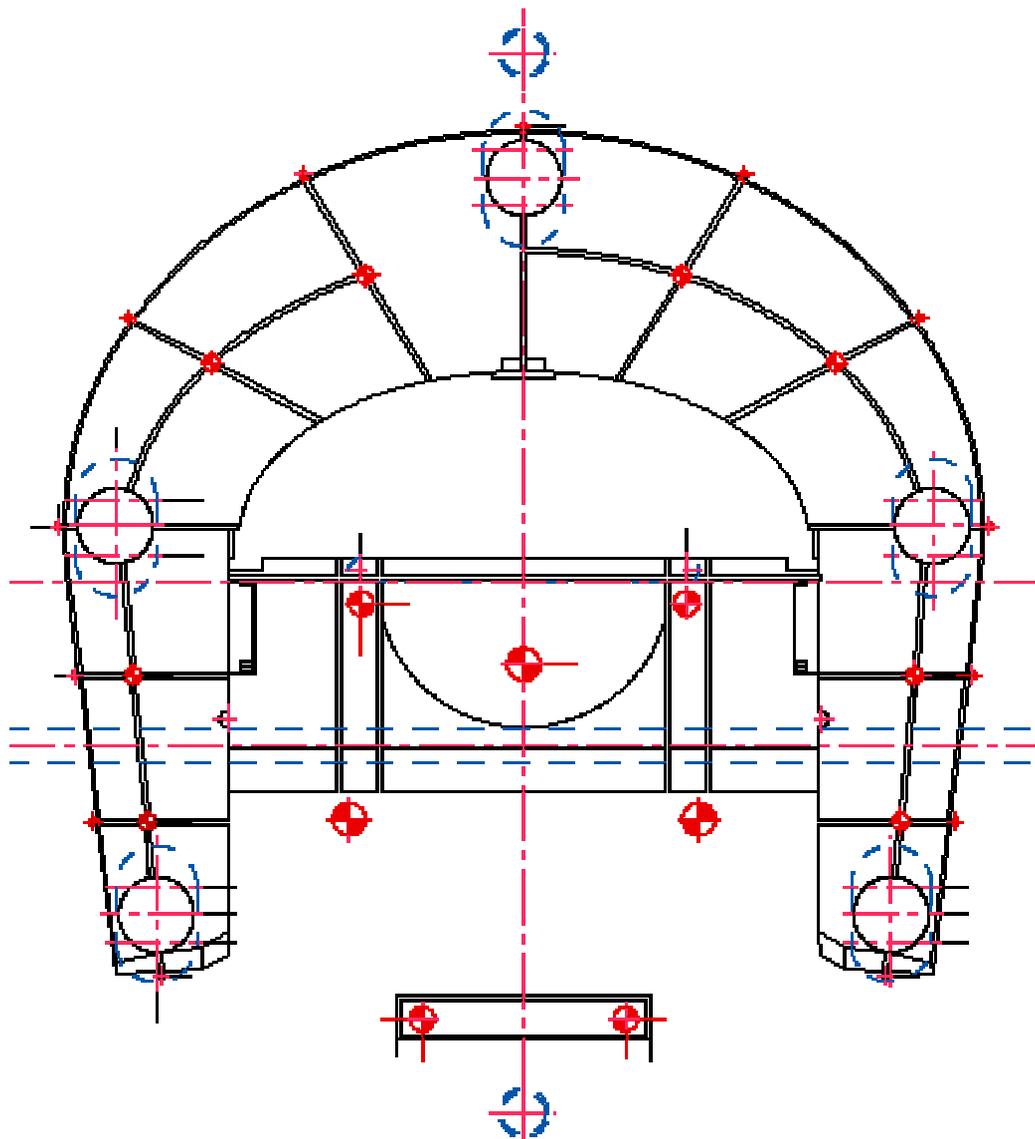
# 產品二的公模側



# 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

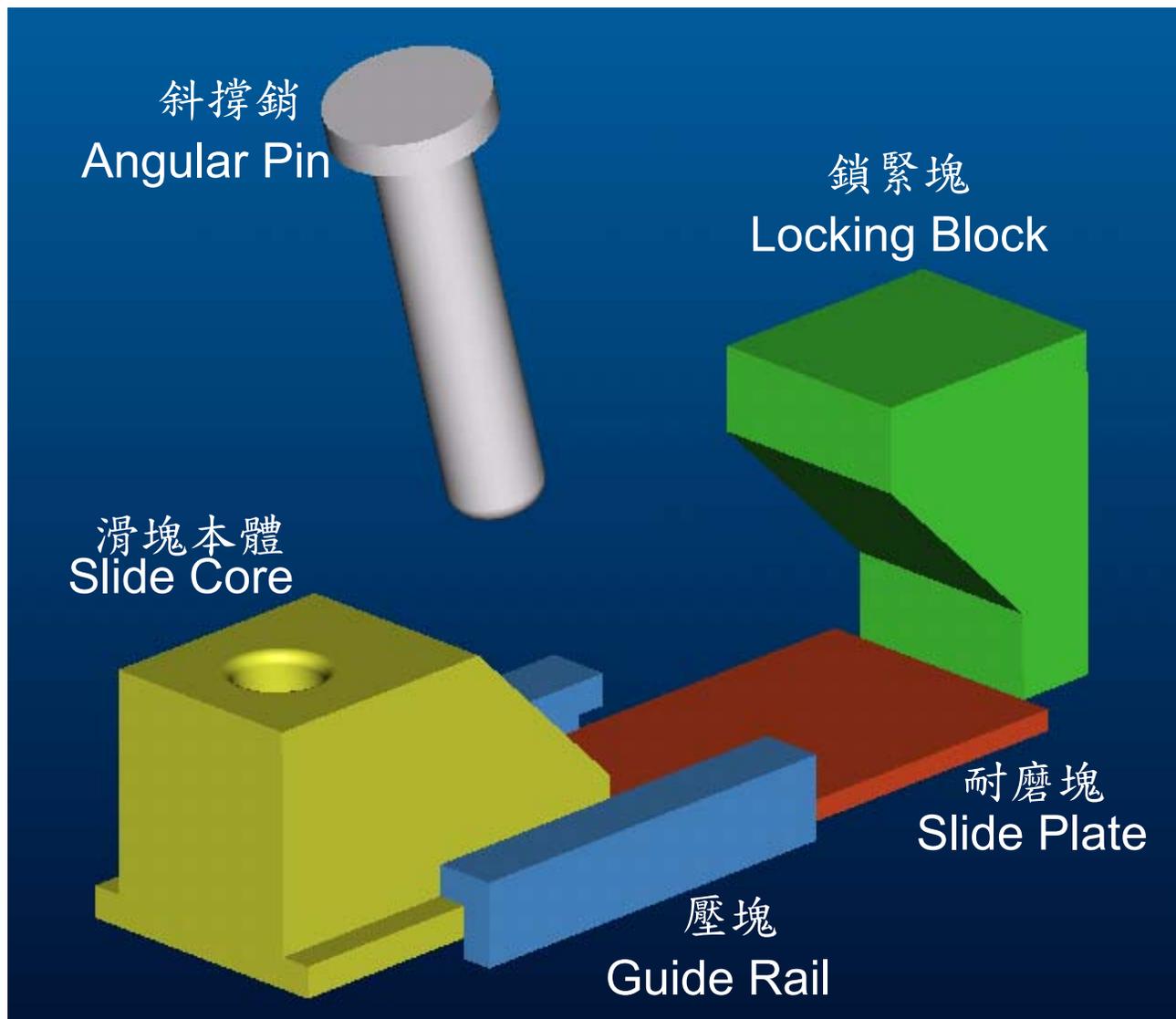


# 滑塊

- 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。

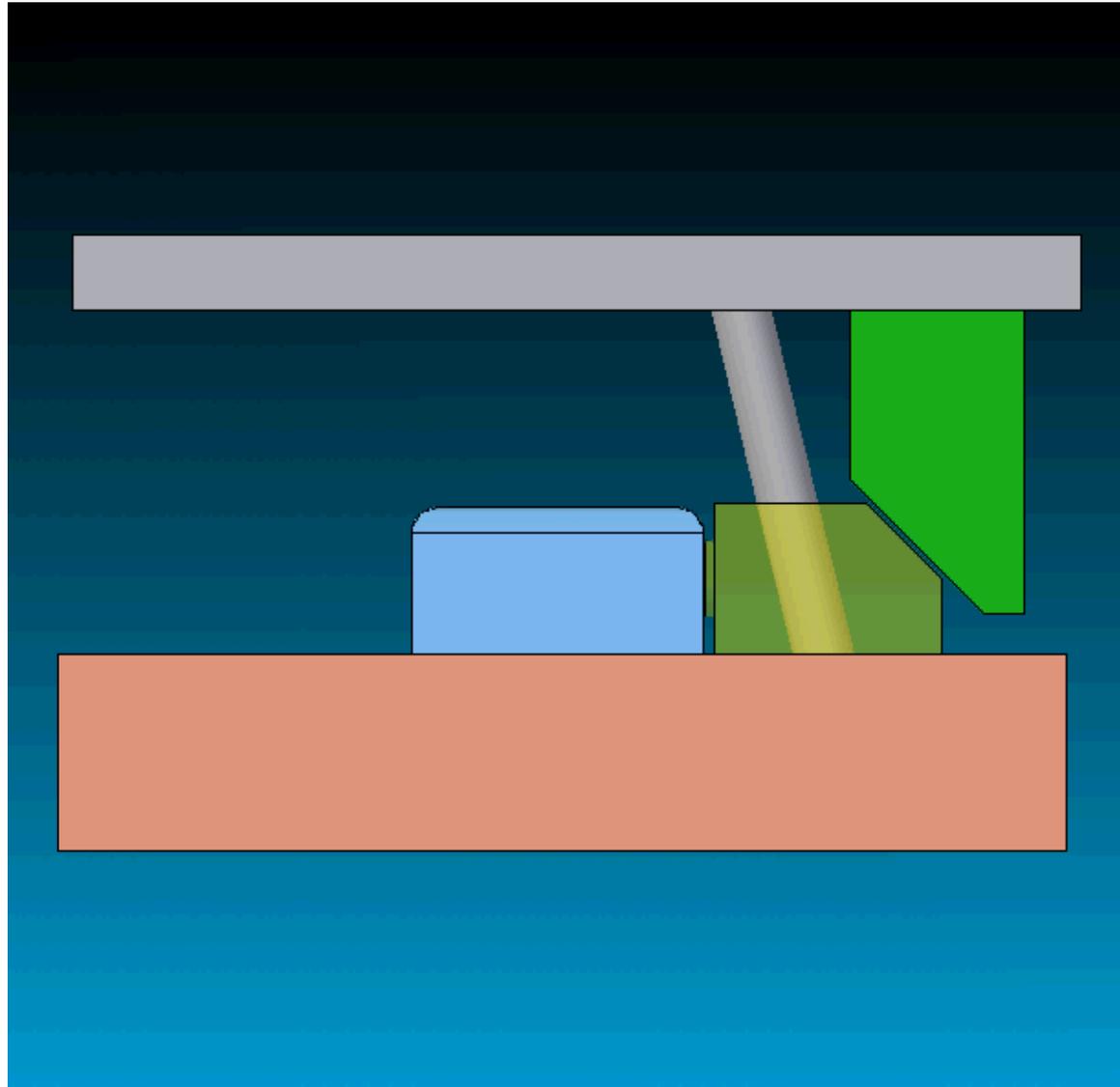


# 滑塊機構名稱



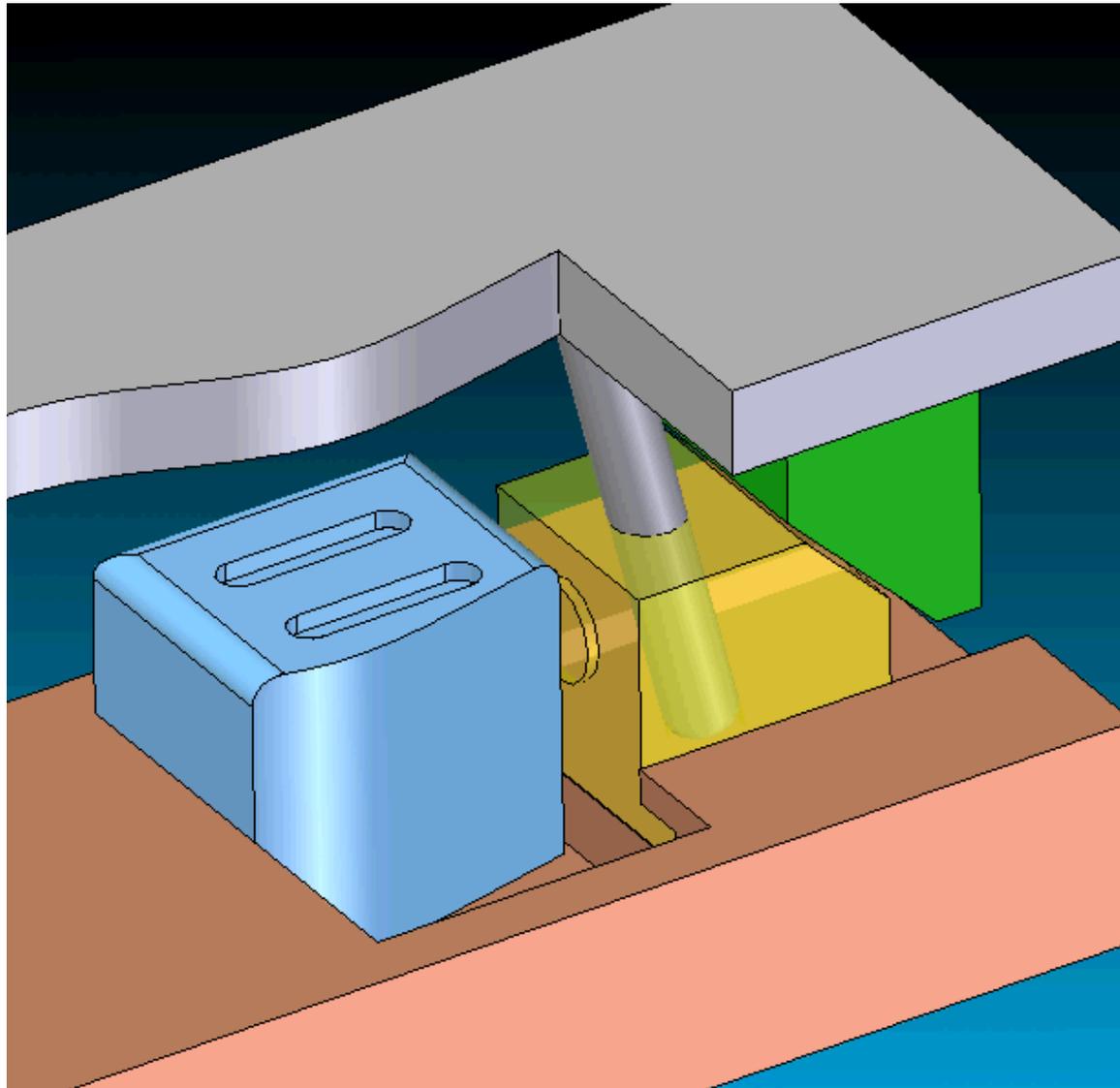


# 滑塊的機構動作



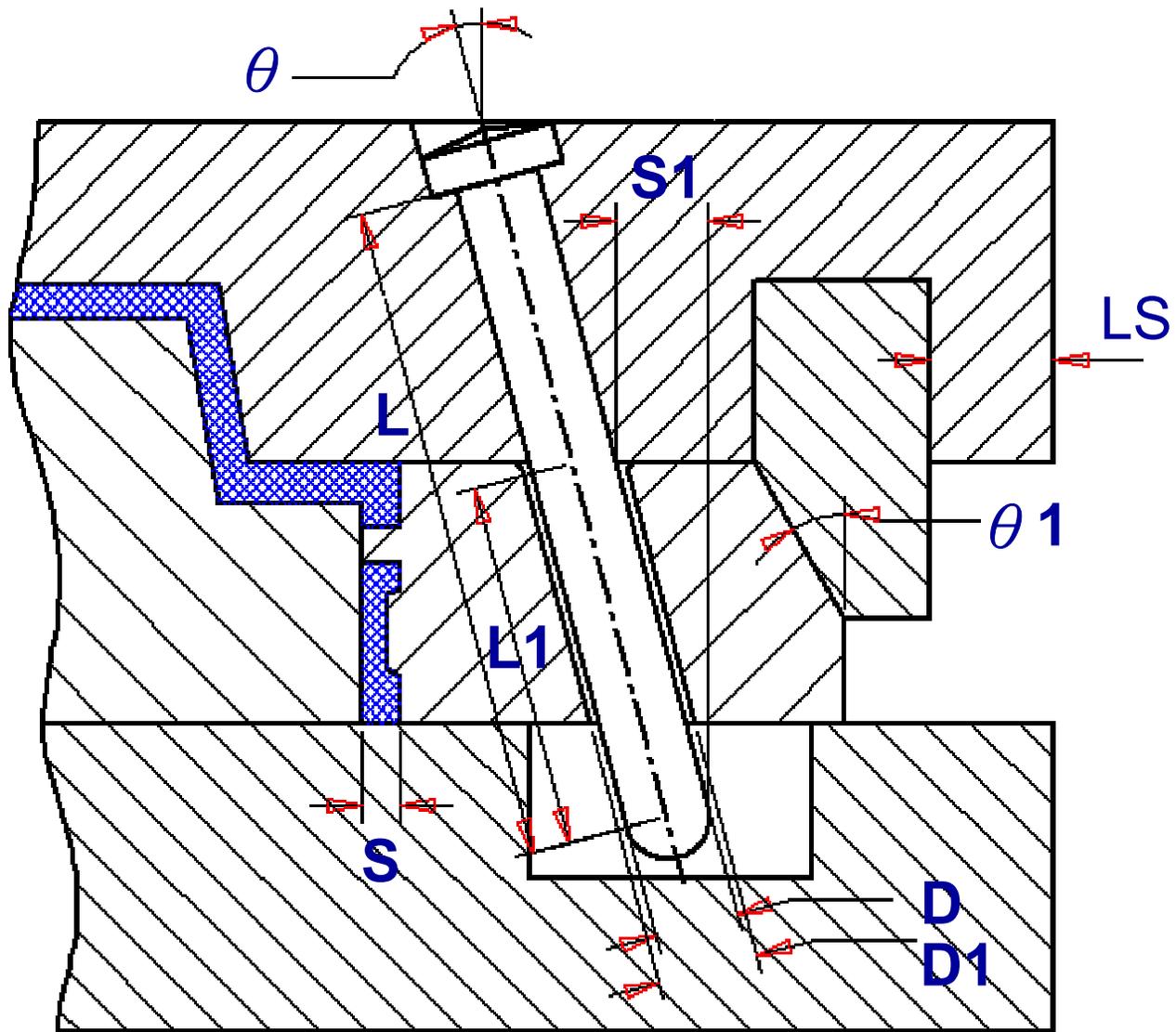


# 滑塊的機構動作





# 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
- $\theta$ ：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



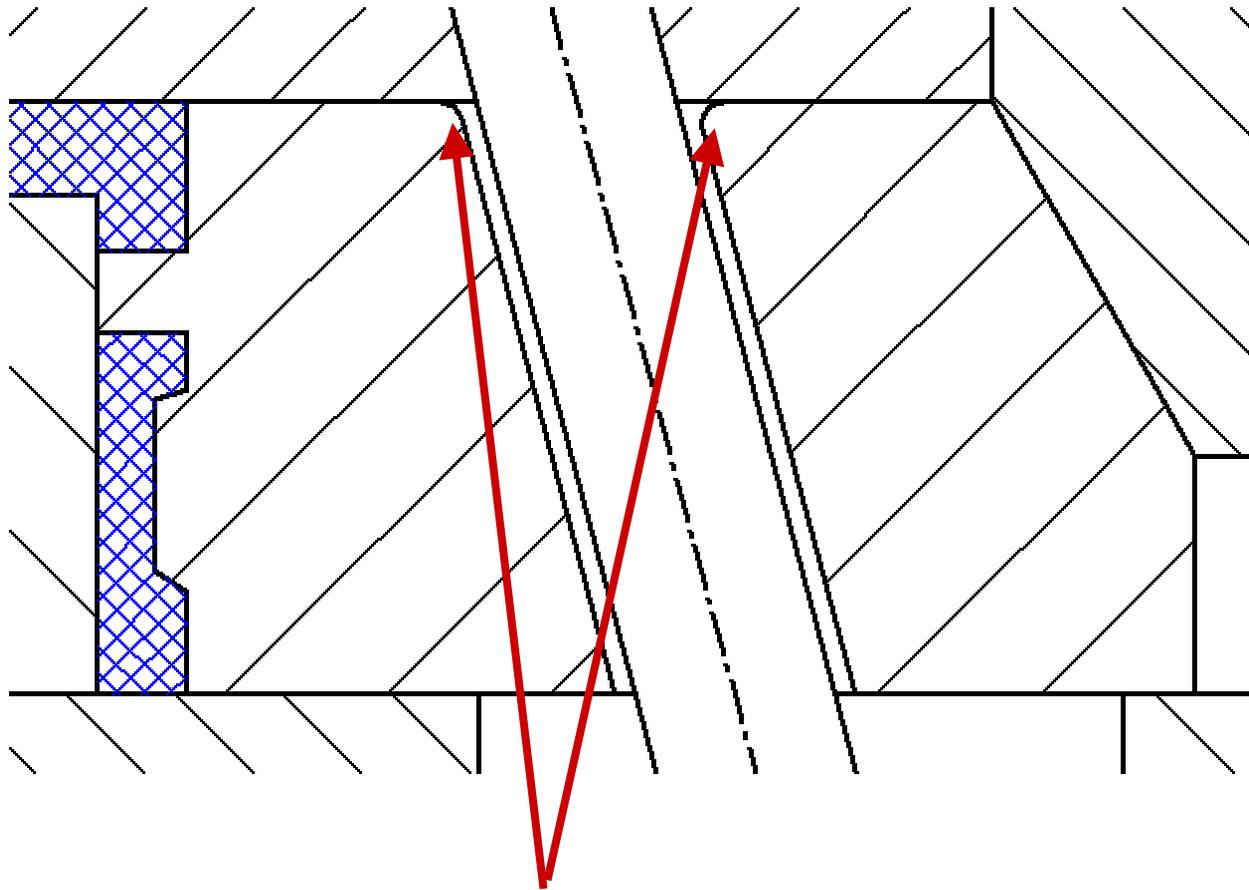
# 設計重點一

- 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。

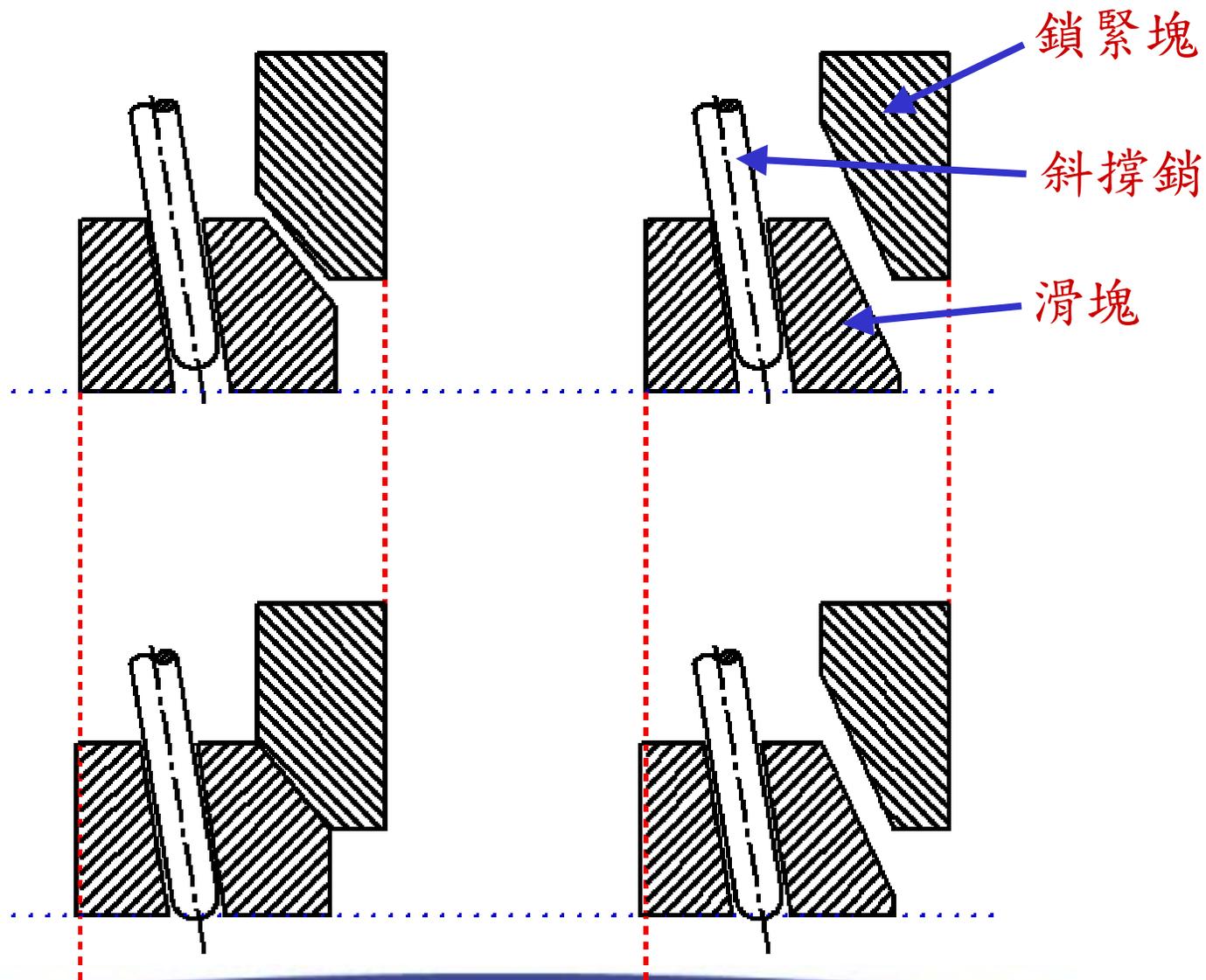
D	D1
4 ~ 10	D + 0.5
12 ~ 20	D + 1
25 ~ 32	D + 2
35 ~ 50	D + 3



## 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。

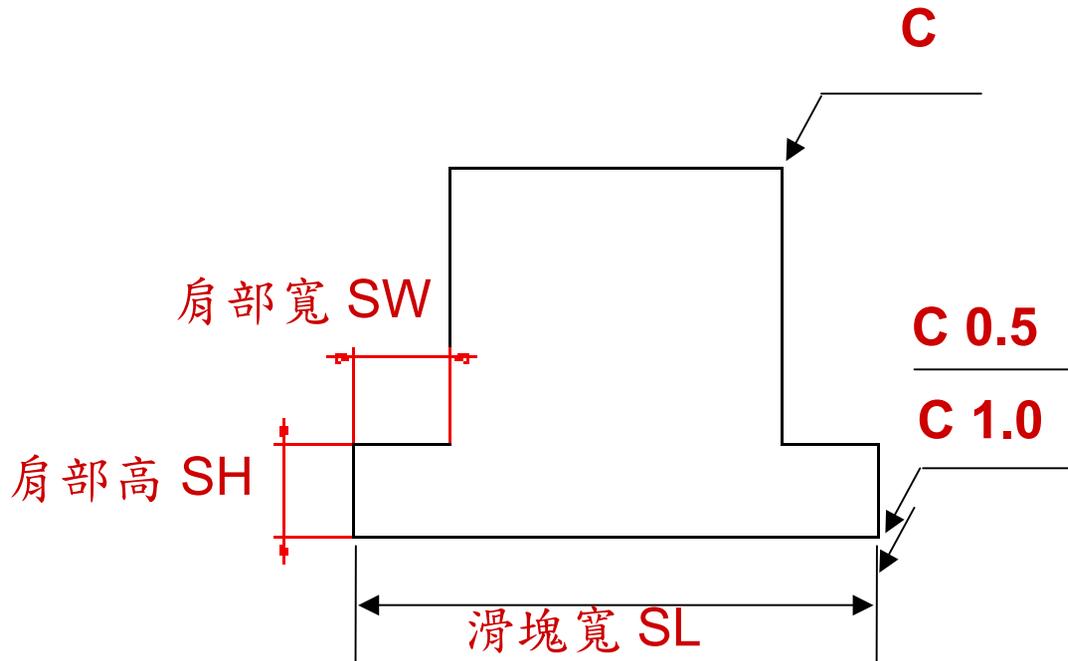


## 設計要點五

- 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

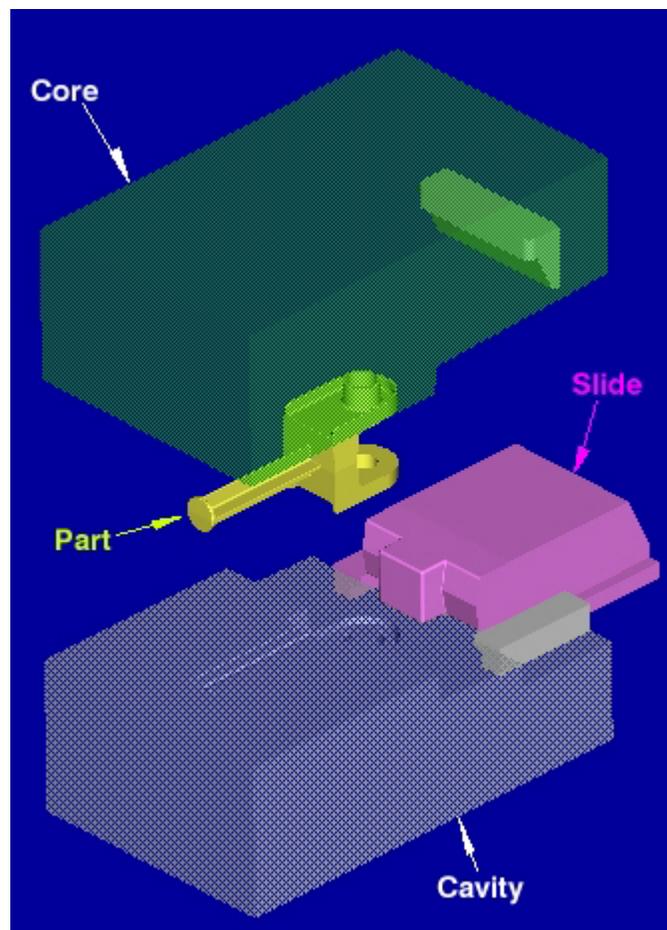


## 設計要點七

- **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  $20 \text{ mm}$ ，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。

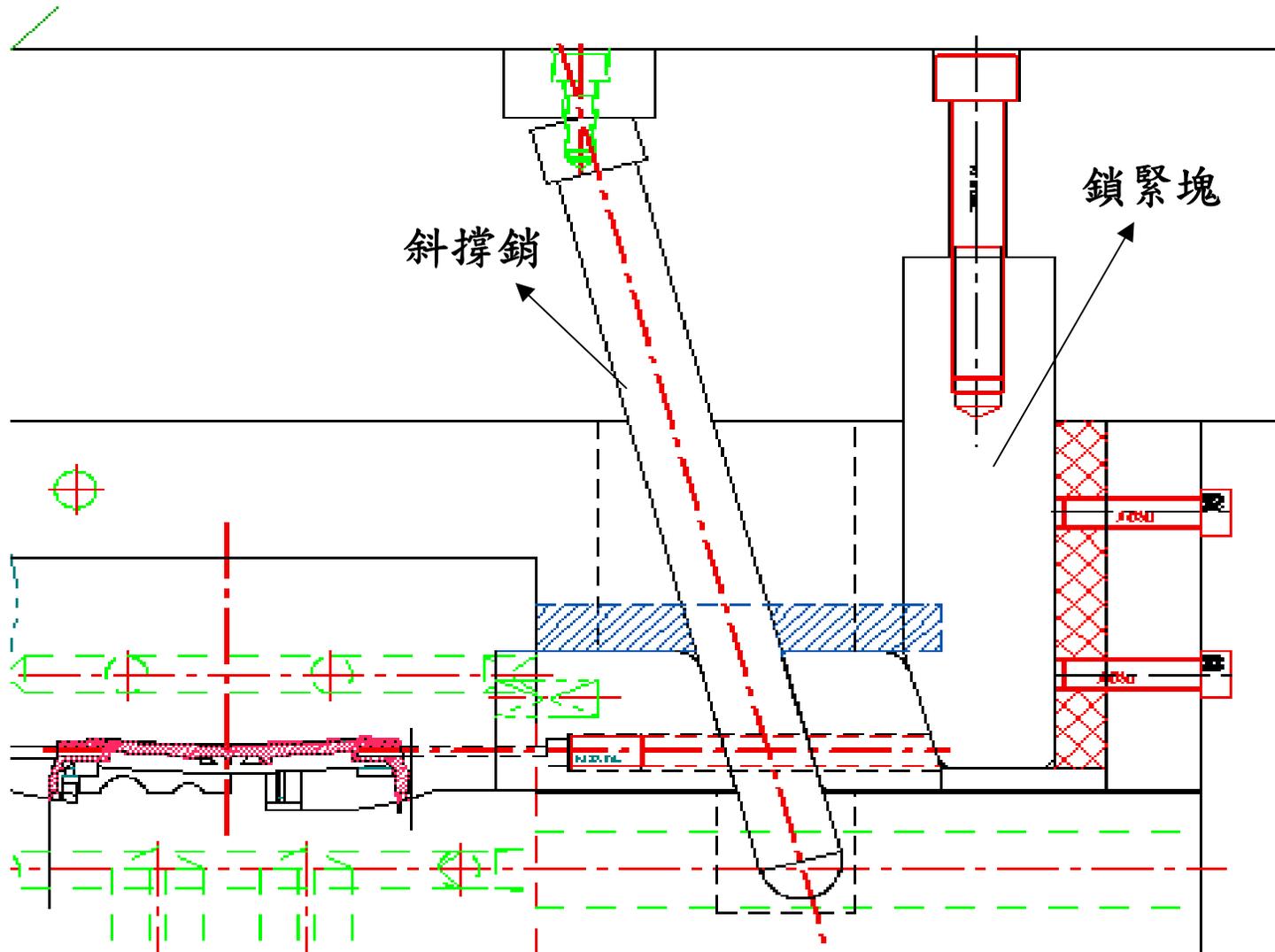
# 滑塊機構的應用

- 斜撐銷滑塊
- 撥塊滑塊
- 彈簧滑塊
- 母模滑塊
- 鎖緊塊



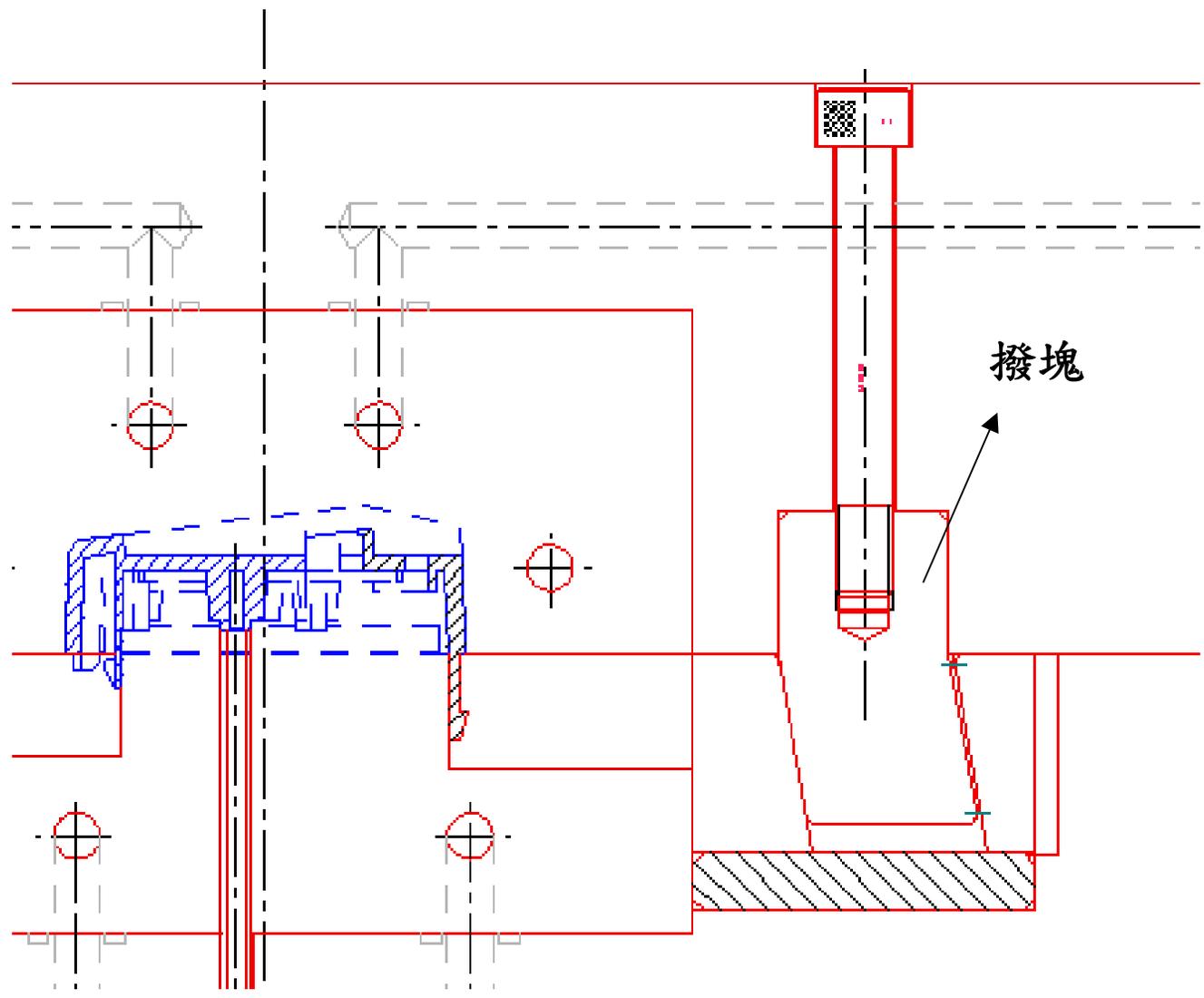


# 斜撐銷滑塊





# 撥塊滑塊



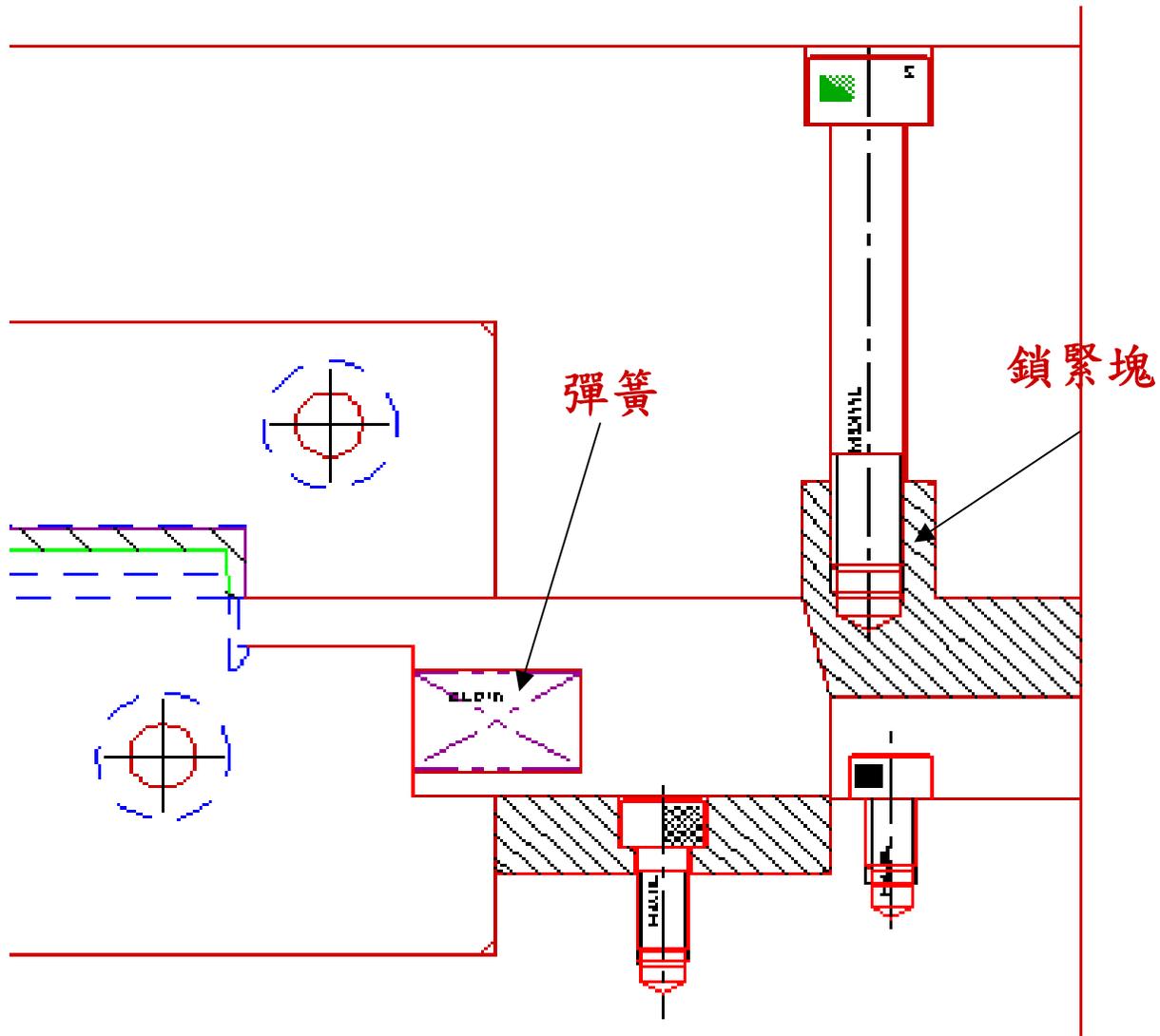


# 撥塊滑塊

- 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



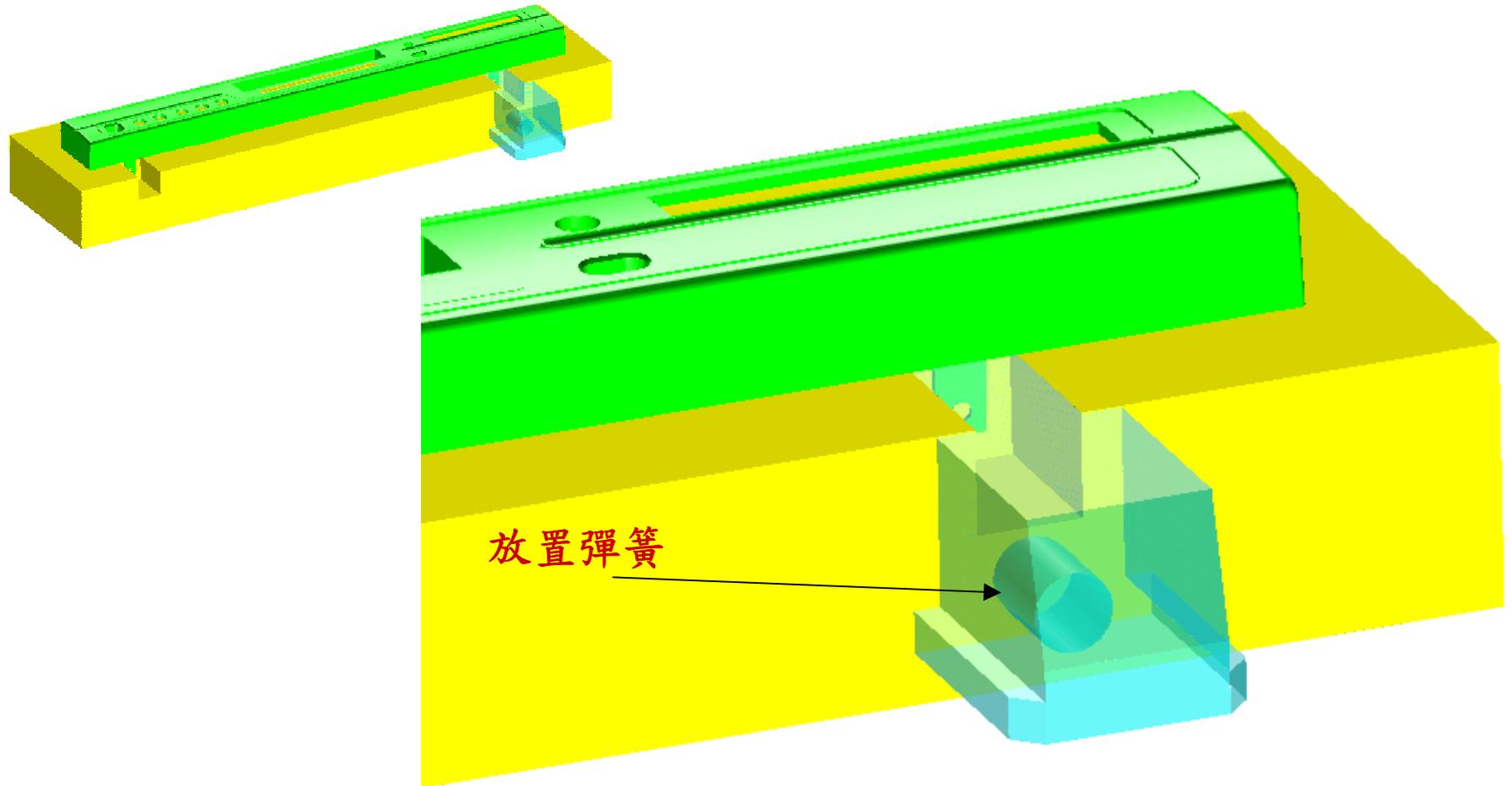


# 彈簧滑塊

- 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。

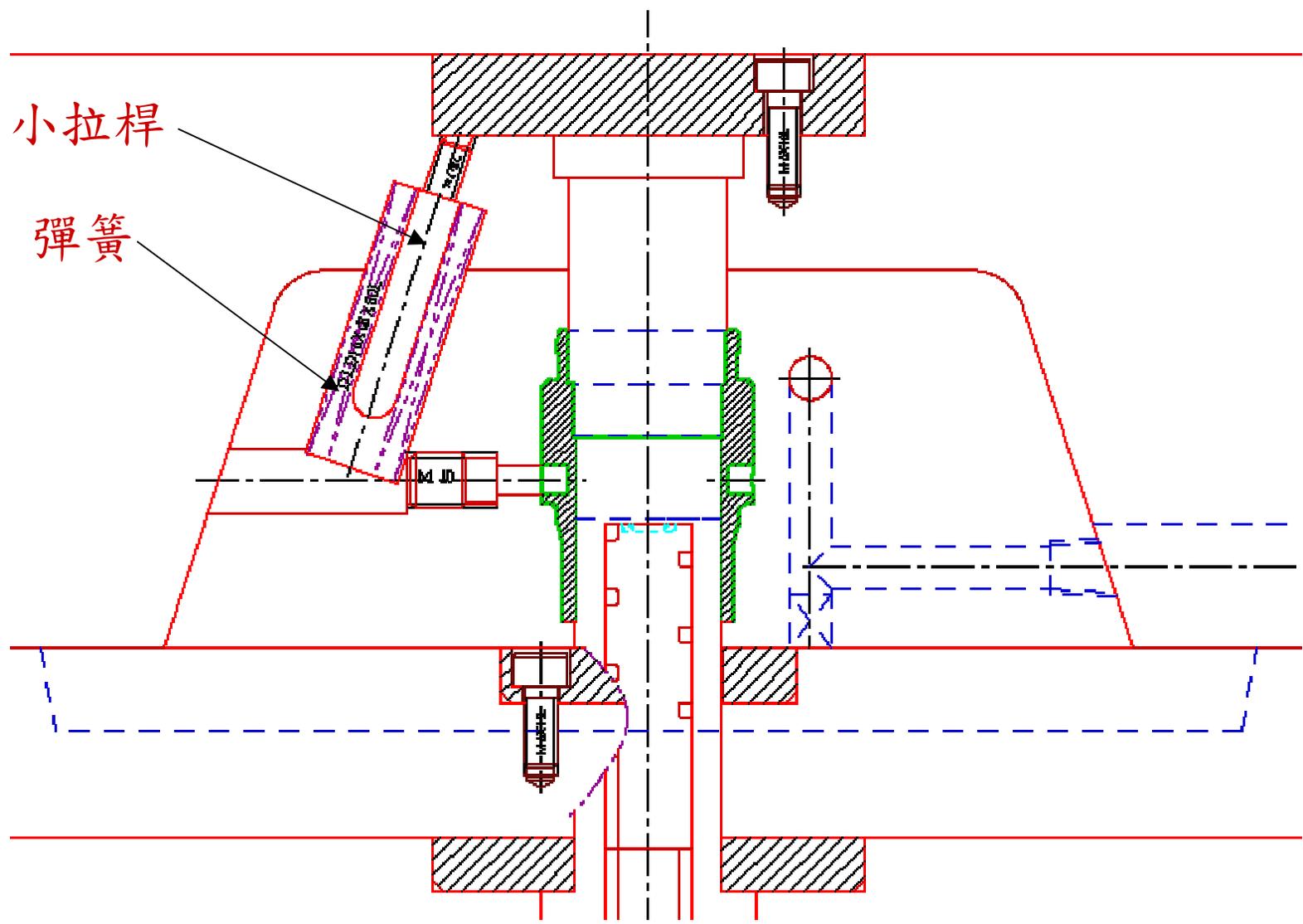


# 彈簧滑塊應用





# 母模滑块



小拉桿

彈簧

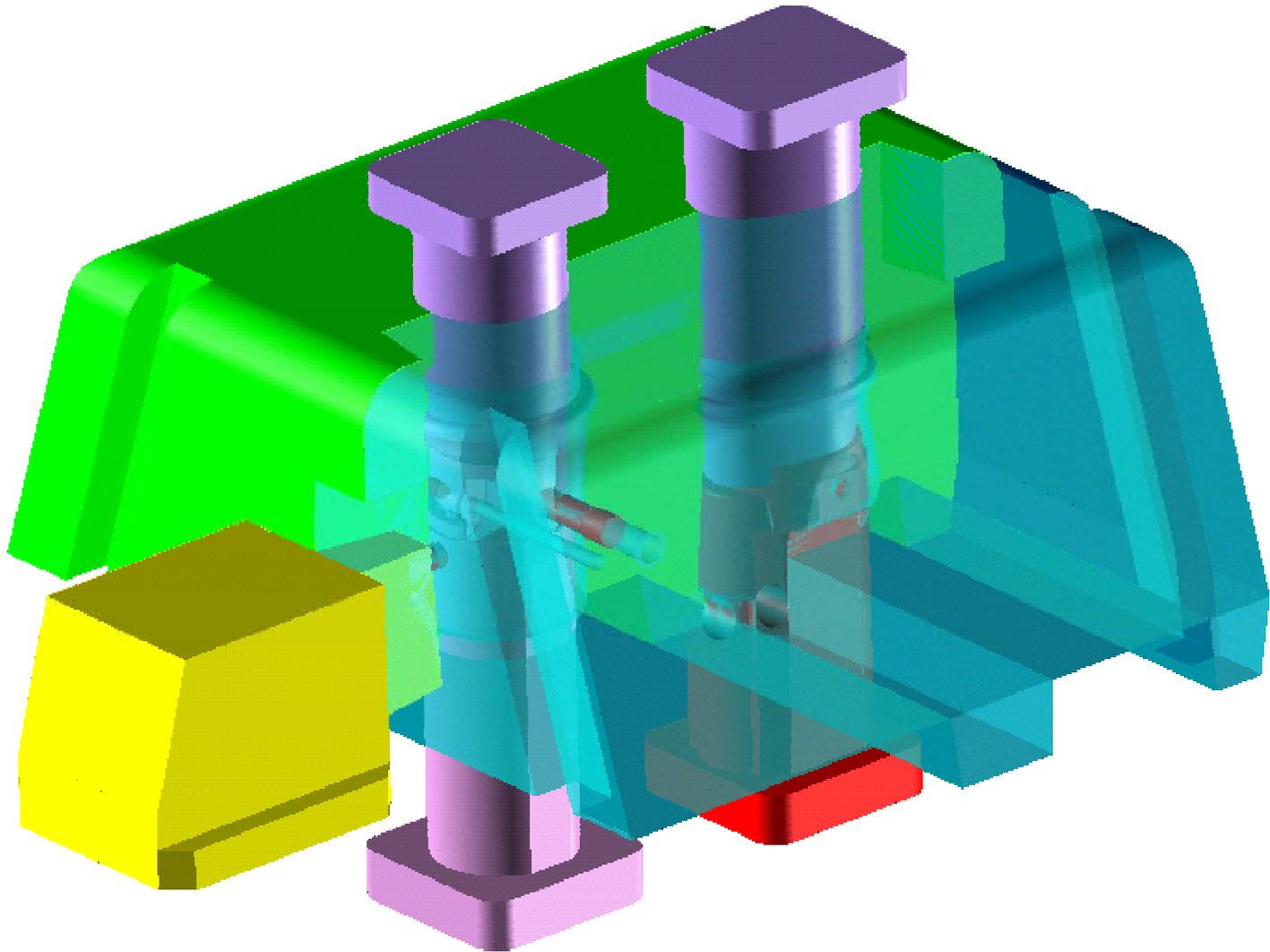


# 摩托車把手零件





# 母模滑塊應用



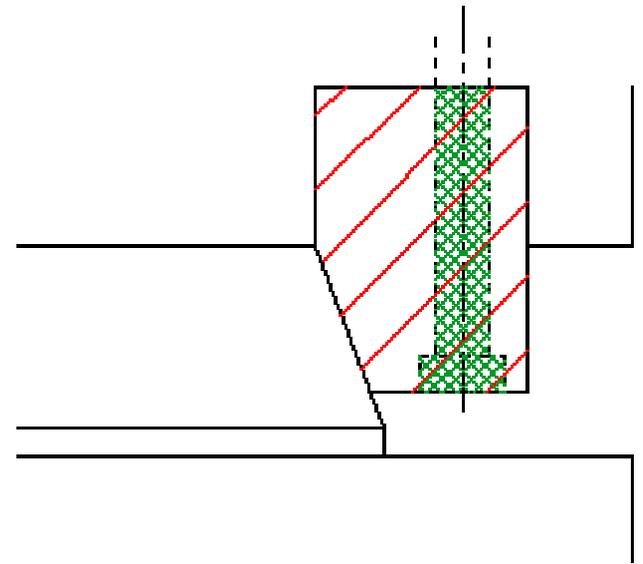
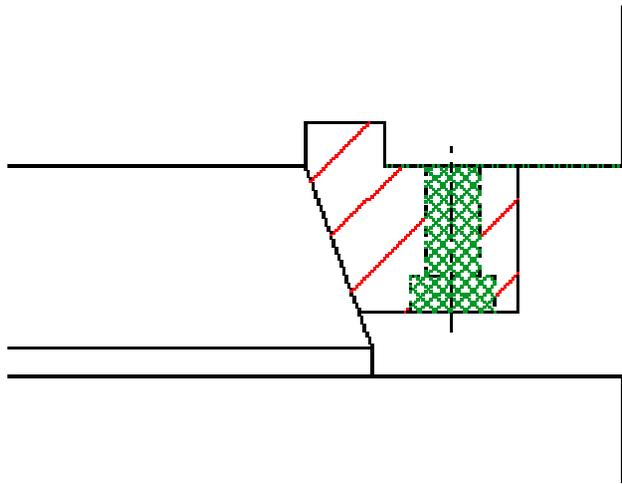


# 鎖緊塊

- 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。

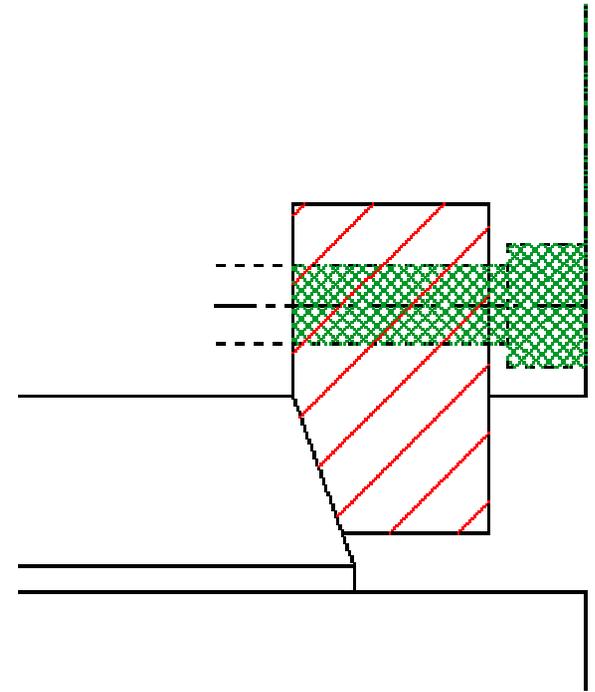
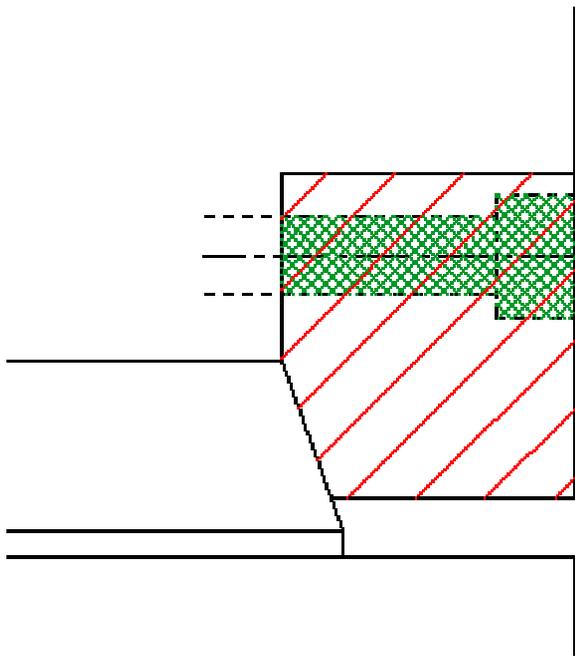


# 鎖緊塊的安裝一



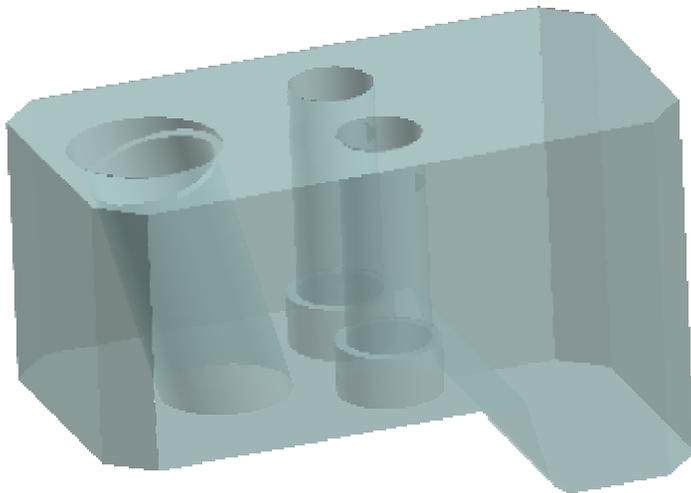
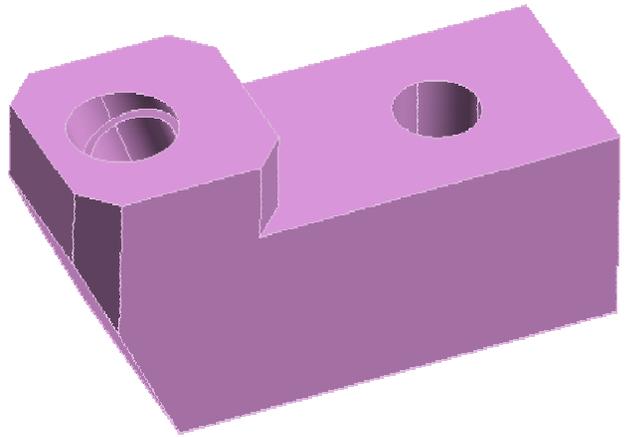
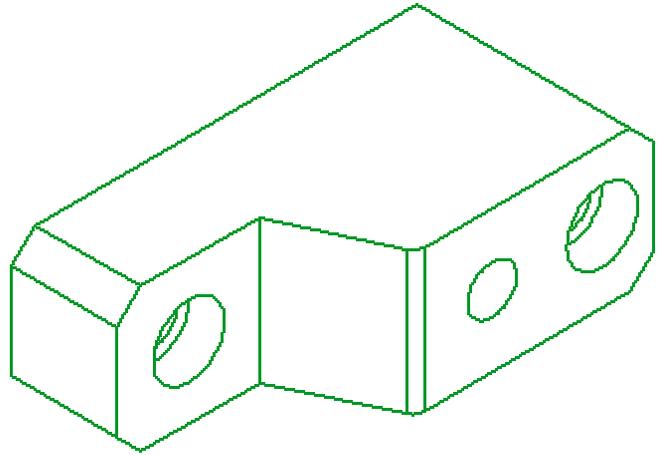


# 鎖緊塊的安裝二

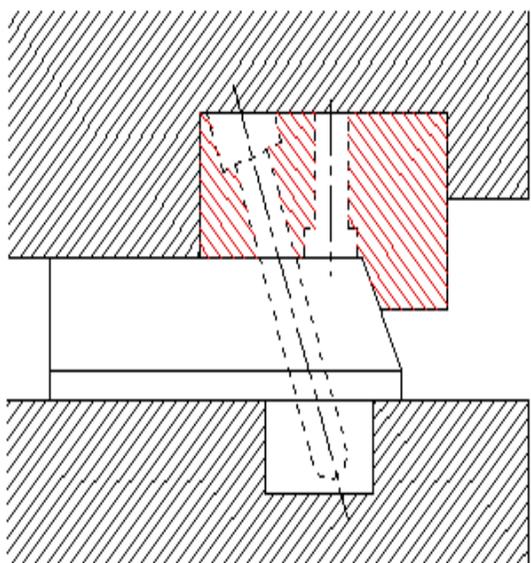




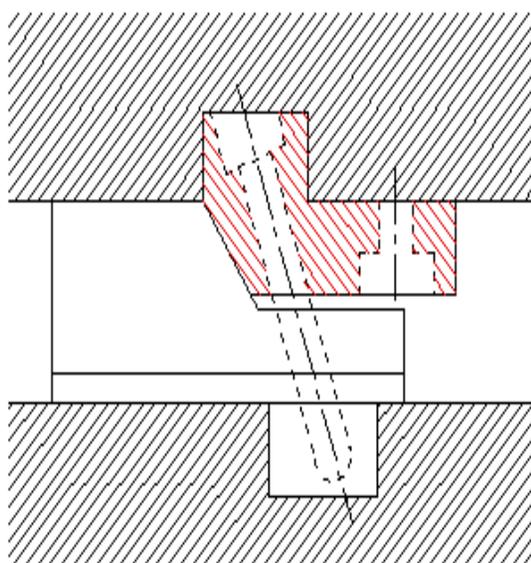
# 鎖緊塊的變形



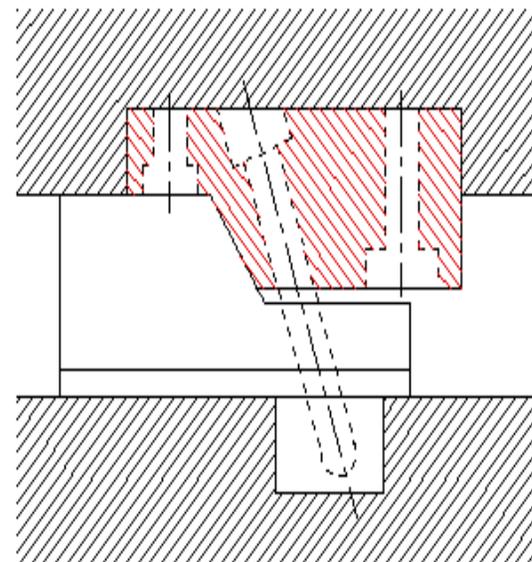
# 變形鎖緊塊的安裝方式



設計一



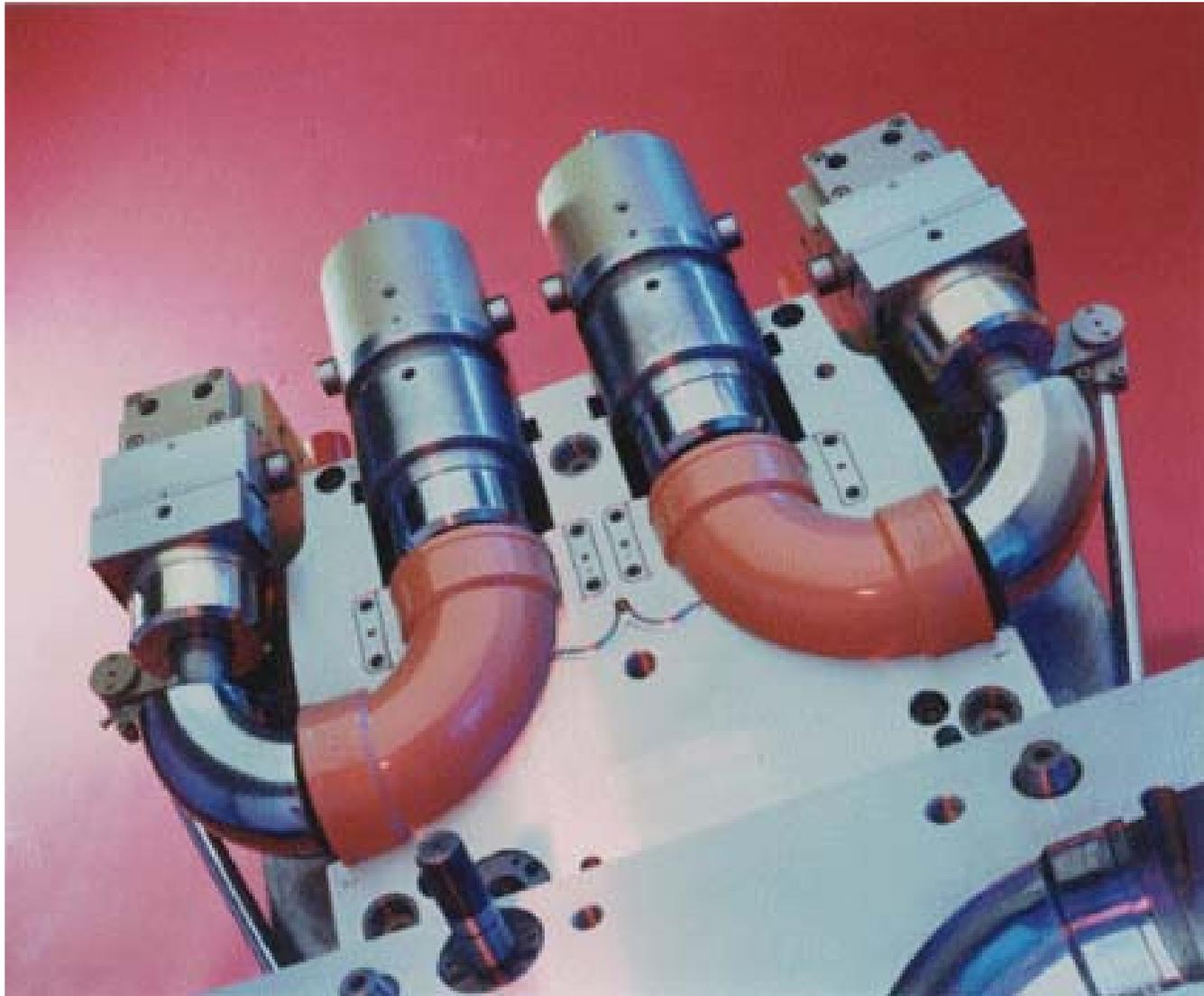
設計二



設計三

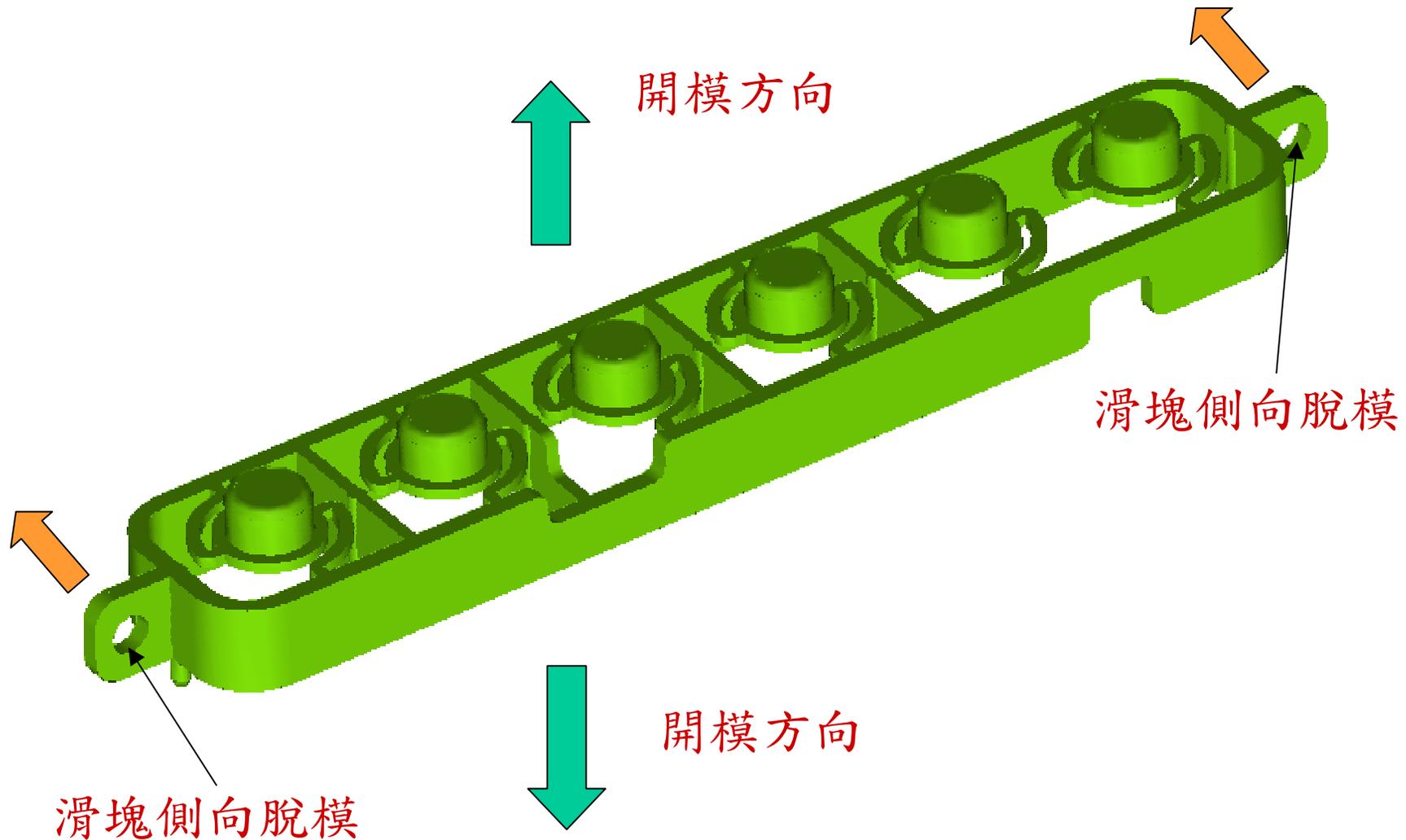


# 滑塊機構的變形



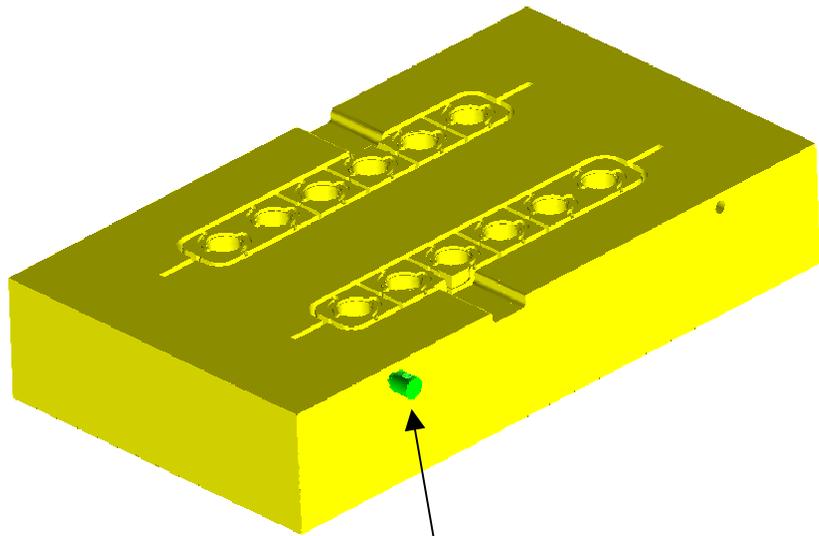


# 按鍵 3D Model

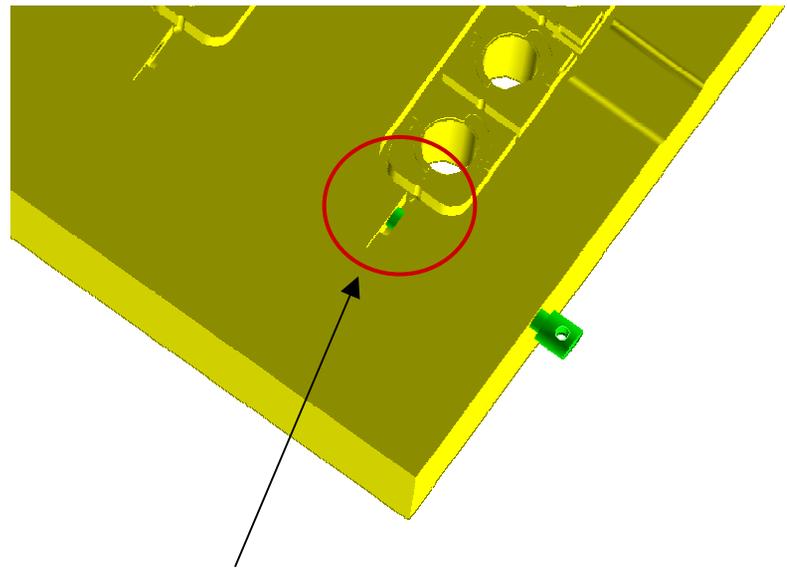




# 公模仁 3D 組立



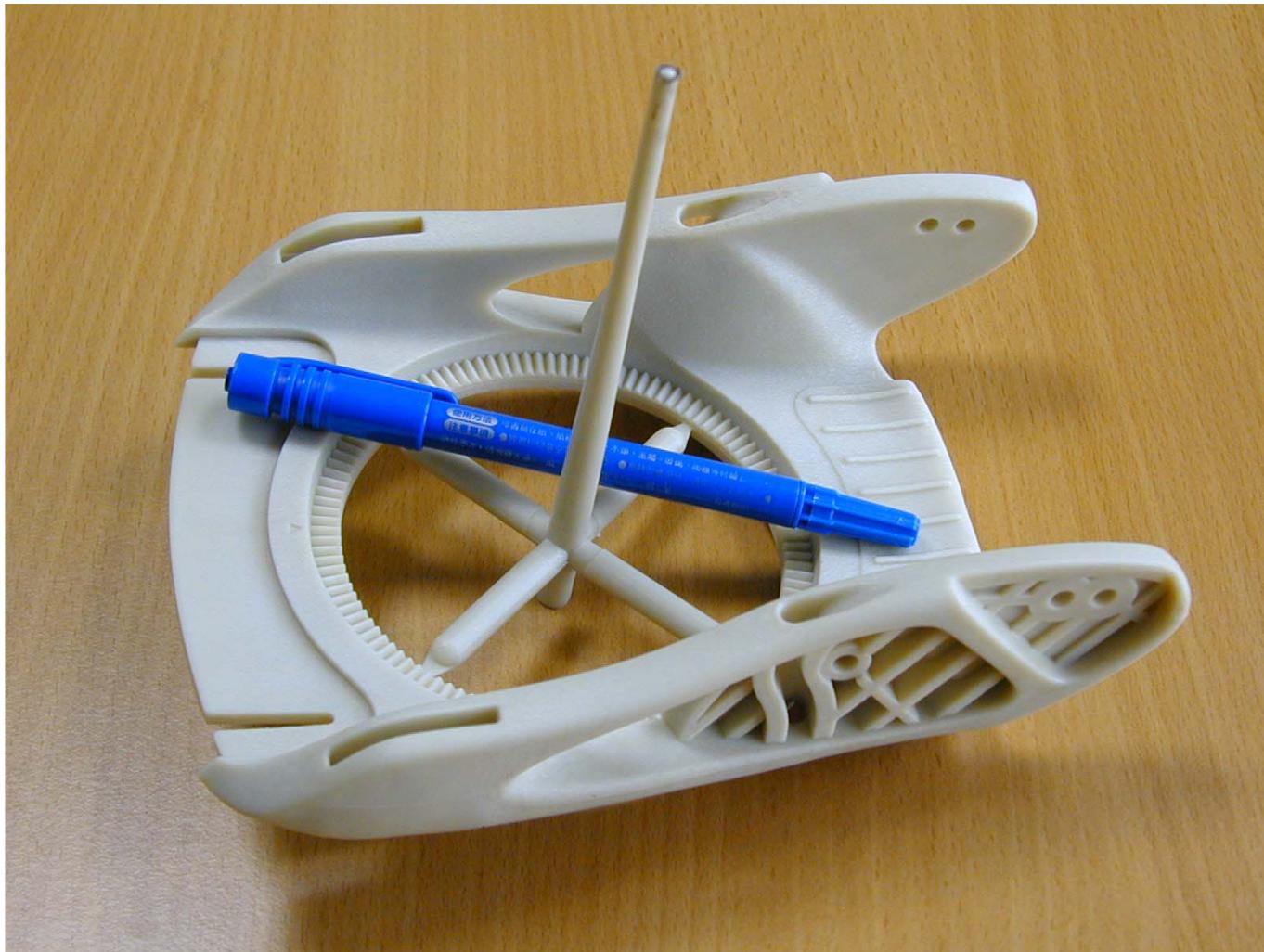
滑塊入子



形成所需要的孔

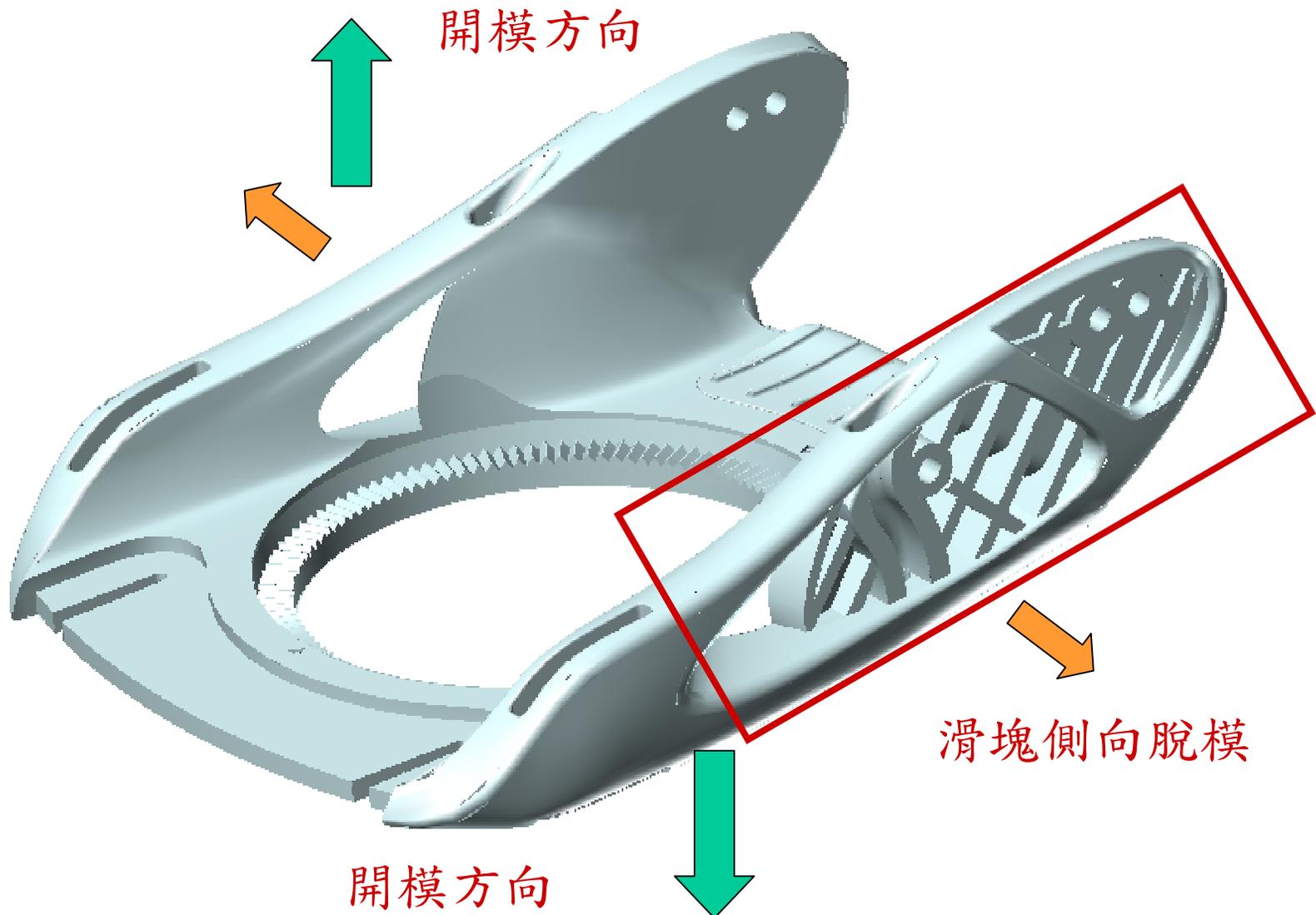


# 滑雪靴底座



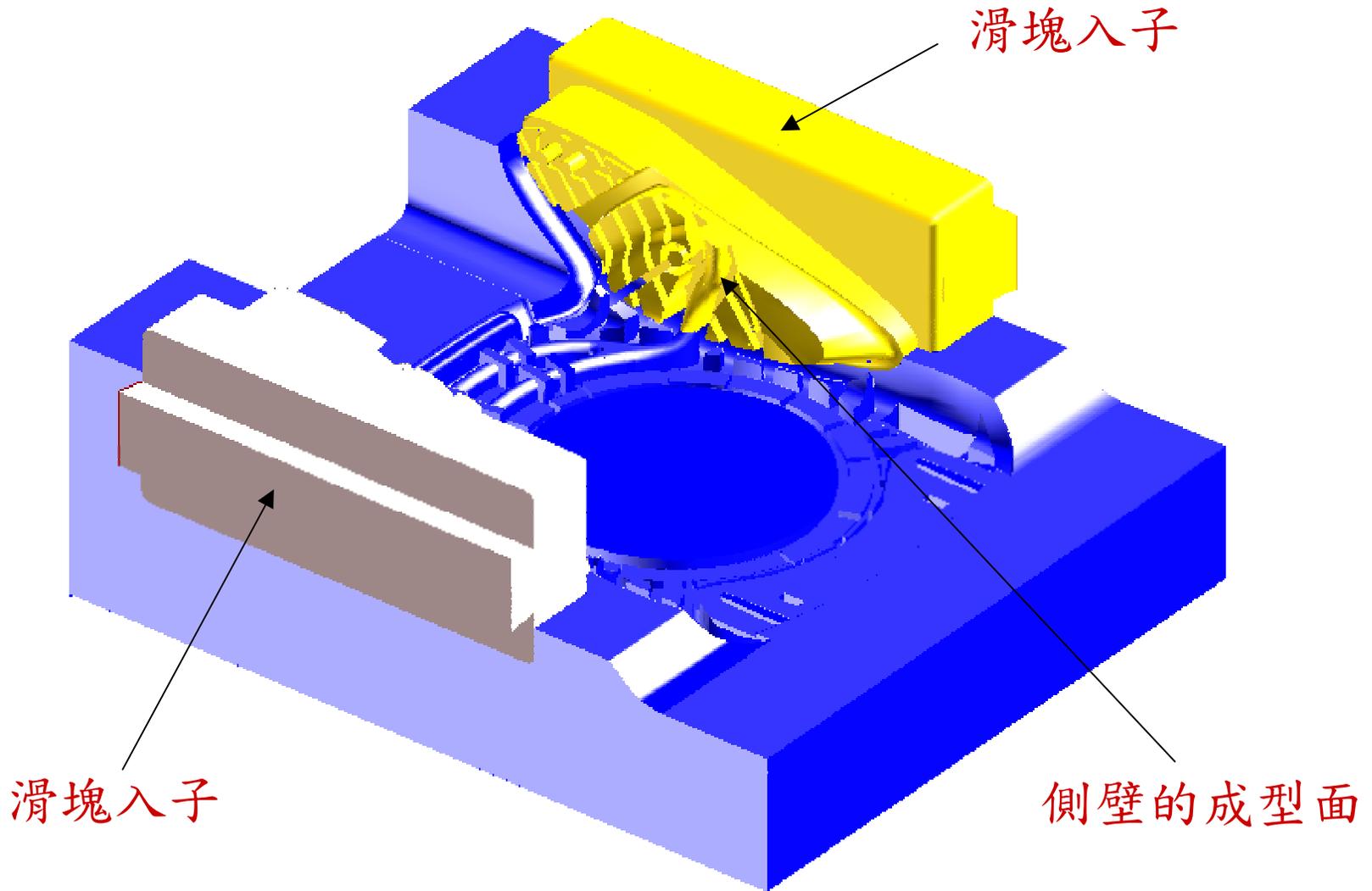


# 滑雪靴底座 3D Model



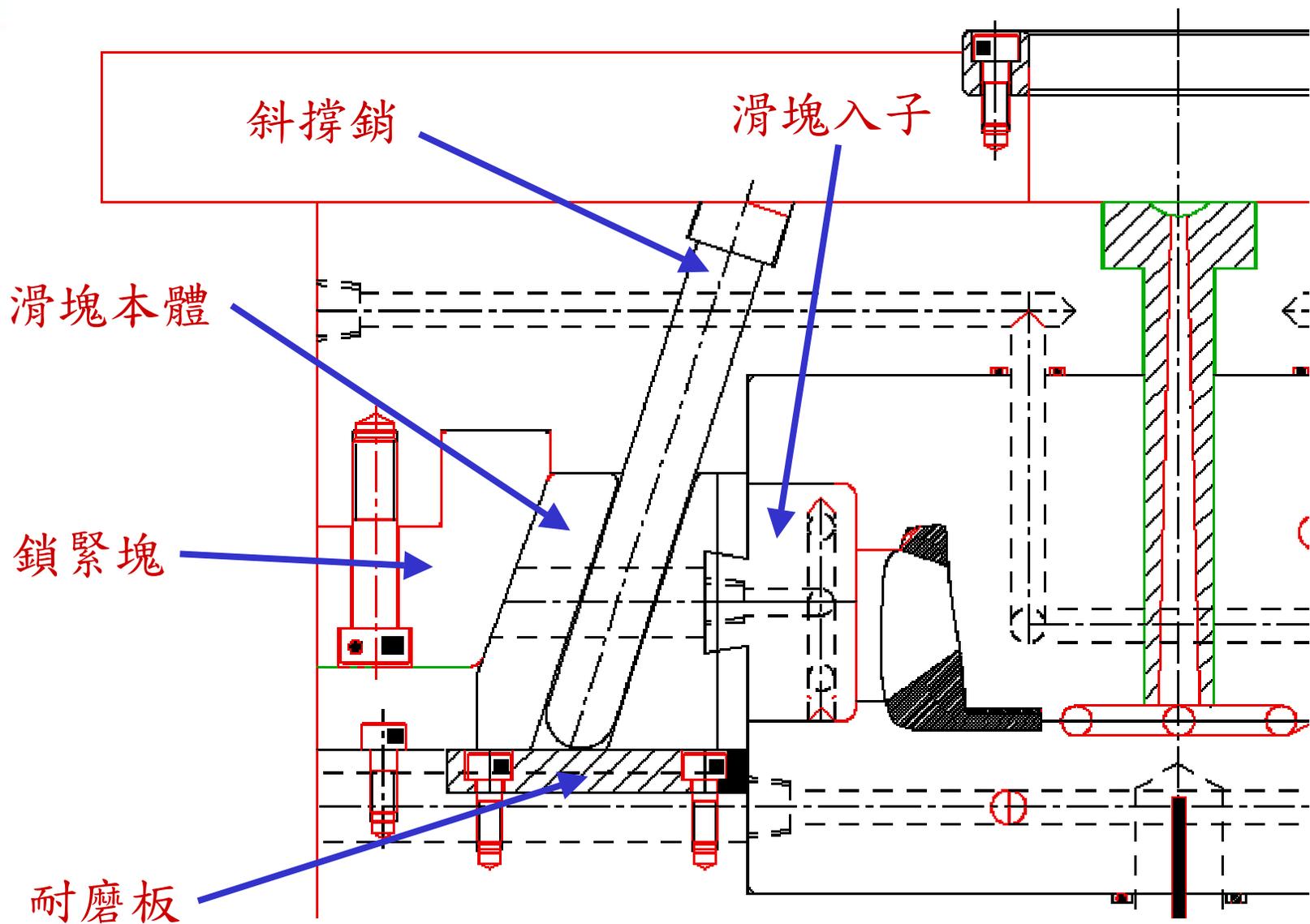


# 公模仁 3D 組立



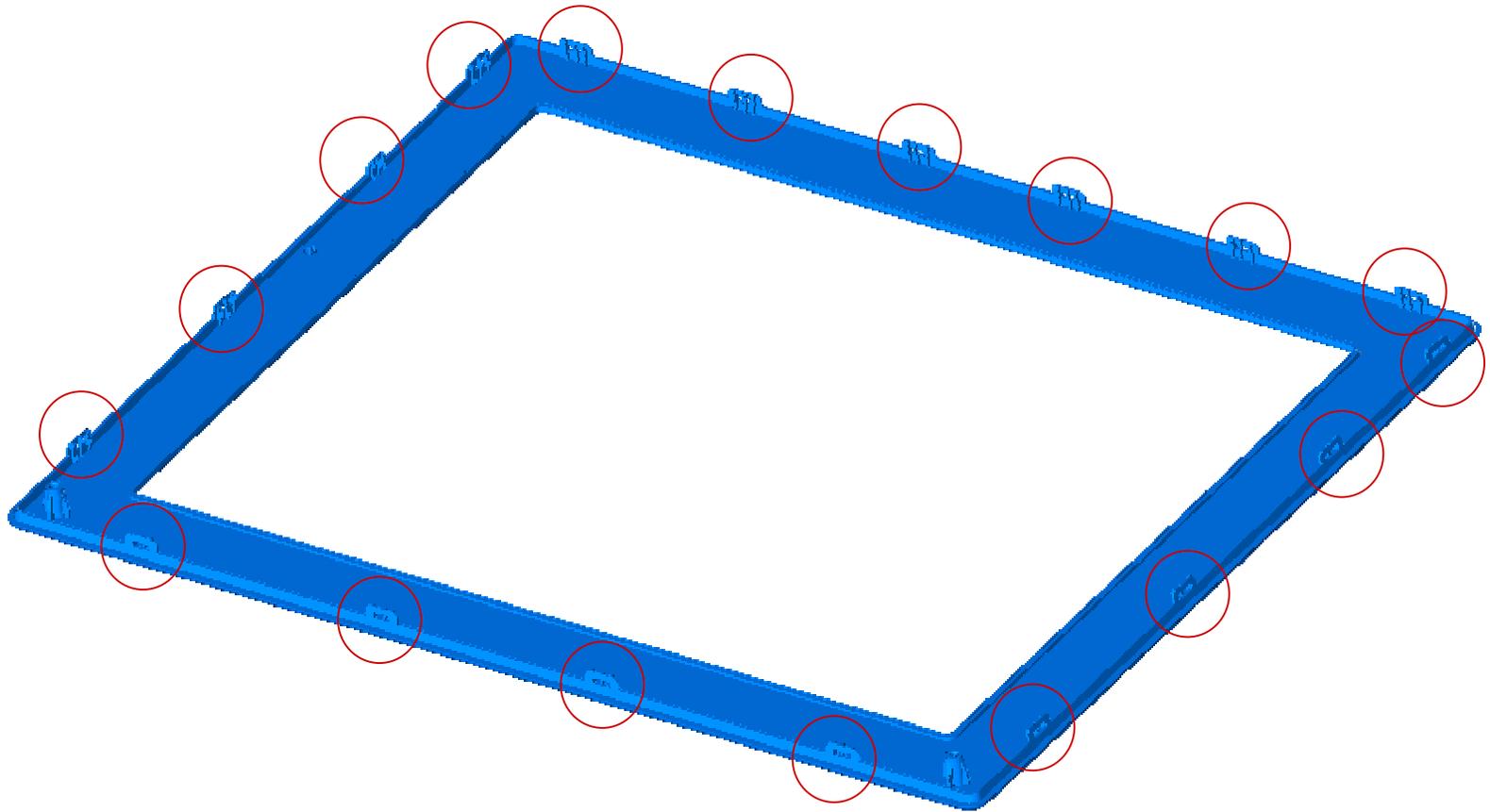


# 2D 組立圖

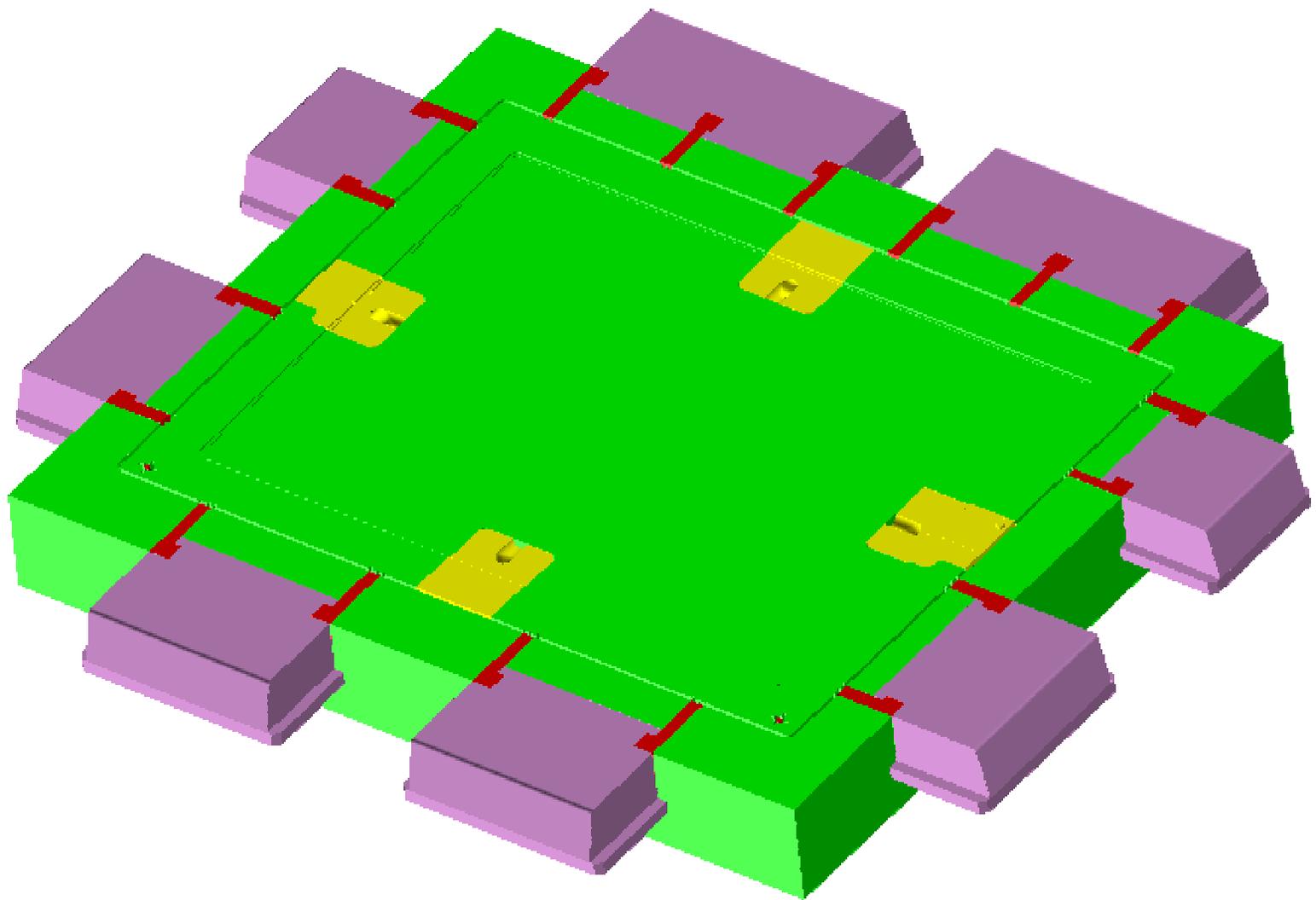




# 多卡勾的滑塊設計



# 利用滑塊入子簡化滑塊結構





# 滑塊機構設計檢查點

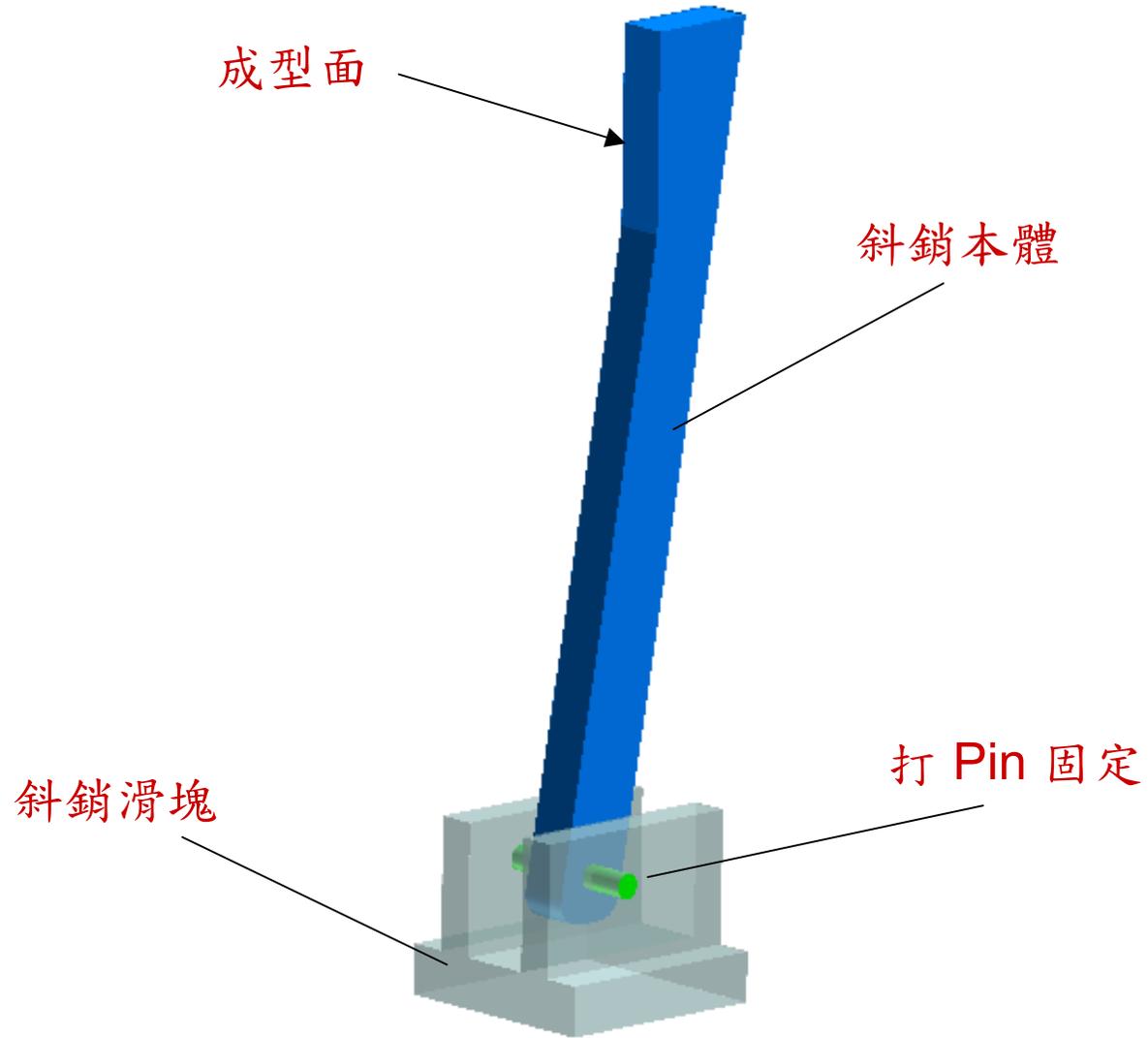
- 滑塊行程是否有預留安全距離
- 斜撐銷角度必須小於 25 度
- 鎖緊塊角度至少為斜撐銷角度加三度
- 鎖緊塊後端至模板距離是否大於 20 mm
- 滑塊種類選擇是否恰當
- 鎖緊塊安裝是否恰當

# 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。

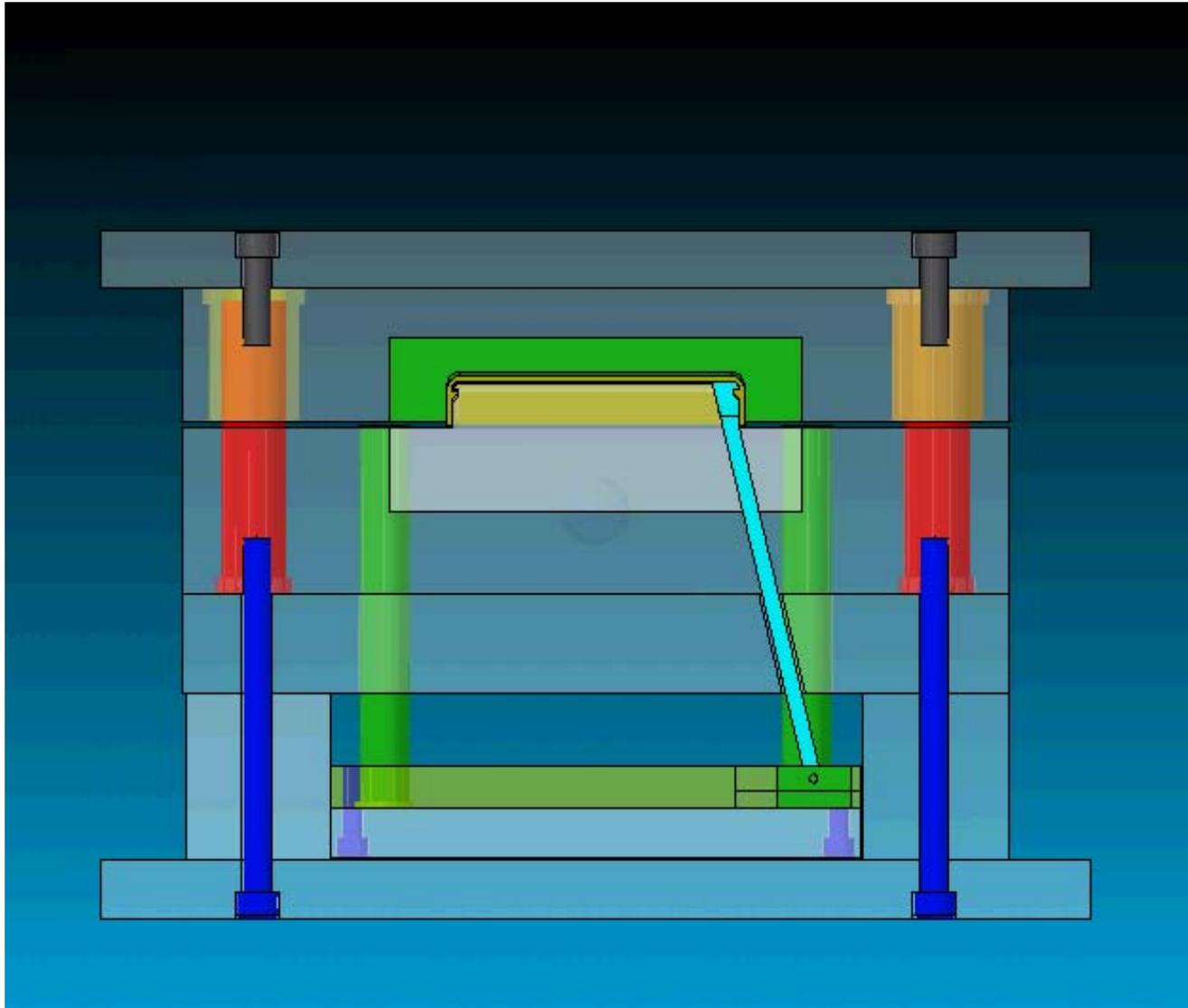


# 斜銷機構名稱



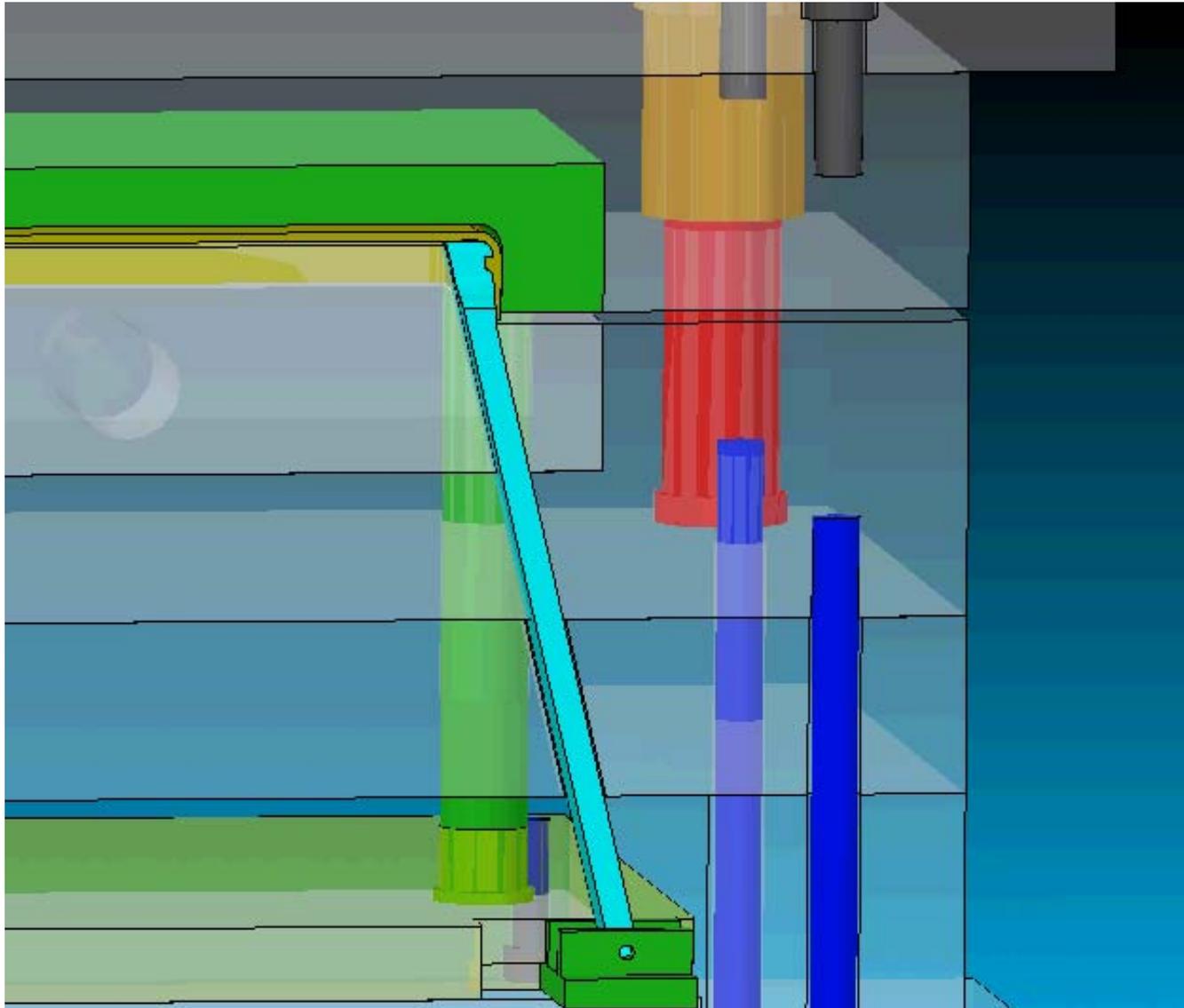


# 斜銷機構運動



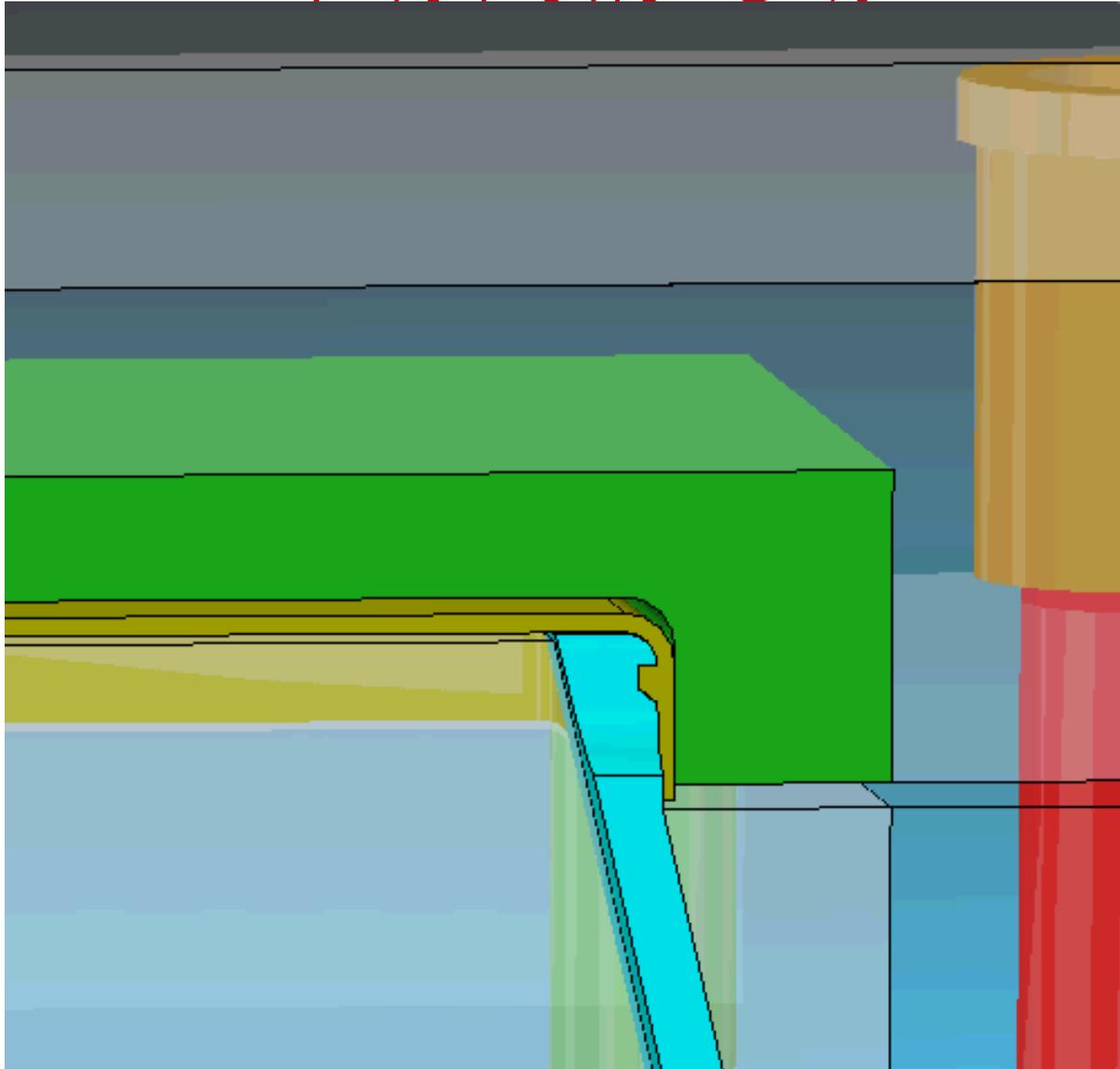


# 斜銷機構運動



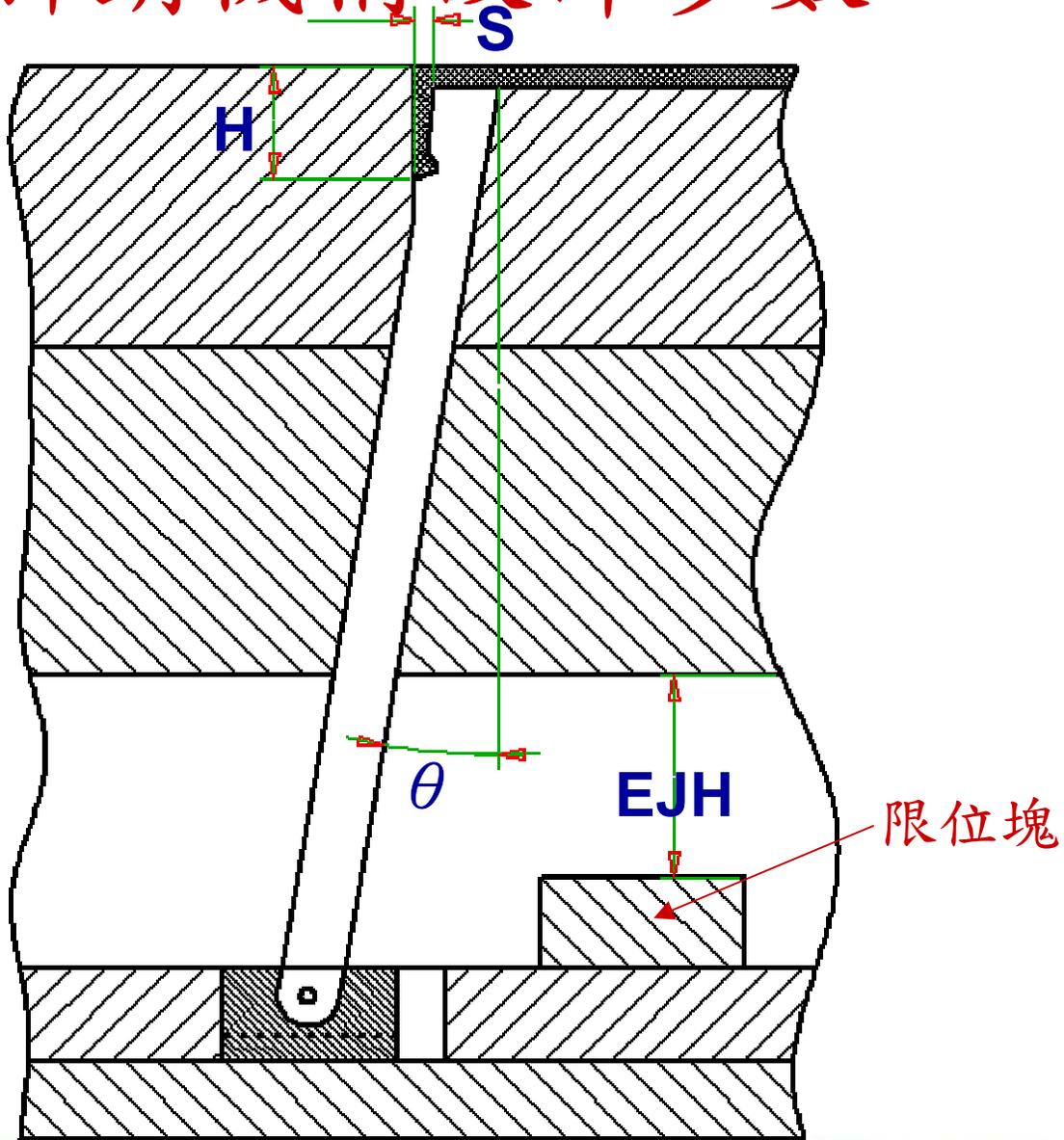


# 斜銷機構運動





# 斜銷機構設計參數





# 設計重點

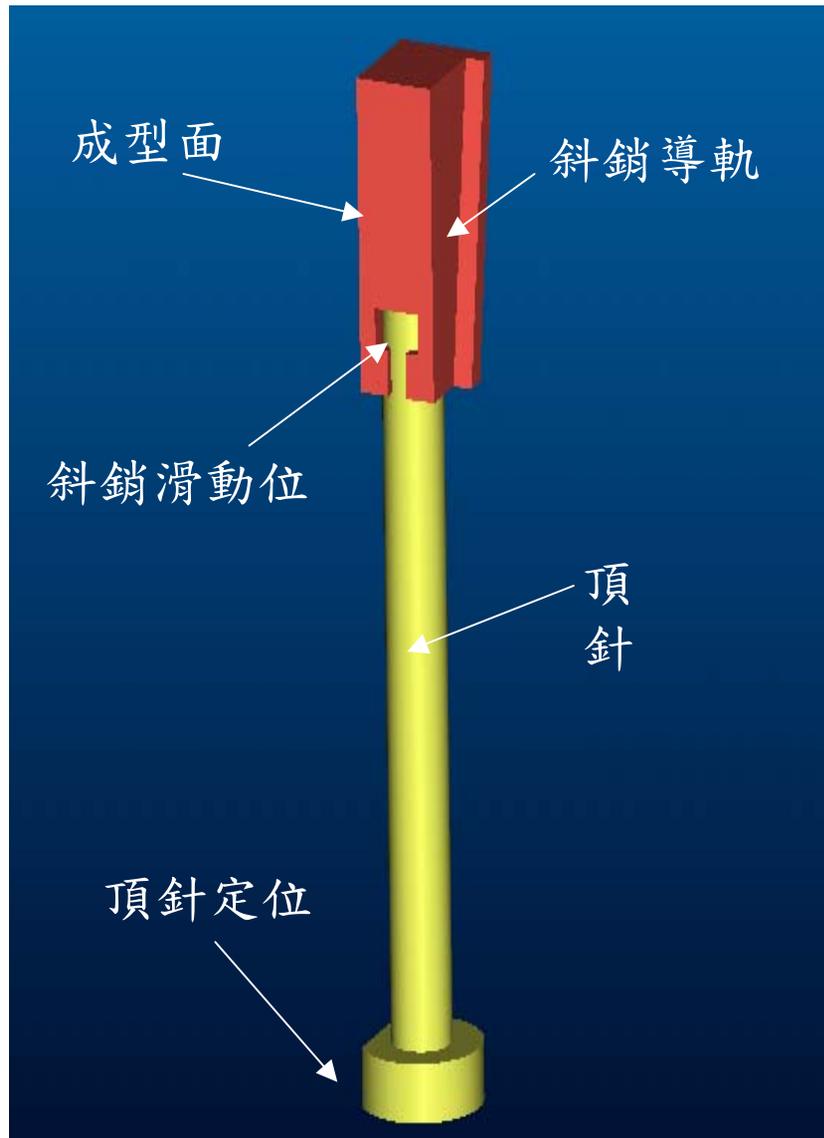
- 頂出行程EJH必須能夠將成品頂出分模面，因此其距離必須大於成品高度H
- 頂出行程配合斜銷角度，必須能夠讓成品倒勾位脫離模具，因此實際頂出距離  $EJH * \tan(\text{斜銷角度 } \theta)$  必須大於倒勾行程S



# 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。



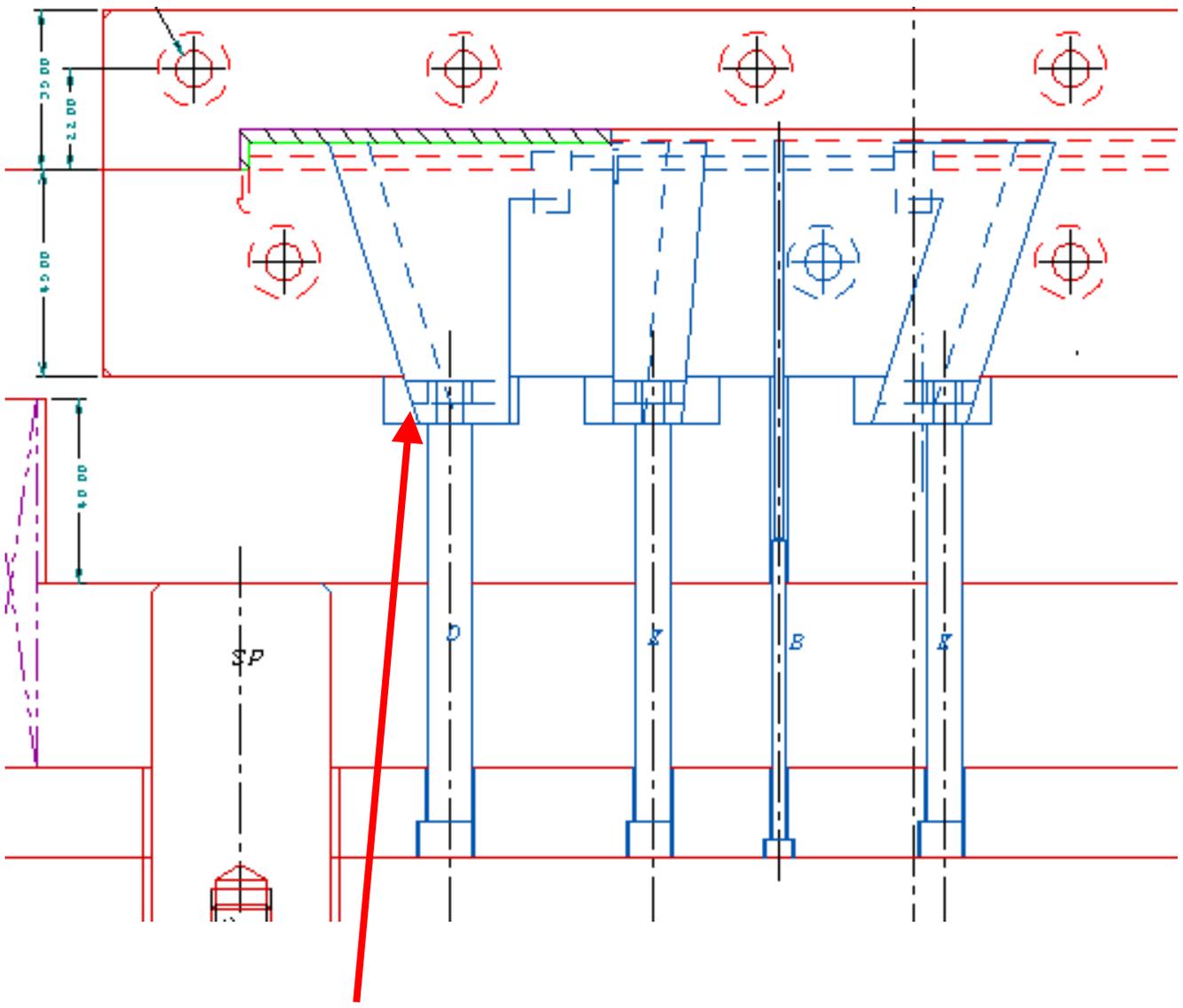
## 斜頂的其他設計重點

- 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。



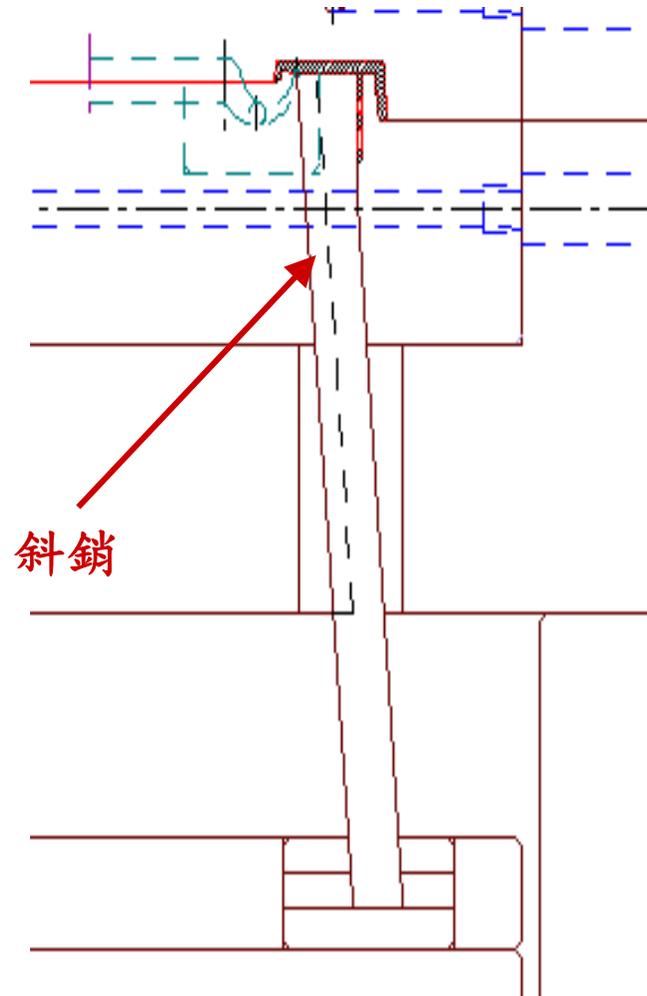
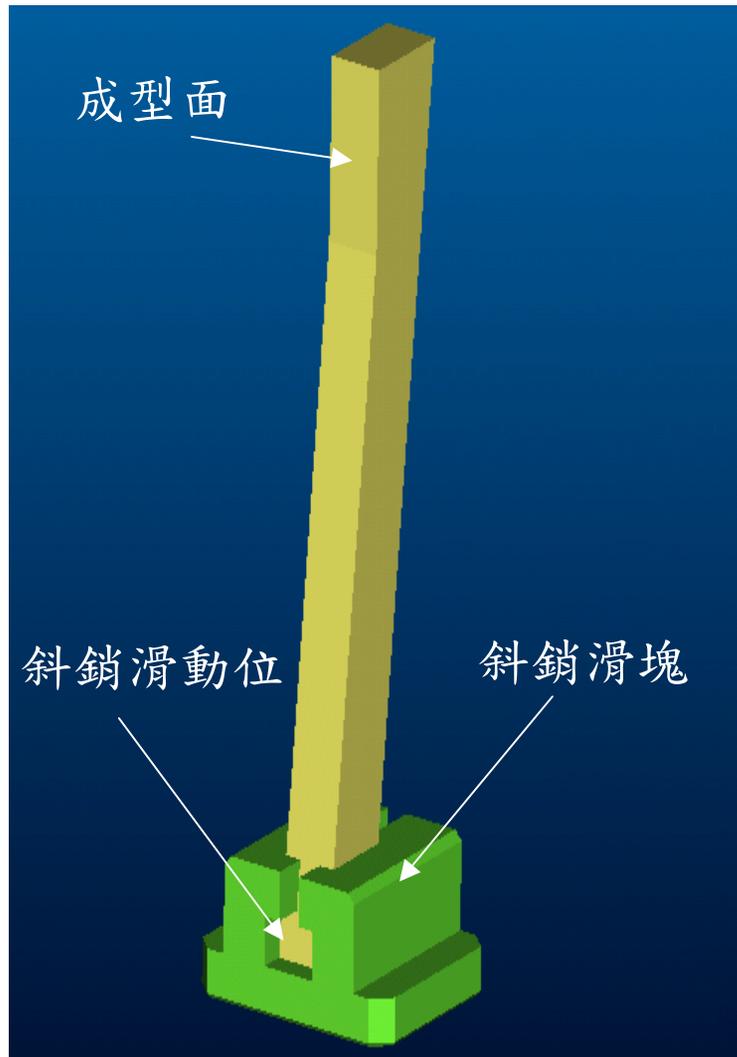
## 斜頂的其他設計重點

- 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

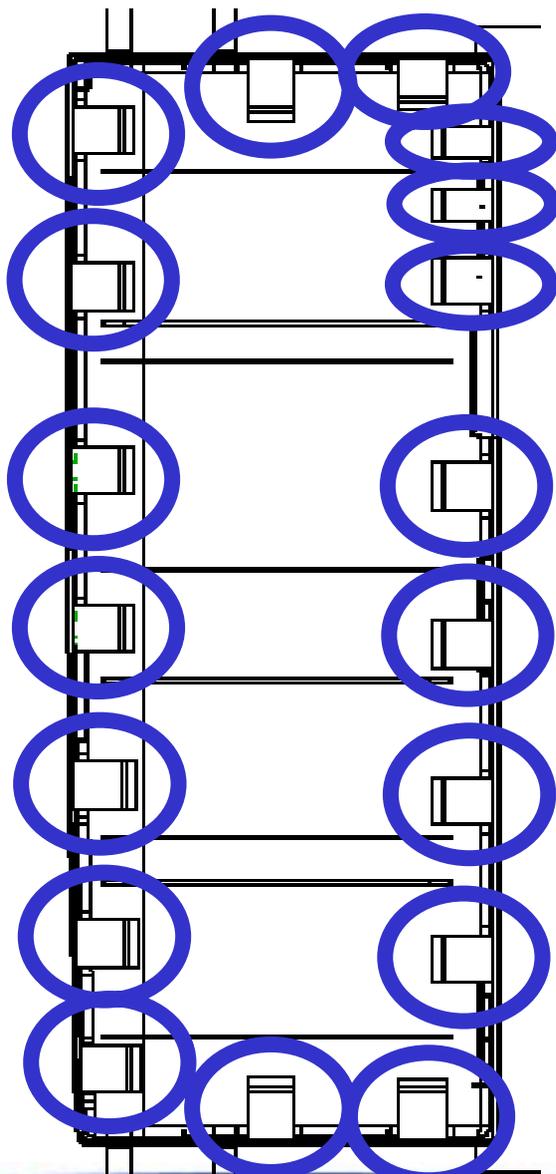
# 斜銷機構變形二



# 筆記型電腦電池盒上蓋



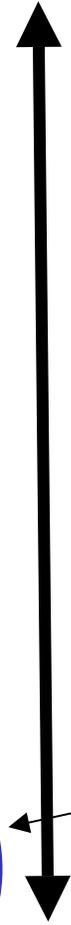
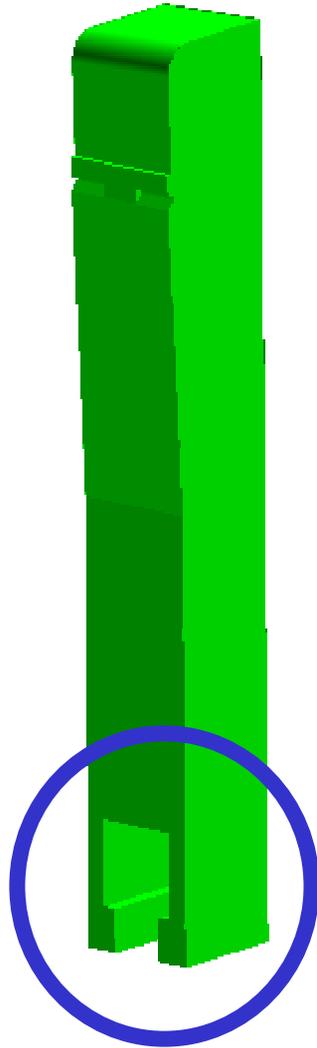
# 電池盒上蓋公模仁2D圖



18 個卡勾



# 斜頂



高度約等於公模仁厚度

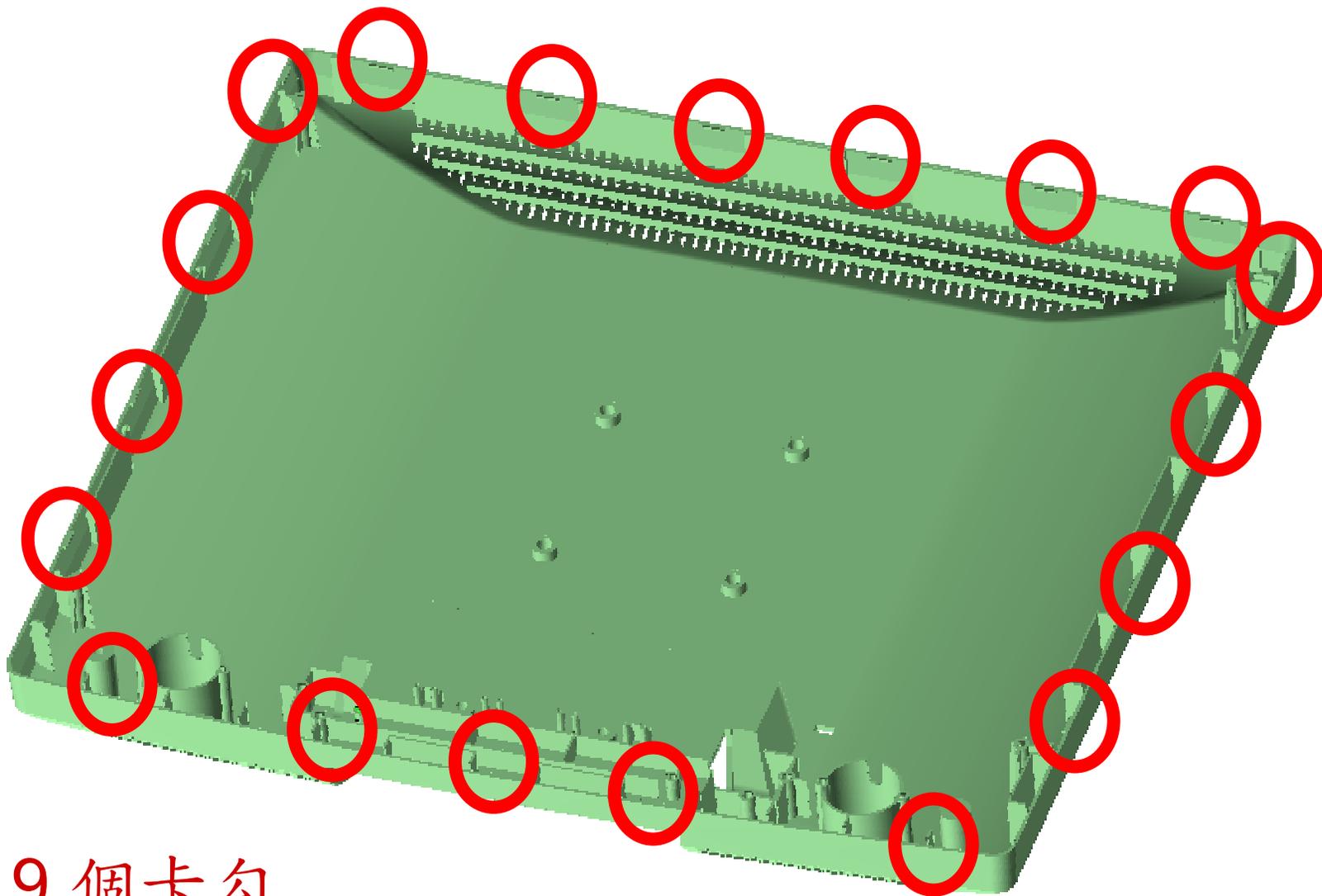
以頂針驅動斜頂。頂針上  
緣需加工成 T 型  
頂針通常使用 M8 ~ M12 規格



# TFT LCD 後殼



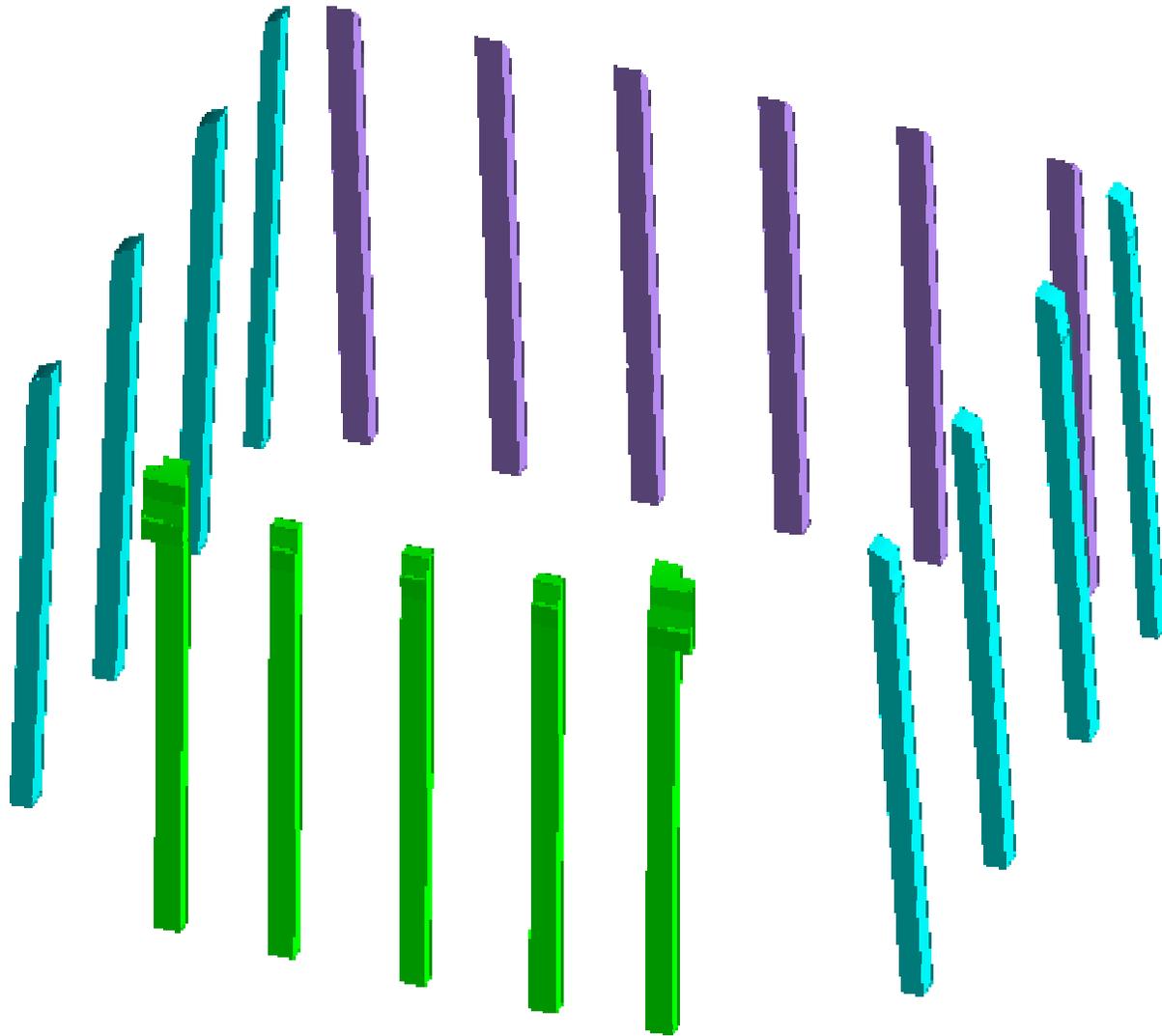
# TFT LCD 後殼 3D Model



19 個卡勾



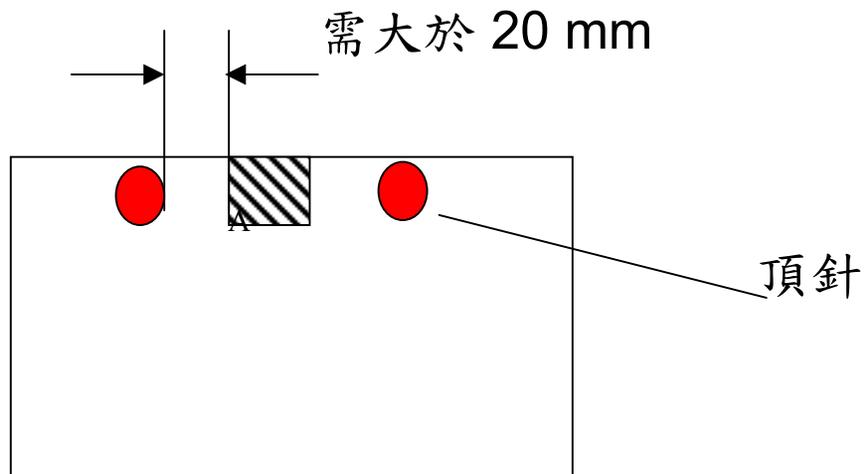
# 3D 斜銷排列圖





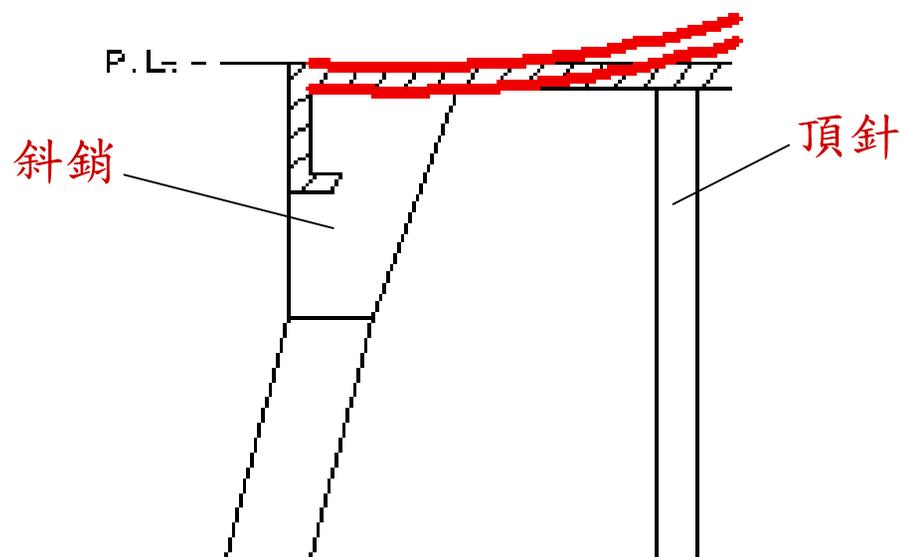
# 斜銷與頂針的關係

- 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。