

# 塑膠模設計— 塑膠加工技術介紹

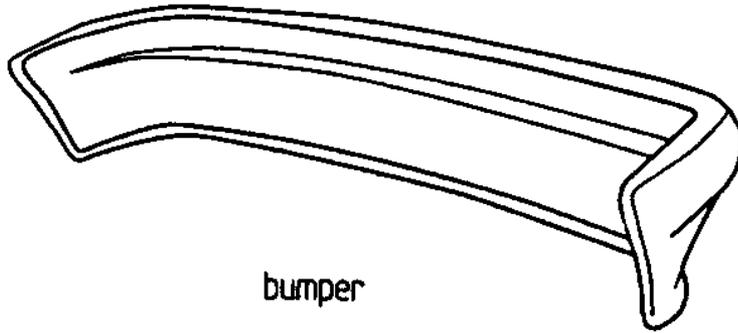
高雄應用科技大學模具工程系

吳政憲 教授

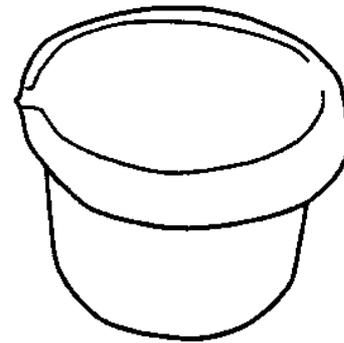
日期：98年9月22日

- 平時30%
- 期中30%
- 期末40%

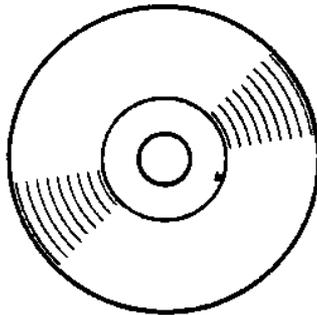
# 塑膠在生活上的應用



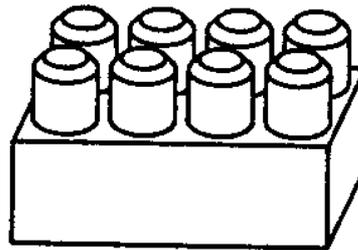
bumper



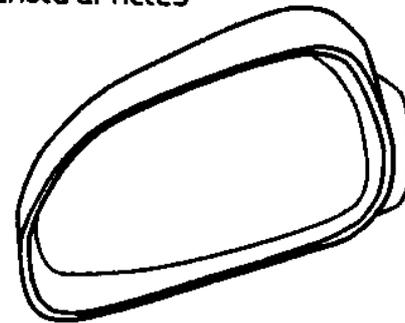
household articles



compact disc



toys



automotive parts

# 塑膠的特性

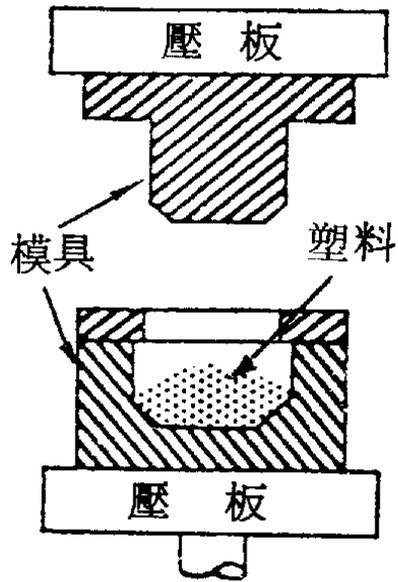
- 抗腐蝕和抗化學品
- 低導電性和低導熱性
- 低密度
- 高強度/重量比，特別是強化塑膠
- 降低噪音
- 顏色和透明度的多種選擇
- 製造容易、複雜設計的可行性高
- 成本相當低
- 其他的特性，是優點或缺點得視其應用之處而定，例如：
  - 低強度和低剛性
  - 高熱膨脹係數
  - 低使用溫度範圍(可高至350°C(660°F))
  - 低尺寸穩定度，在使用過一陣子之後

# 塑膠加工的方法

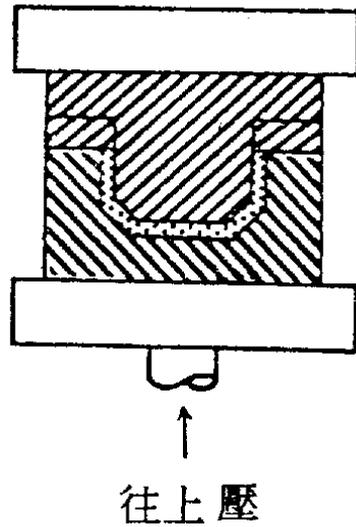
- 壓縮成形
- 擠壓成形
- 射出成形
- 吹製成形
- 壓延成形
- 反應射出成形

end

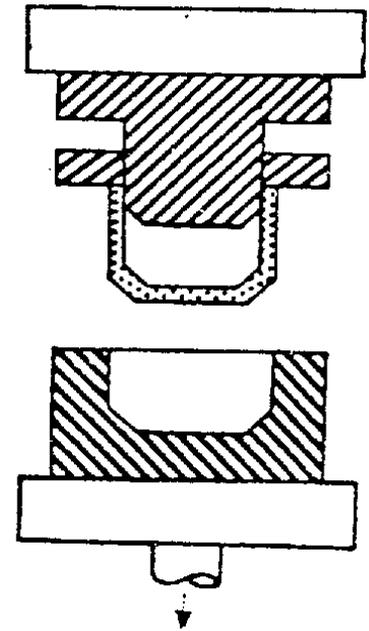
# 壓縮成形



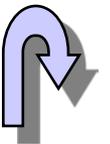
(a) 裝填塑料



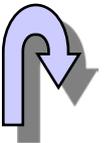
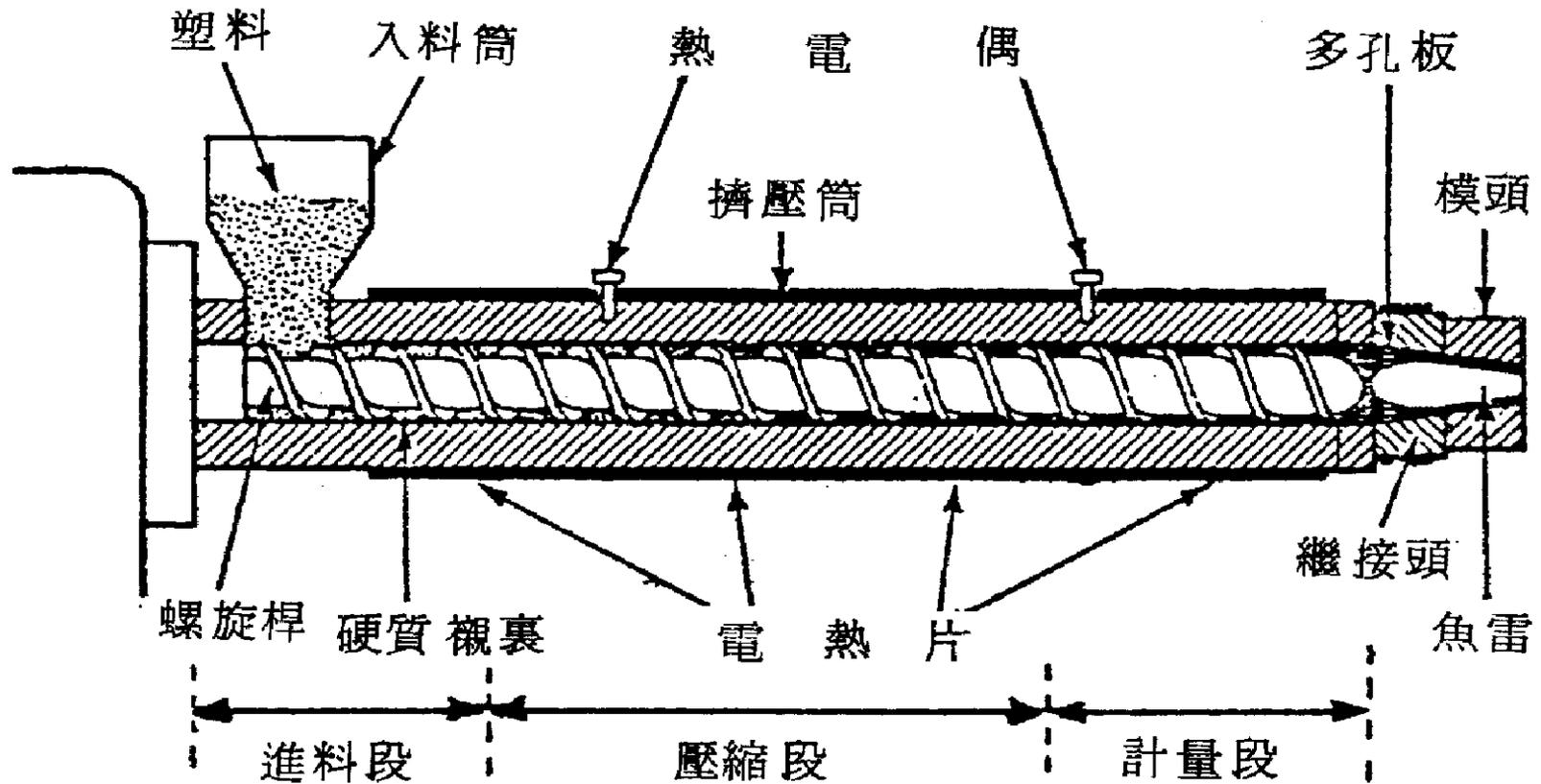
(b) 加壓加熱



鬆壓  
(c) 開模起出

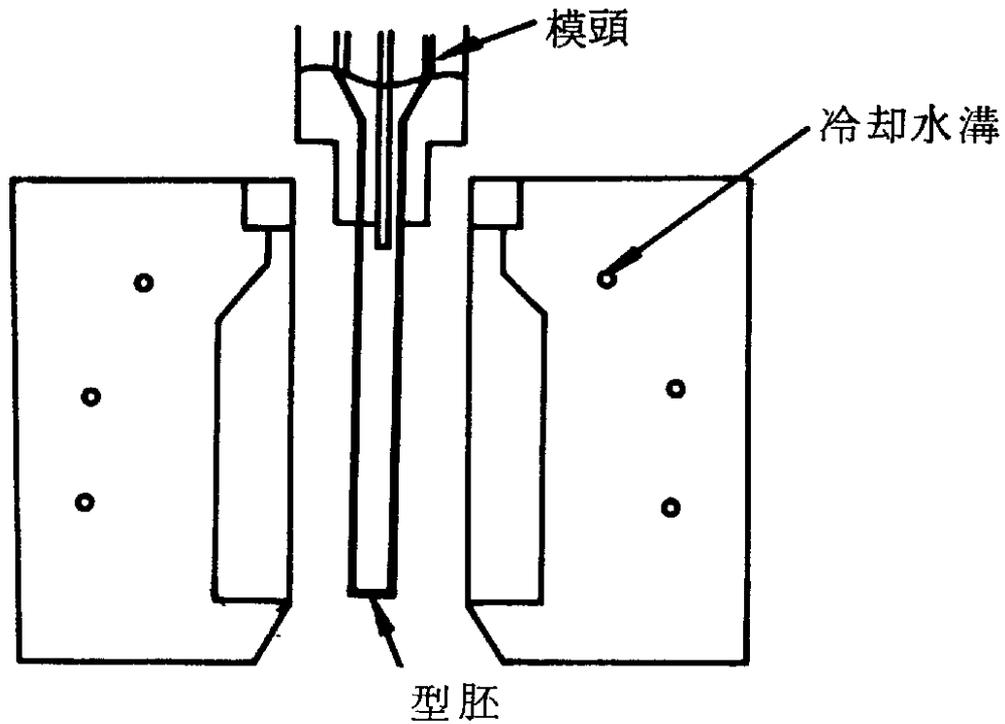


# 擠壓成形

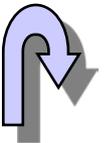
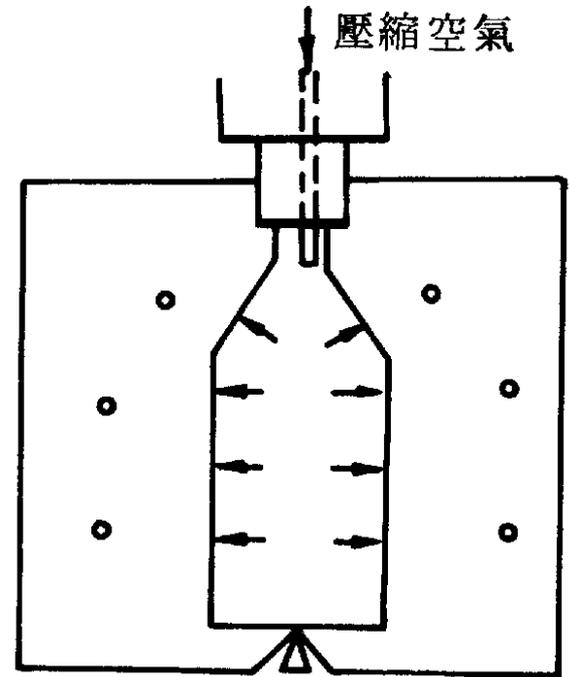


# 吹製成形

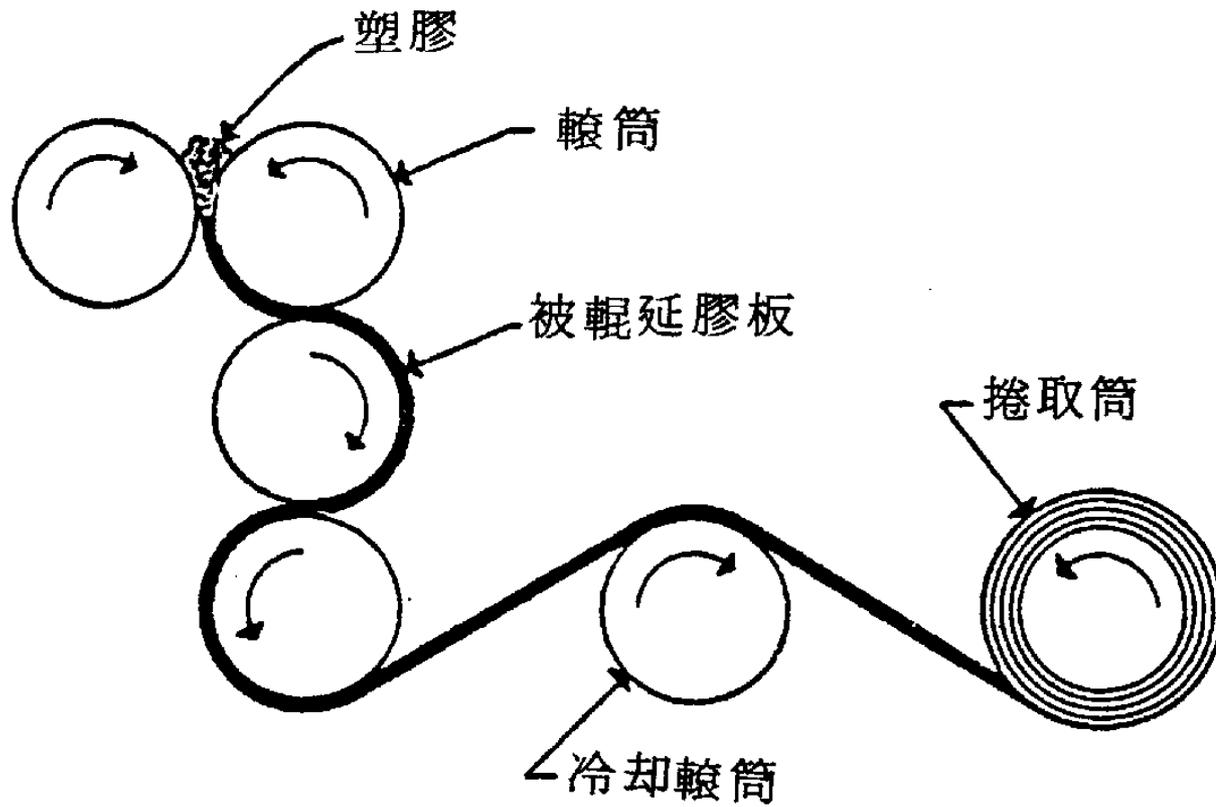
(a) 由擠壓機押出型胚



(b) 吹入壓縮空氣

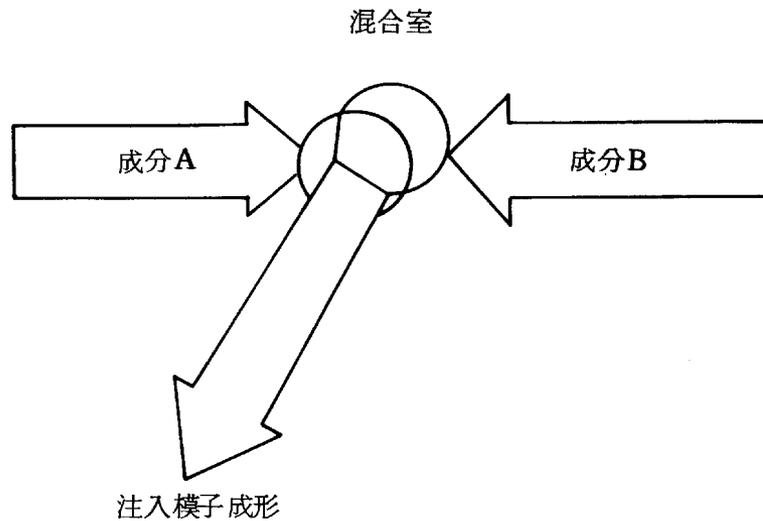


# 壓延成形

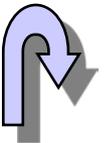
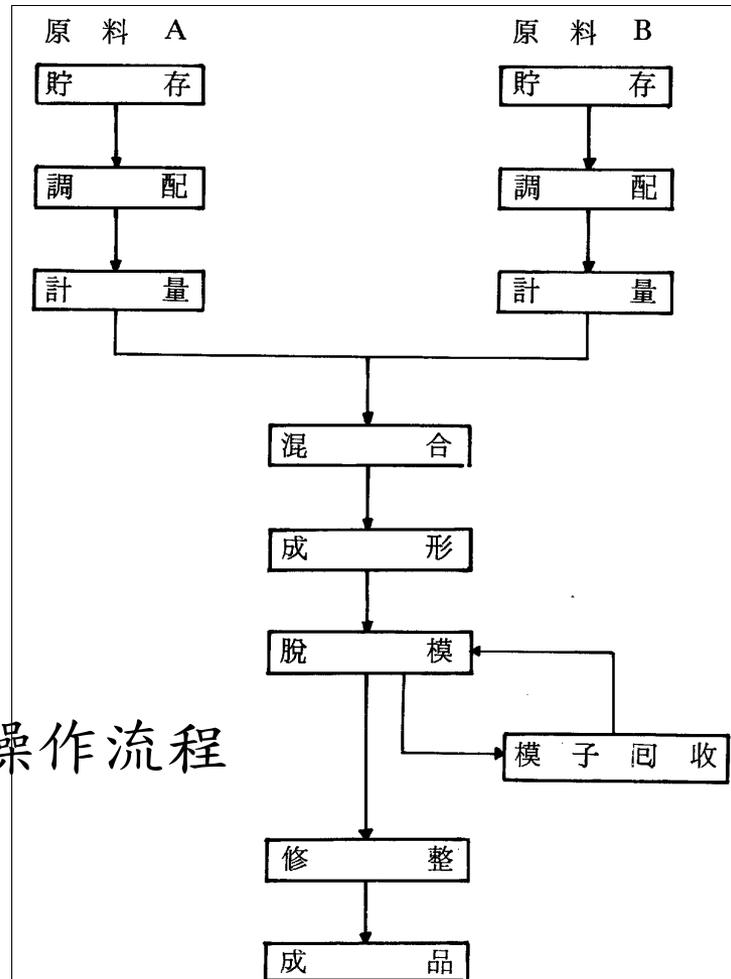


# 反應射出成形

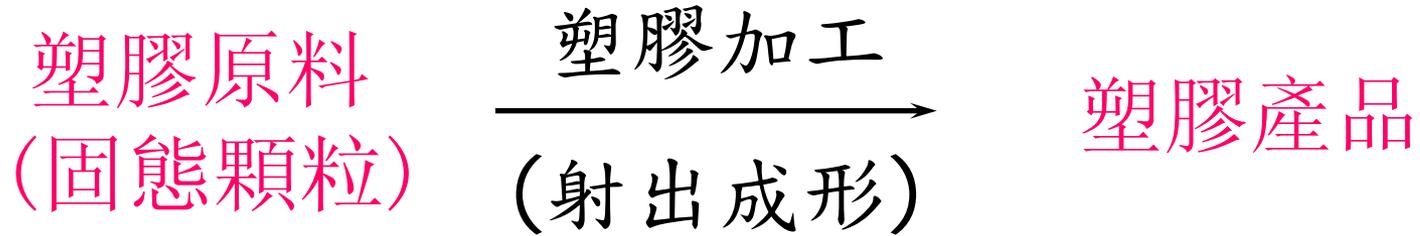
## 基本原理



## 操作流程



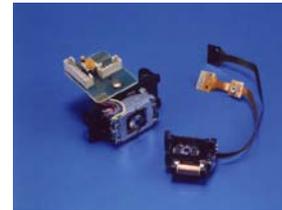
# 射出成形概念



PP



奈米尼龍6  
(尼龍+陶土  
奈米粉末)



CD/DVD  
讀寫頭

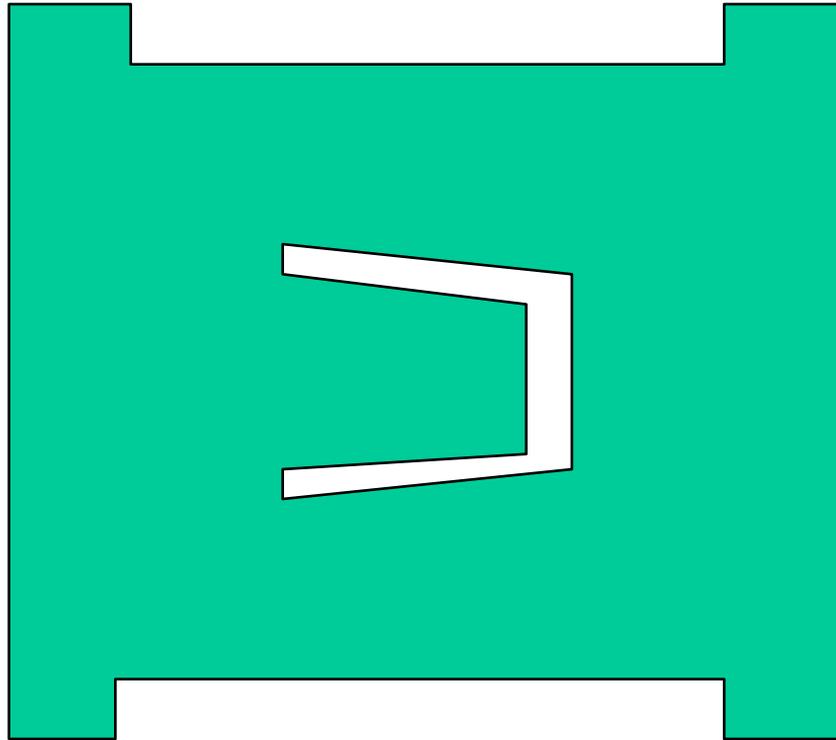


光碟片

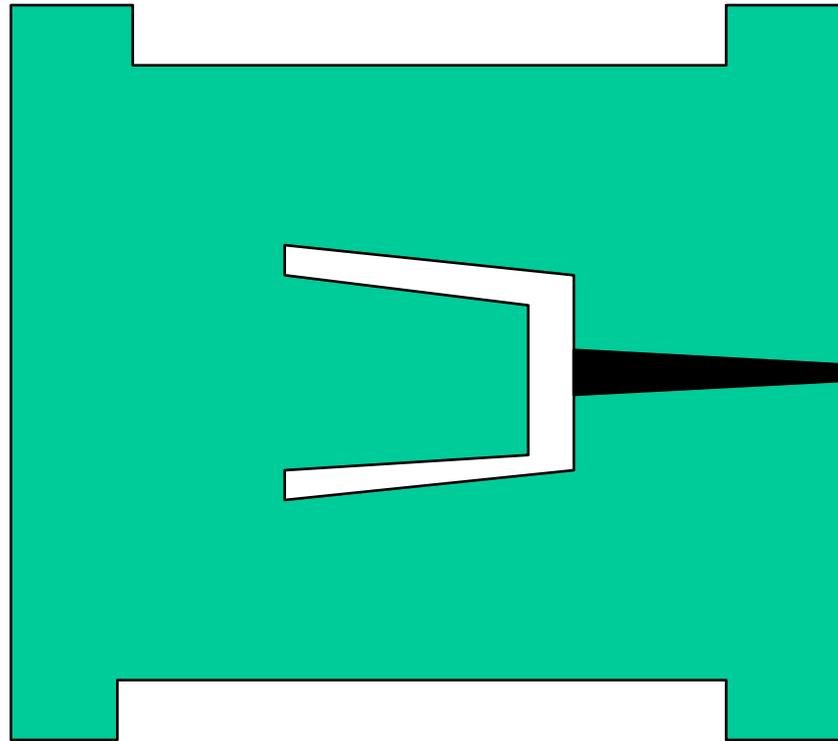


機車電瓶

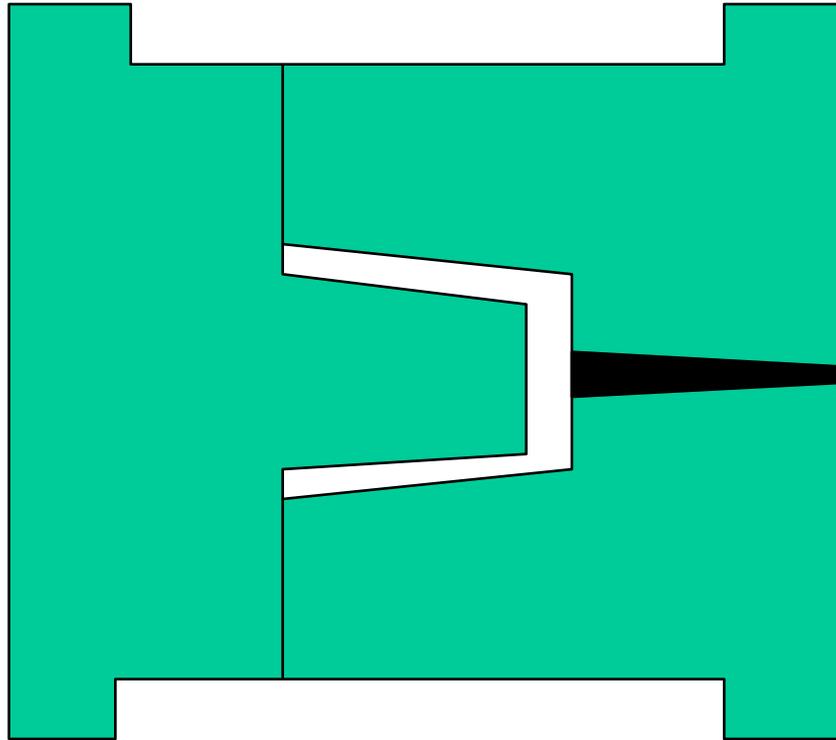
# 射出成形模具—模穴



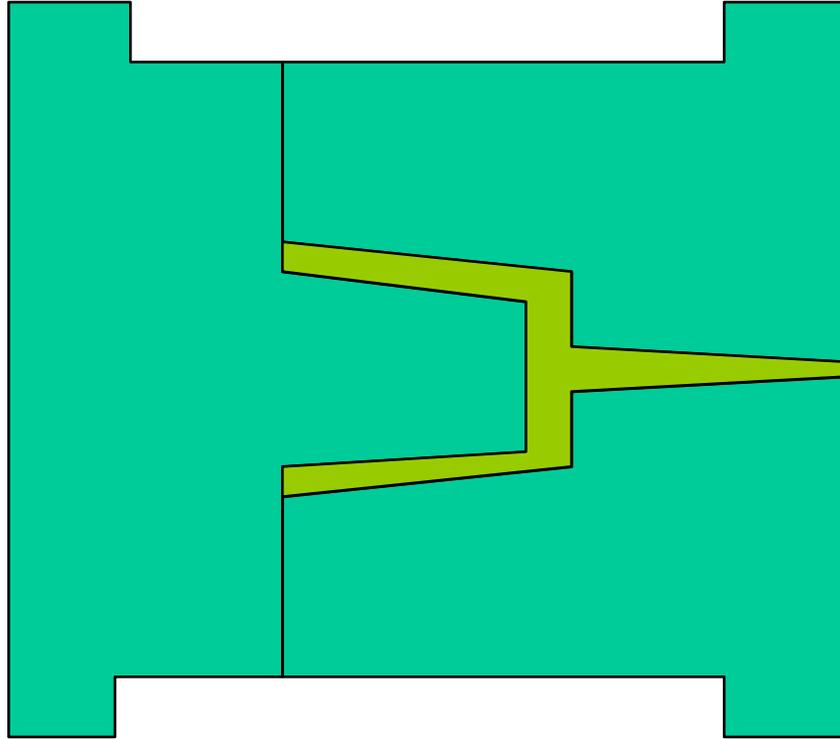
# 射出成形模具一流道系統



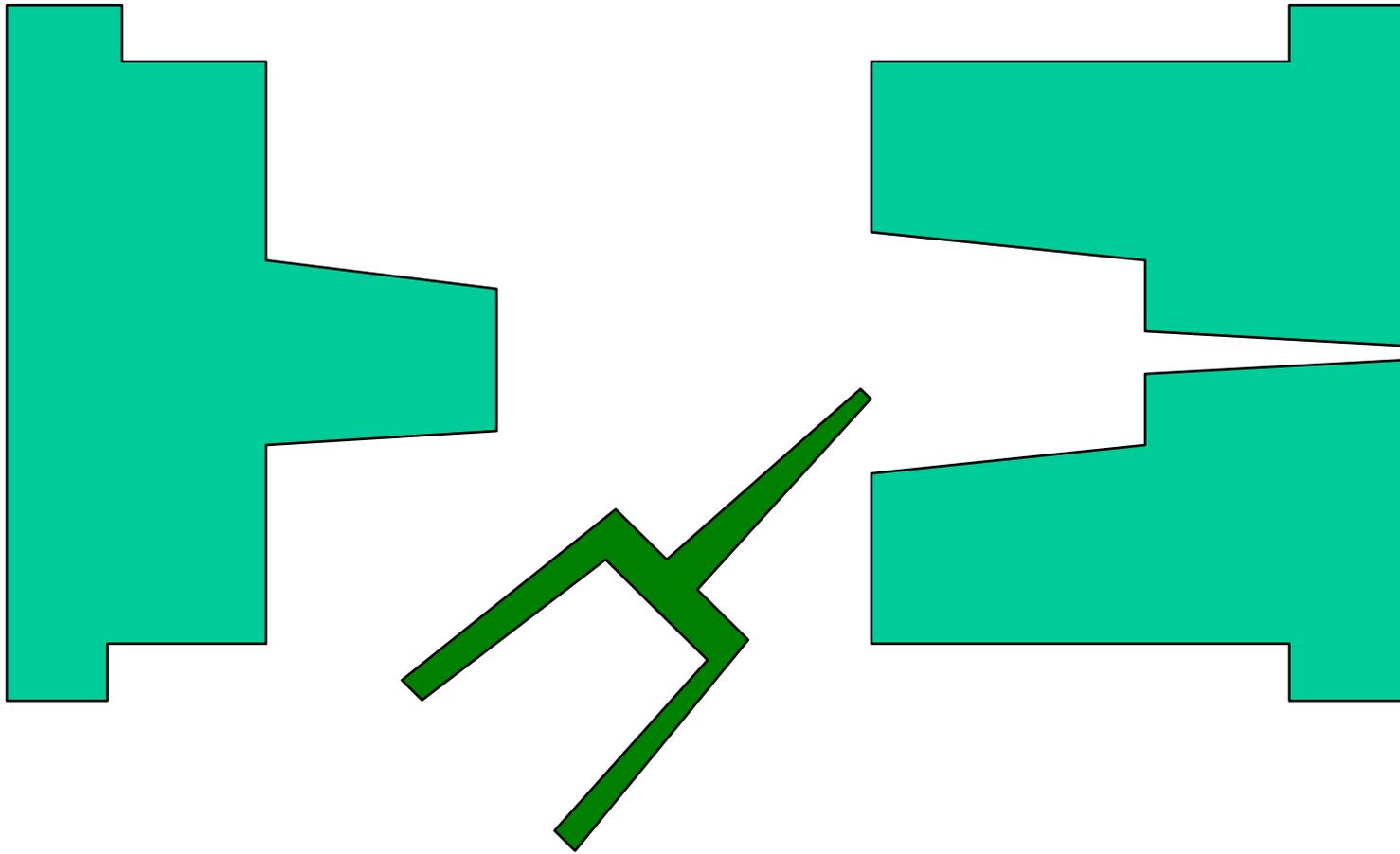
# 射出成型模具一分模面



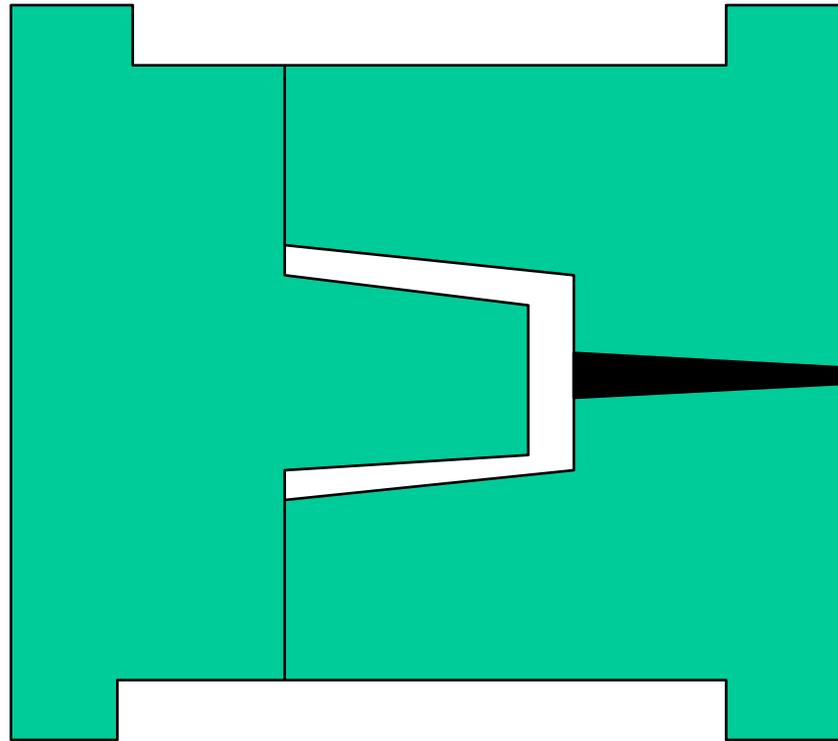
# 射出成型模具—充填



# 射出成形模具—脫模頂出



# 射出成形模具

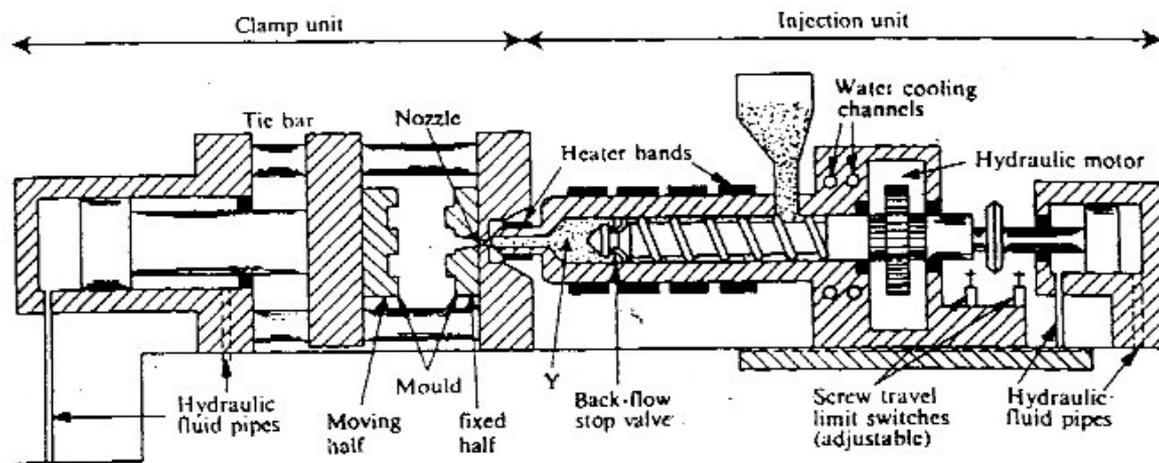


爲了 \* 提供熱量以融化塑膠  
\* 模具「閉模」、「開模」自動化  
必須有**射出成型機**來完成此任務

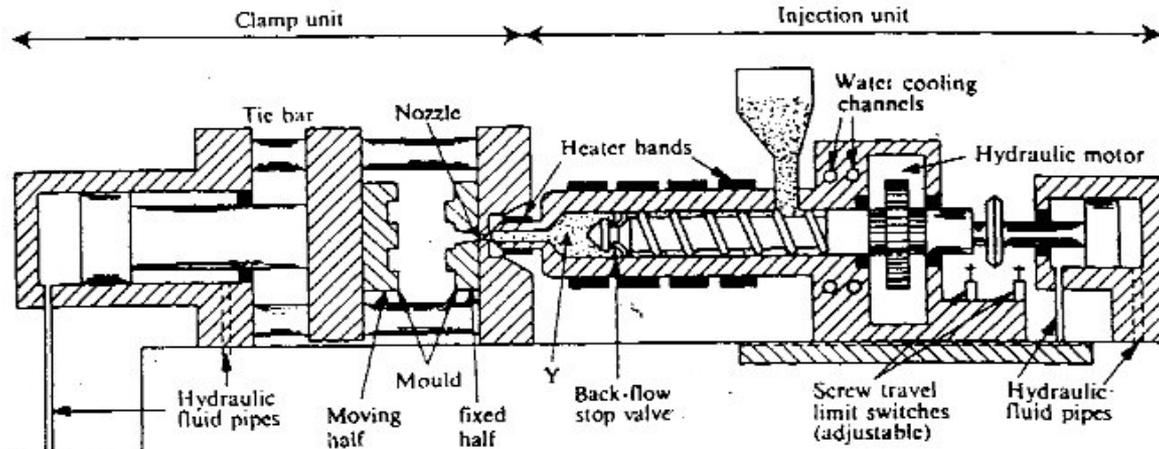
# 射出成形機

因此射出成型機必須具備兩個主要的元件

- Injection unit (射出單元)  
=> 融化塑膠並提供壓力將融膠射出
- Clamping unit (鎖模單元)  
=> 執行「閉模」和「開模」的動作

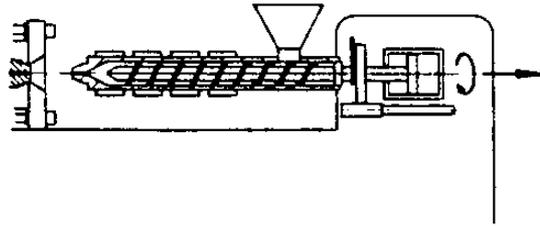


# 射出成形機

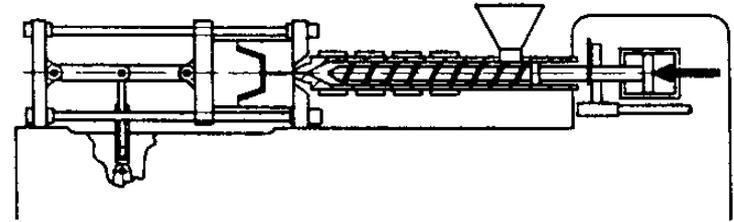


# 完整的射出成形週期

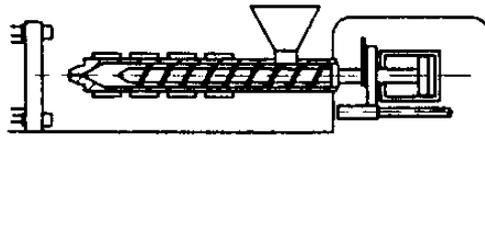
step 1: start of plastication



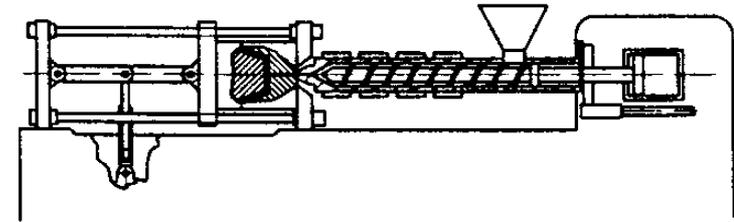
step 4: start of injection



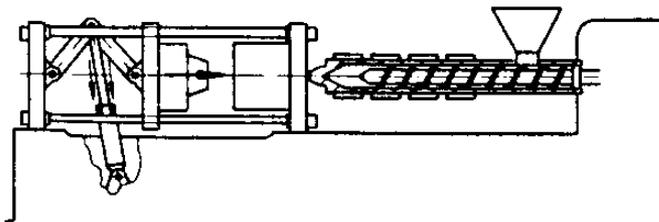
step 2: end of plastication



step 5: end of injection and cooling of the molding



step 3: closing the mold



step 6: ejection of molding

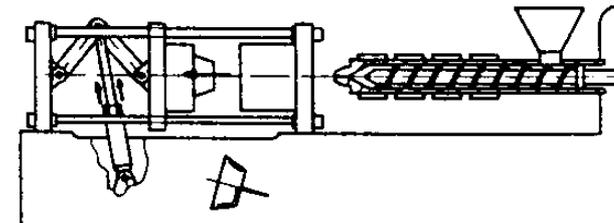


Figure 1.3 Injection molding process

# 完整的射出成形週期

1. 塑化開始：螺桿旋轉，將融膠傳遞至螺桿前端的腔室，此時螺桿一面旋轉一面往後滑動。
2. 塑化結束：螺桿停止旋轉，此時螺桿前端的腔室已有足夠材料射出成品。
3. 關閉模具：鎖模單元往前移動，使模具緊閉。
4. 射出開始：螺桿往前移動而不旋轉，將融膠傳遞至模穴內。
5. 射出結束：此時融膠已充滿模穴，融膠會冷卻收縮，因此需保壓來補充塑膠。保壓完成後，塑膠繼續冷卻，此時塑化/射出單元開始塑化和準備下一周期的材料（重複步驟1）。
6. 頂出成品：成品冷卻完後，模具打開並頂出成品，此時塑化結束（步驟2），下一成品的成形繼續進行。

# 射出成形所需的設備

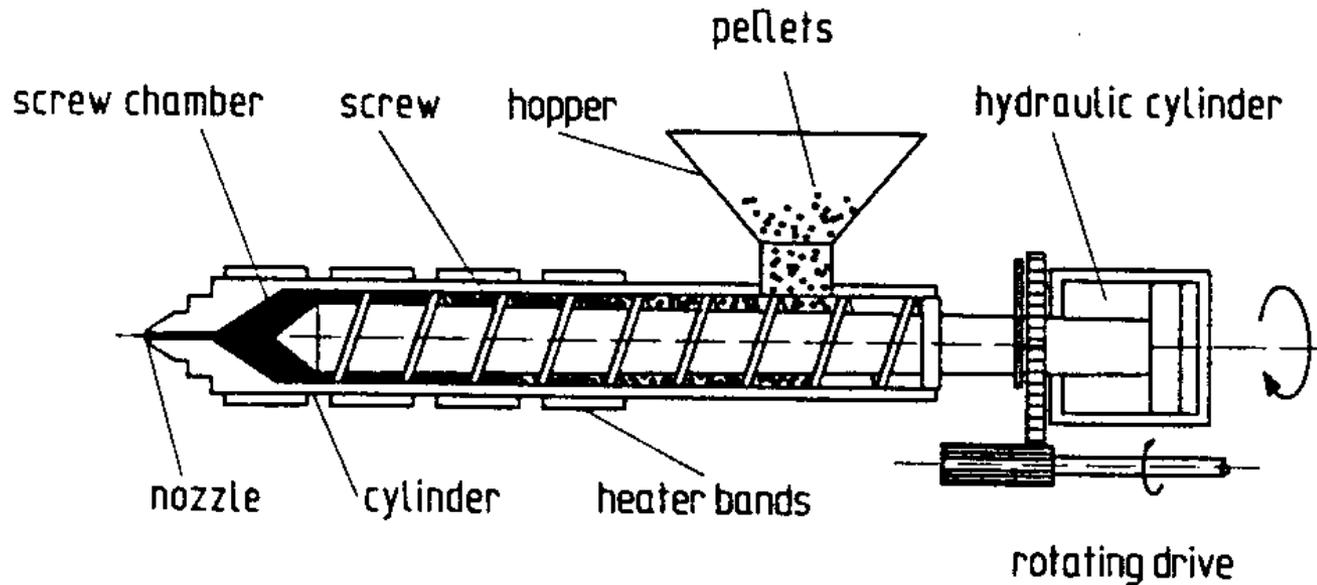
- 射出成形所需的設備包含
  - 射出成形機
  - 射出成形模具
  - 控制系統

# 射出成形機的主要元件

- 射出成形機的主要元件
  - 塑化單元
  - 鎖模單元

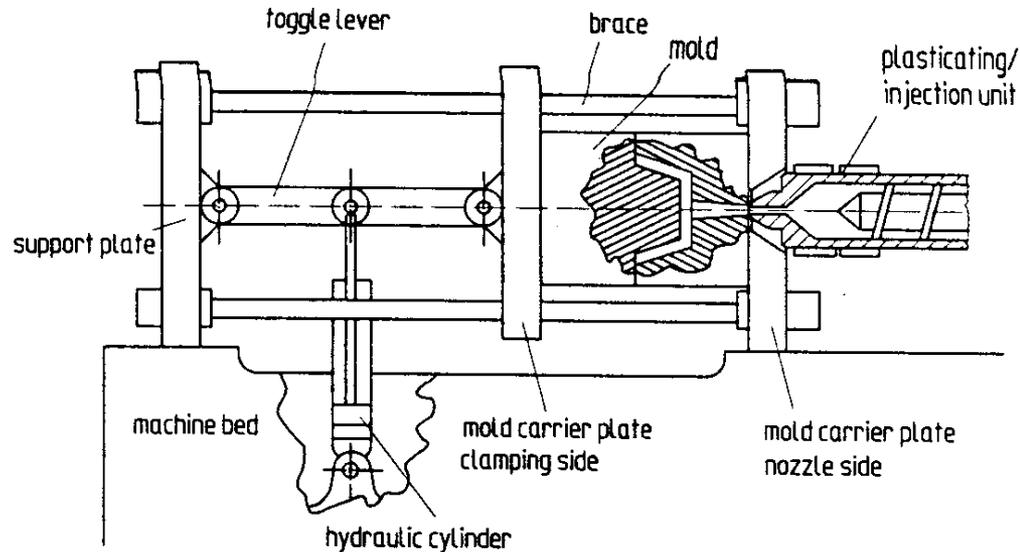
# 射出成形機的塑化單元

- 塑化單元的主要功用在溶化塑膠，並將融膠射入模穴。



# 射出成形機的鎖模單元

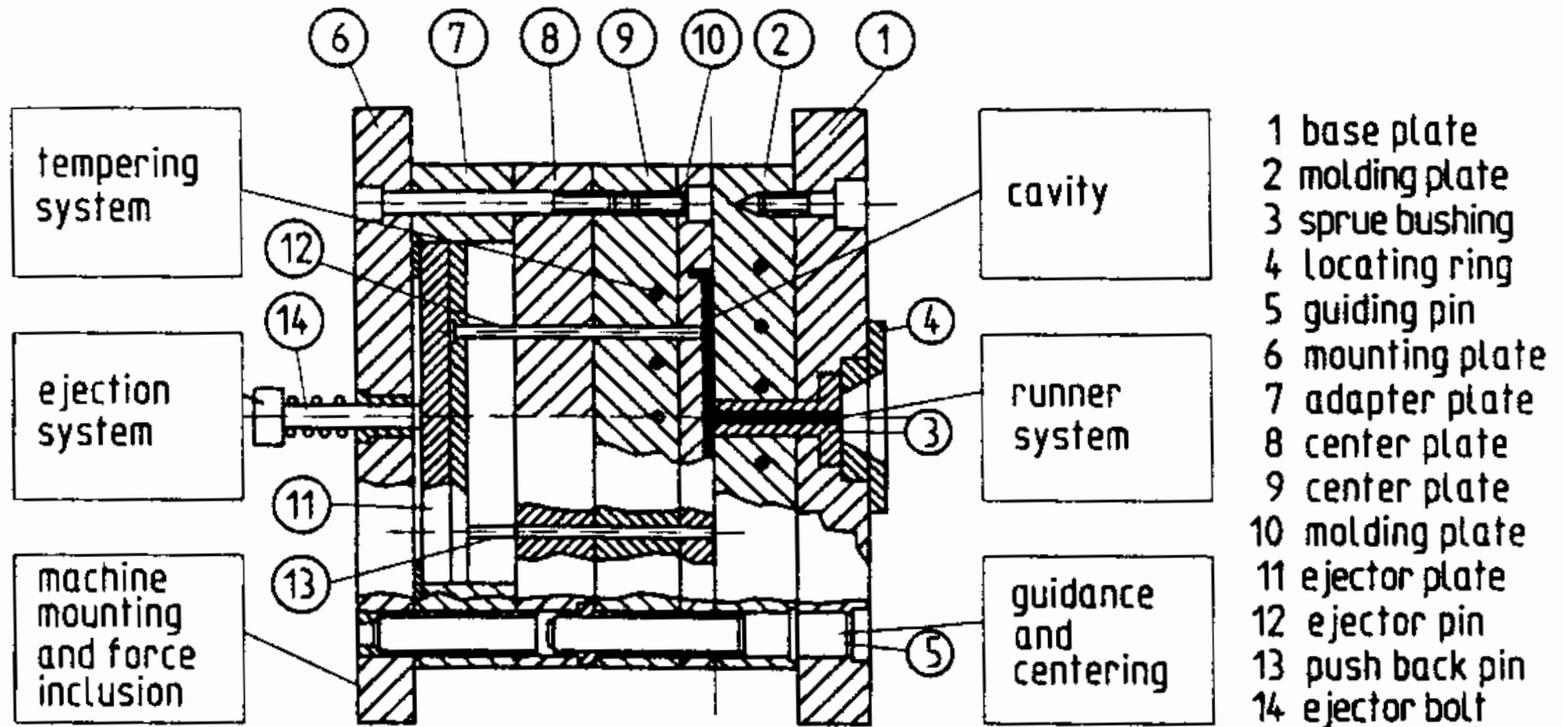
- 鎖模單元必須能夠
  - 關閉模具
  - 抵抗模壓，緊閉模具
  - 打開模具，頂出成品
- 鎖模單元包含
  - 固定支撐板
  - 移動式的模具攜帶板 (鎖模側)
  - 固定式的模具攜帶板 (噴嘴側)
  - 移動模具攜帶板的驅動源



# 射出成形模具的主要元件

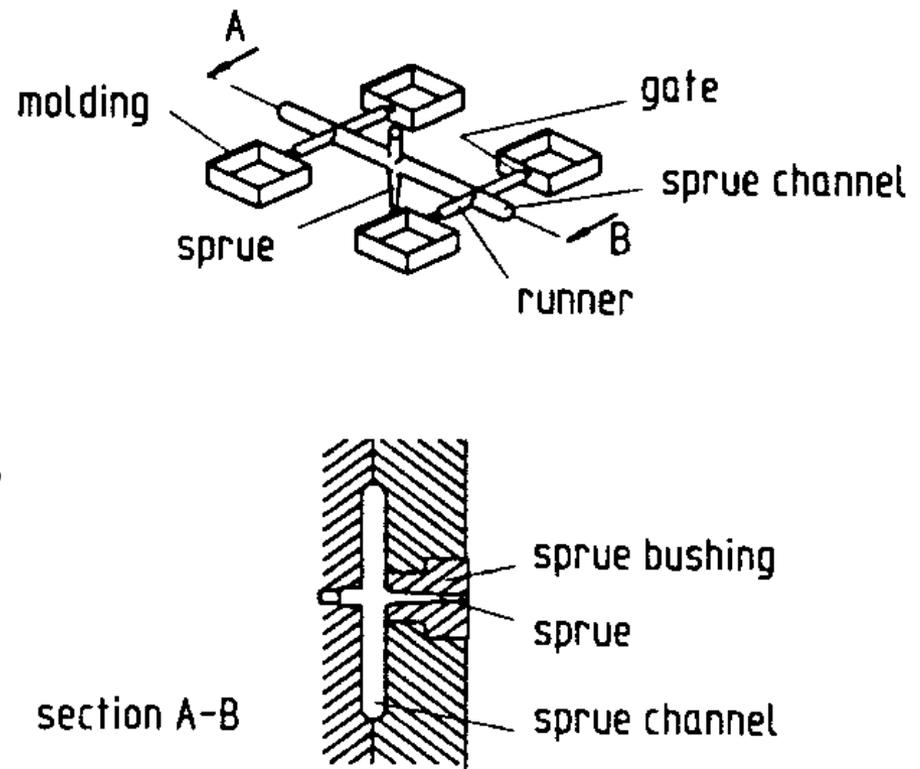
- 射出成形模具應具備的功能
  - 傳遞融膠
  - 幫助融膠成形為成品所要的形狀
  - 冷卻融膠
  - 頂出成品
- 因此射出成形模具應具備
  - 流道系統
  - 模穴
  - 模溫控制系統
  - 頂出系統

# 射出成形模具圖例



# 流道系統

射出時，塑化單元的噴嘴和澆道襯套緊密接觸，塑化單元將熱融膠壓入澆道。若為多模穴模具，融膠接著進入澆道通道，然後經由流道和澆口進入各模穴。



# 流道系統

澆口連結流道和模穴，具有相當小的截面，原因有二：

- 當流道系統要去除時，成形品的表面痕跡可降低。
- 當融膠到達流道系統時，已有相當的冷卻，因此小截面的澆口可提供額外的磨擦熱。

# 流道系統設計注意事項

- 多模穴模具流道系統設計，必須讓相同溫度和壓力的融膠同時且均勻地充填各模穴，否則即使同一射出的成品，也會有不同的品質和特性。
- 澆口應設於可避免或最小化縫合線產生的位置，若不適當的縫合線形成，結果會產生明顯的痕跡，同時也會降低機械強度。
- 澆口應儘可能設在成形件的最大厚度處，原因是此處的冷卻較慢，凝固也較晚，因此保壓可持續較長的時間。

# 縫合線

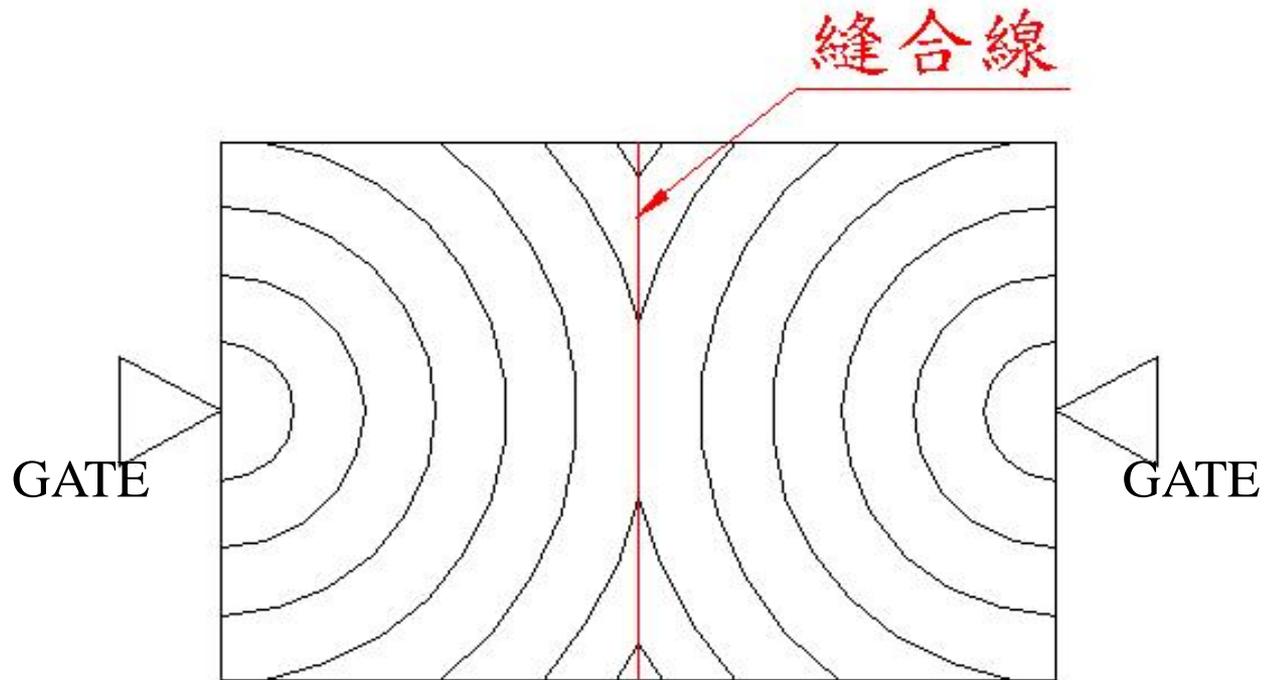
- 射出成型技術中複雜形狀和多樣性的產品，常會出現縫合線(Weld line)而造成缺陷，影響品質和強度。縫合線又稱結合線、熔接線和融接痕等，是指兩個融膠的流動波前接觸後，所形成的流痕。

# 縫合線形成的原因

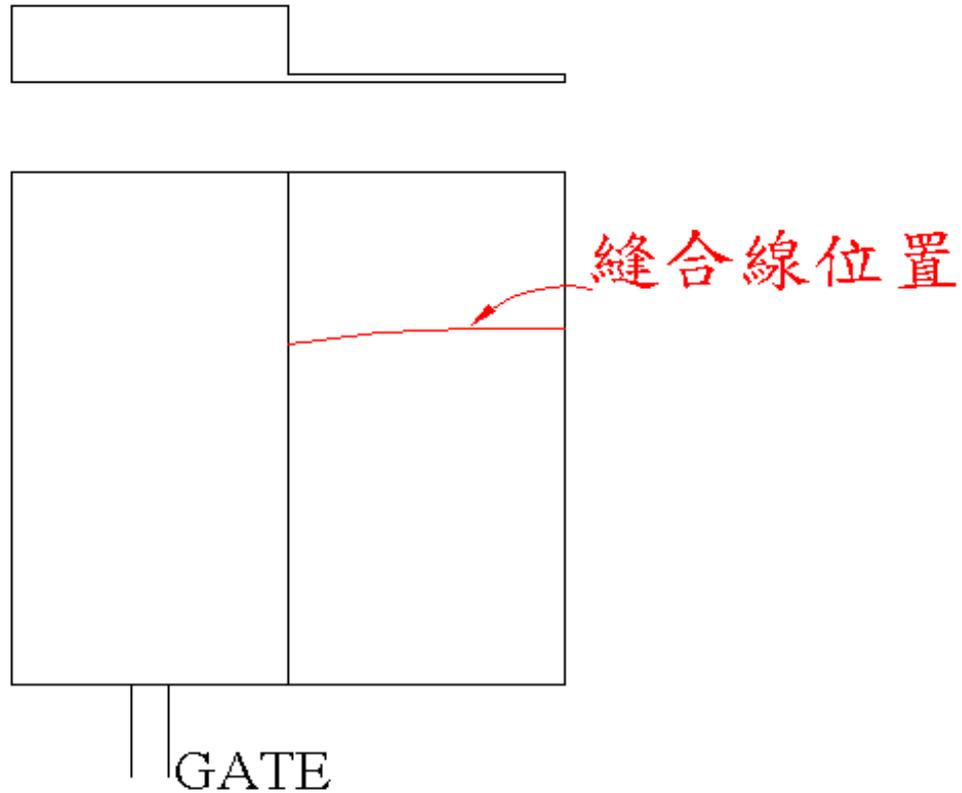
- 兩個或兩個以上的入膠口 
- 有不同的厚度變化 
- 模穴裡有障礙物如: 插針 
- 複雜形狀 

End

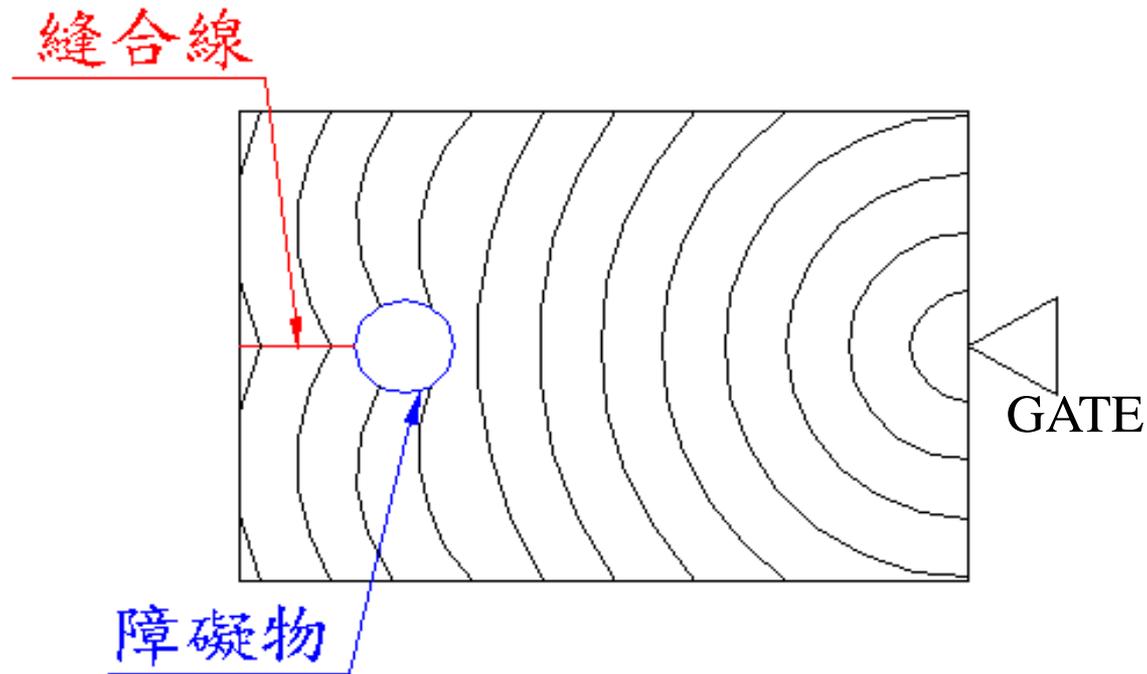
# 兩個或兩個以上的入膠口



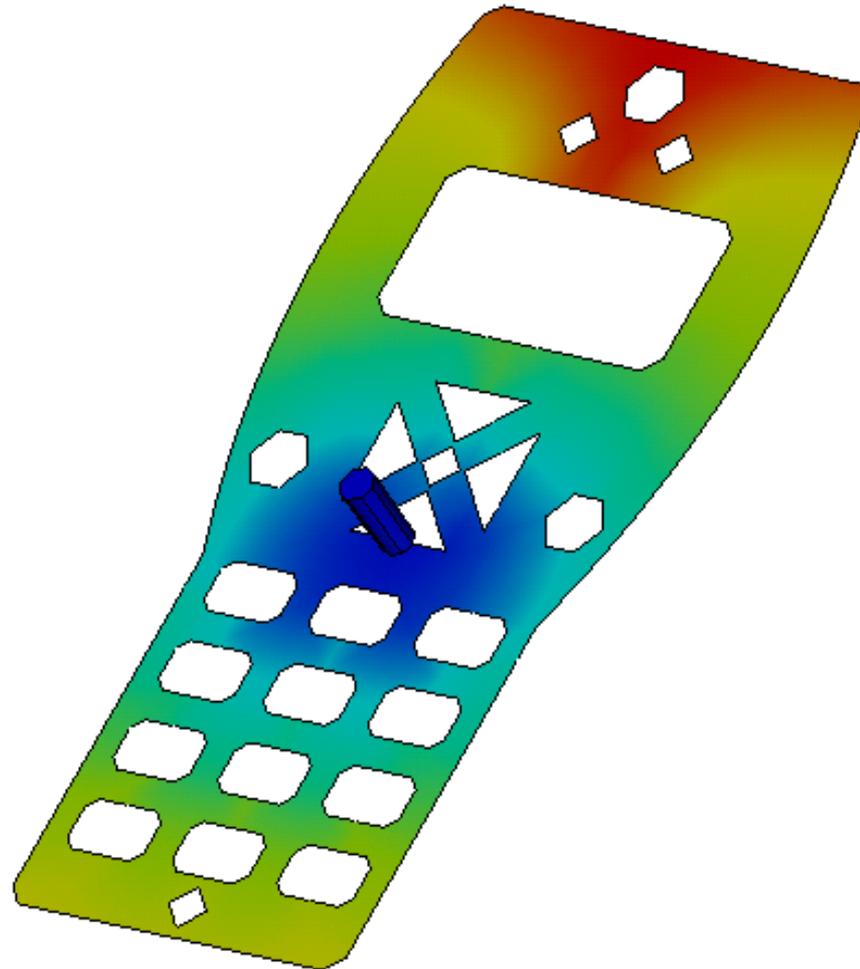
# 有不同的厚度變化



# 模穴裡有障礙物如：插針



# 複雜形狀

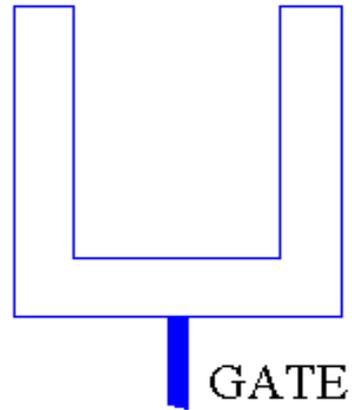
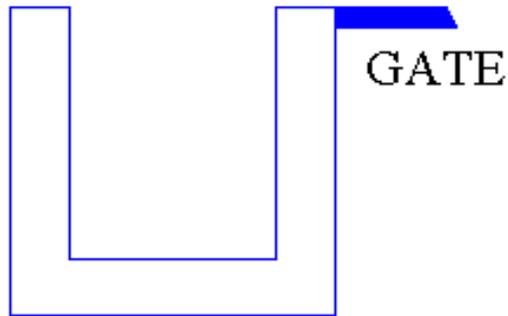
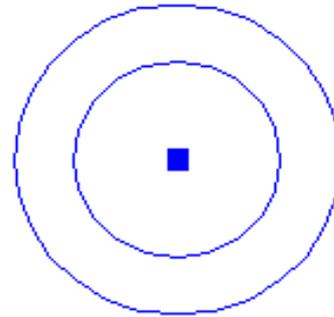
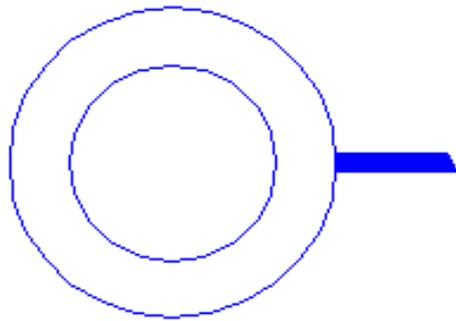


# 解決縫合線的方法

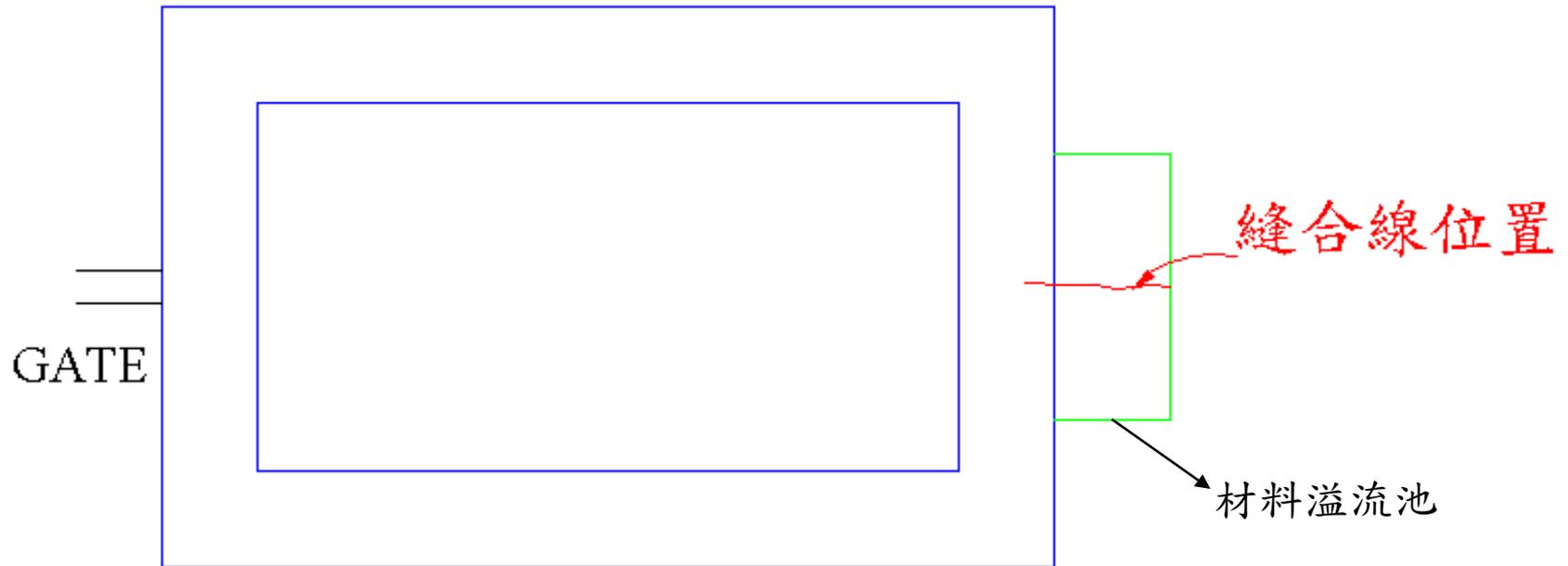
- 改變入膠口位置和數目 
- 使縫合線產生在較不重要的地方 
- 接合部設置排氣孔 
- 改變製程參數

End

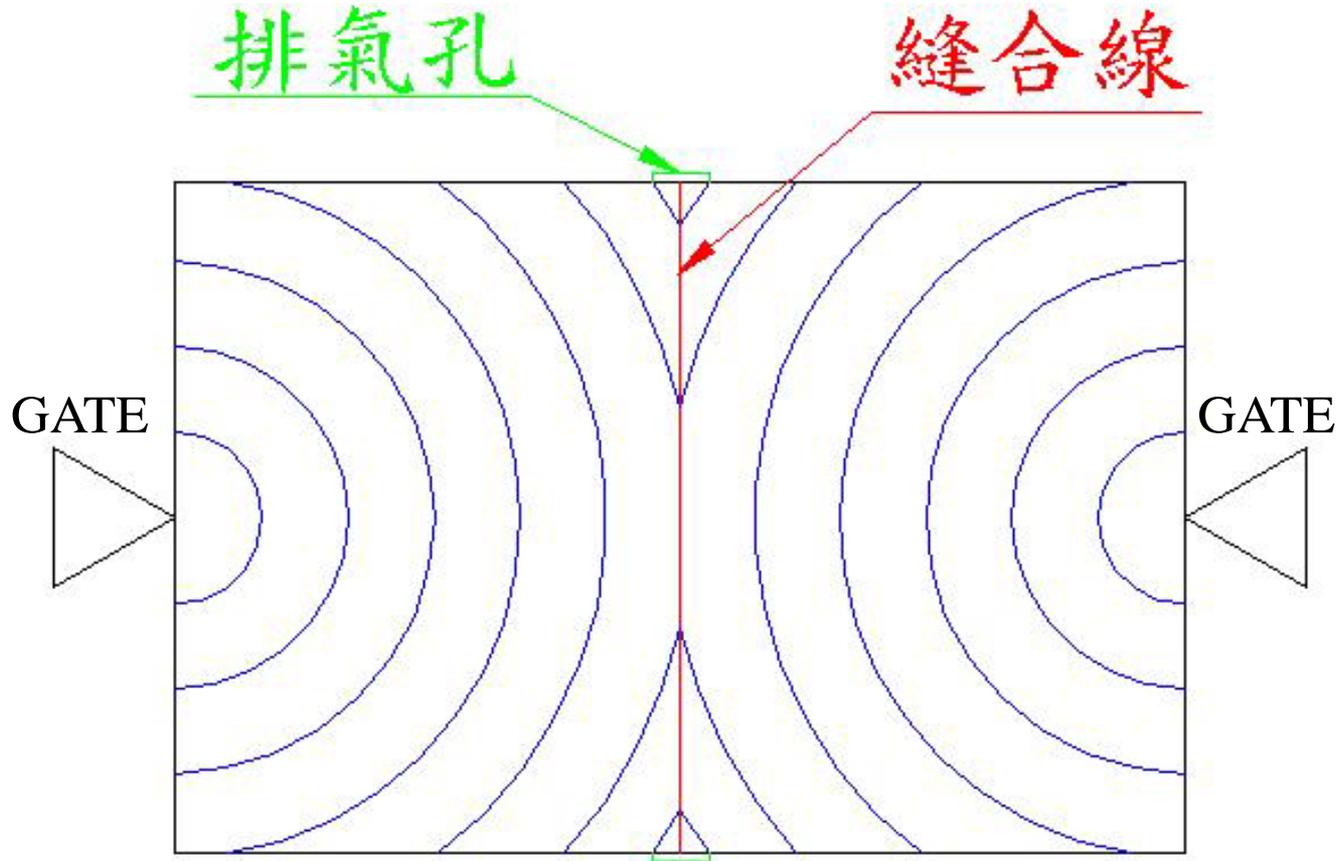
# 改變入膠口位置和數目



# 使縫合線產生在較不重要的地方

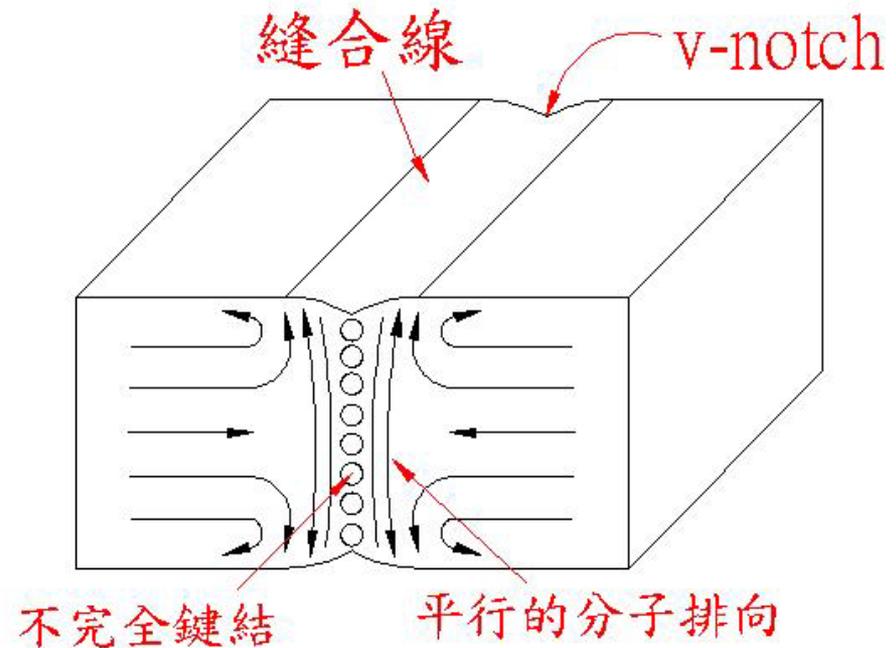


# 接合部設置排氣孔



# 縫合線強度減弱的原因

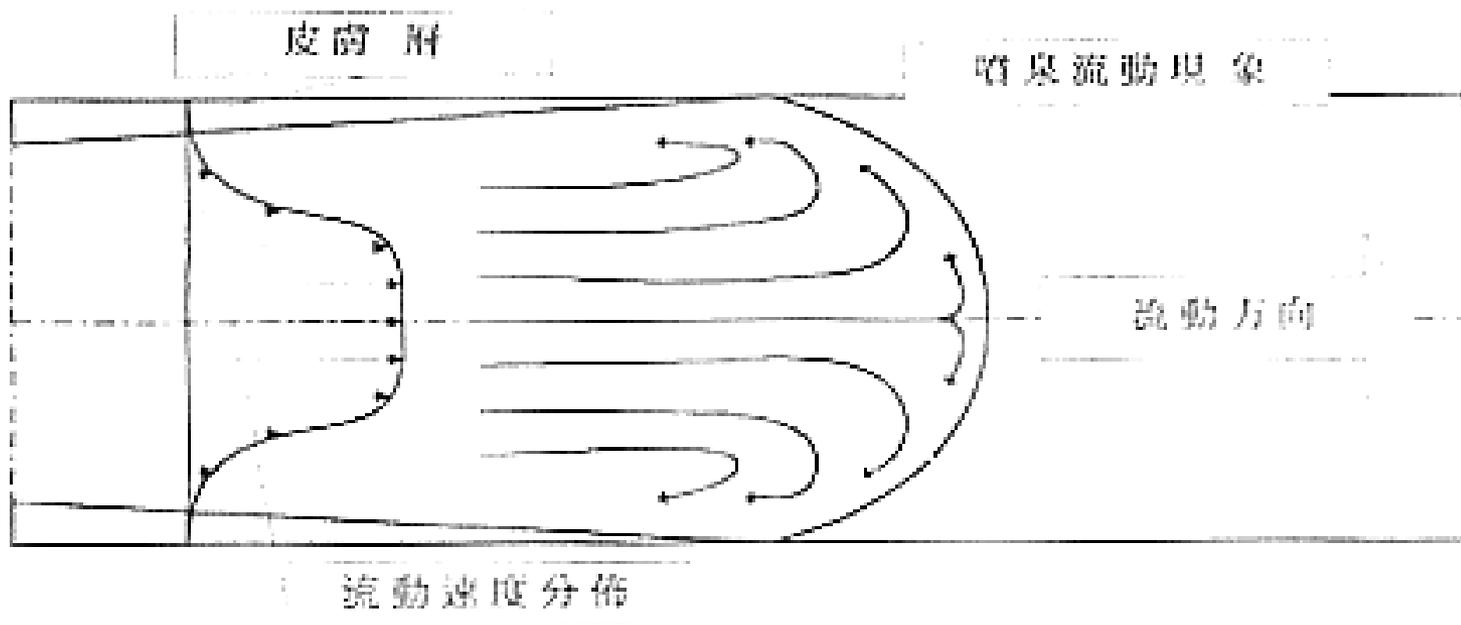
- 分子鏈間穿插糾纏情形不佳
- 融膠波前會產生噴泉效應 (Fountain Flow) 
- 空氣及雜質使縫合線表面產生V形的缺口(V-notch)



End

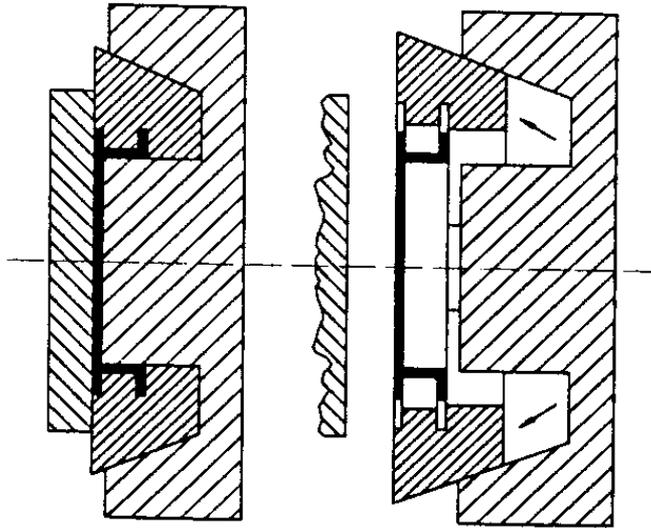
# 噴泉效應

## 噴泉流動與皮膚層



# 模穴

- 模穴代表成品的負形狀，可分配融膠、成形，提供成品的最後形狀。射出成形件常有複雜形狀，有時還會有undercut，模具必須採用可滑動的模壁。



# 模溫控制系統

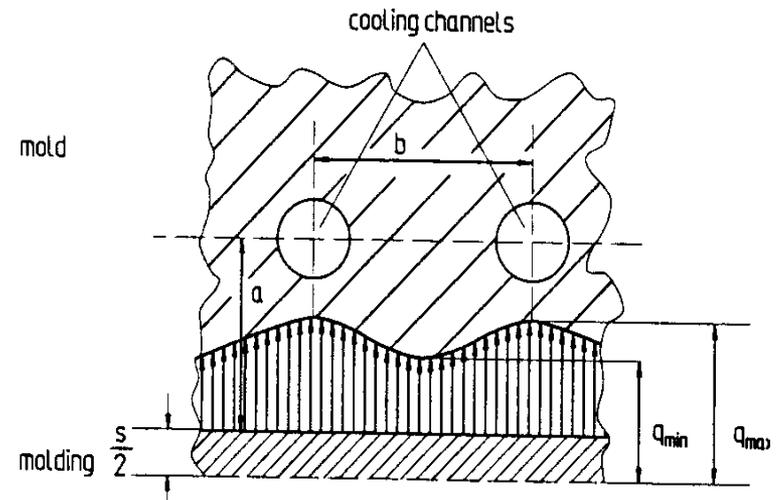
- 模溫控制系統的主要任務是冷卻融膠，幫助融膠固化以便頂出。冷卻時間佔成形週期的大部分，直接影響製程的經濟性，因此冷卻時間的估計對生產成本的預估非常重要。
- 熱塑性塑膠加工，必須將塑膠從 $200^{\circ}\text{C}$  ~  $300^{\circ}\text{C}$ 之間的膠溫冷卻至 $50^{\circ}\text{C}$  ~  $110^{\circ}\text{C}$ 之間的頂出溫度。

# 模溫控制系統

- 對熱塑性塑膠而言，要縮短冷卻時間，可
  - 降低融膠溫度
  - 降低模具溫度
  - 提高頂出溫度
- 但有其限制，因為品質會受到影響，
  - 降低融膠溫度會導致射出壓力增加，同時降低縫合線的品質。
  - 降低模具溫度會降低成品的表面品質。
  - 頂出溫度過高時，頂出會導致成品的變形。

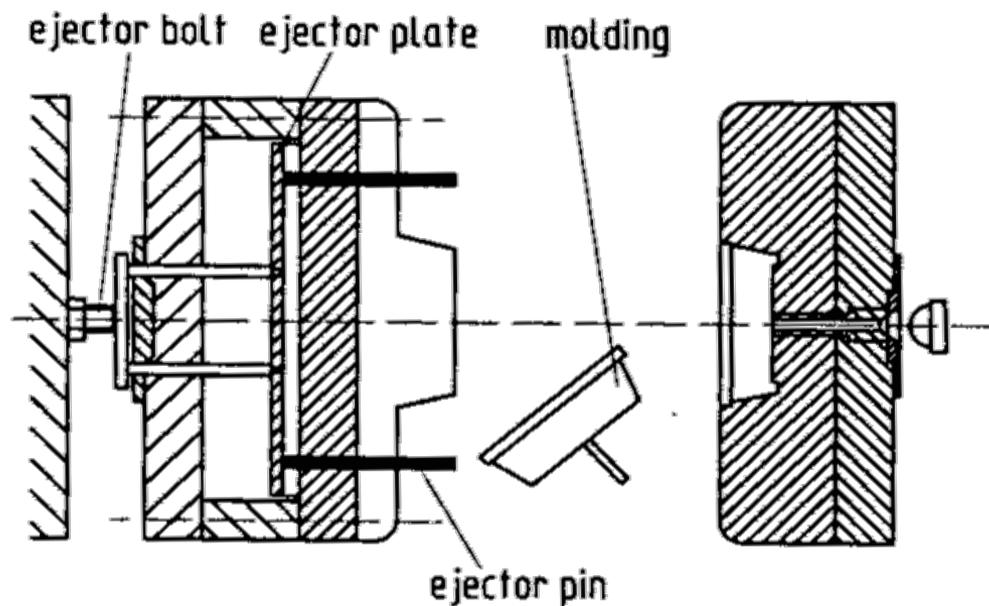
# 模溫控制系統

- 模溫控制系統所需達到的另一要求，是模穴需具備均勻的模壁溫度。要有均勻的冷卻，首先要減少冷卻液進入和流出模具的溫差，其次要減少模壁到冷卻通道距離的差異。



# 頂出系統

- 模具打開後，可手動拿出成品，也可利用頂出系統，在開模時將成品推出。依成品幾何形狀不同，埋在模具內的頂出器可為頂針式或環狀式，當模具打開時，頂出器會被推向前，而頂出成品。



# 控制系統

- 射出成形機有廣泛的控制裝置，以保持正確的操作步驟。在整個製程中必須監控的值包括
  - 塑化單元和模具的溫度
  - 塑化單元、螺桿和模具的位置
  - 射出時螺桿的速度、合模時模具的速度
  - 保壓時的壓力、鎖模力(液壓鎖模系統)
- 控制系統不只要監控這些數值，也必須控制各個單元，以得到協調的作動。
- 現代的射出機採用熱電偶、位移感測器和壓力感測器來量測溫度、位置、速度和壓力，得到的訊號經轉換並記錄在電腦內。
- 根據輸入的數值，控制程式引導出特定的一些動作：舉例來說，若塑化單元的溫度太低，加熱帶就會開始加熱；塑化時若螺桿已到達設定的位置，控制系統就會關閉閥門，以停止螺桿的轉動。