

## 110 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：四等考試

類 科：機械工程

科 目：機械製造學概要

黃易老師解題

一、請繪圖並說明製作渦輪機單晶葉片 (single-crystal blade) 的原理與程序。(20 分)

### 【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第二章鑄造之特殊鑄造法的脫蠟鑄造。

### 【擬答】

- (一)單晶葉片是只有一個晶粒的鑄造葉片。單晶鑄件可以用與定向凝固相同的設備和工藝製備，與定向凝固鑄件的區別只在於在水冷底盤的上部加入選晶器或仔晶，以便控制單一晶體進入鑄件。
- (二)單晶葉片的鑄造大多數渦輪葉片是通過熔模鑄造(或脫蠟工藝)製造的。
- (三)脫蠟鑄造首先用蜂蠟、松香和牛油混合的蠟料雕出要鑄造的產品(蠟型)，然後往蠟型上澆粘土澄洗出的泥漿，撒石英砂、碎植物纖維、鋸末屑等。待乾燥後再澆粘土和黃泥混和澄洗出的泥漿，再撒砂子。反覆多次在蠟型外製好型殼後，將型殼拿到火上加熱。蠟遇熱融化成液態，從型殼中流失。此後將型殼燒結(不能陶化，故而燒結溫度一般不超過 800°C)，再向型殼內倒入融化的金屬液體進行鑄造。冷卻後敲掉型殼，就得到了和蠟型形狀一模一樣的鑄造產品，製造流程如圖 1-1 所示。
- (四)高溫合金的單晶葉片目前是通過著名的布里奇曼(Bridgman process)工藝生產，如圖 1-2(a) 所示，布里奇曼爐由一個上模具加熱室和一個帶牽引室的下室組成。這兩個室由輻射擋板隔開。當達到合適的真空度時，模具被提升到加熱室中，加熱室通過石墨加熱器保持在液相線以上的溫度。澆注後，含有合金熔體的殼模以程序化的速度從加熱區通過擋板進入爐子的冷卻區。拔出速率通常設置為每分鐘幾毫米，以允許固/液界面沿鑄件逐漸發展。這種方法最初在定向凝固工藝(Directional solidification process)中用於生產柱狀晶，柱狀晶在拉長方向上被拉長，從而不存在橫向晶界。在這個過程的一個變體中，晶界被完全去除。通常通過在刀片底部和啟動器頂部之間添加晶粒選擇器來去除晶界。穀物選擇器通常呈豬尾狀螺旋的形式(圖 1-2(b))。鑑於選擇器的橫截面並不明顯大於晶粒尺寸，因此只有單個晶粒進入鑄件的型腔，然後以單晶形式存在。或者，可以將種子引入鑄件的底部，只要選擇的加工條件使得種子不完全重熔並且生長以與種子的方向一致的方向發生。因此，然後將形成從葉片的底部到頂部的定向凝固的單晶結構。

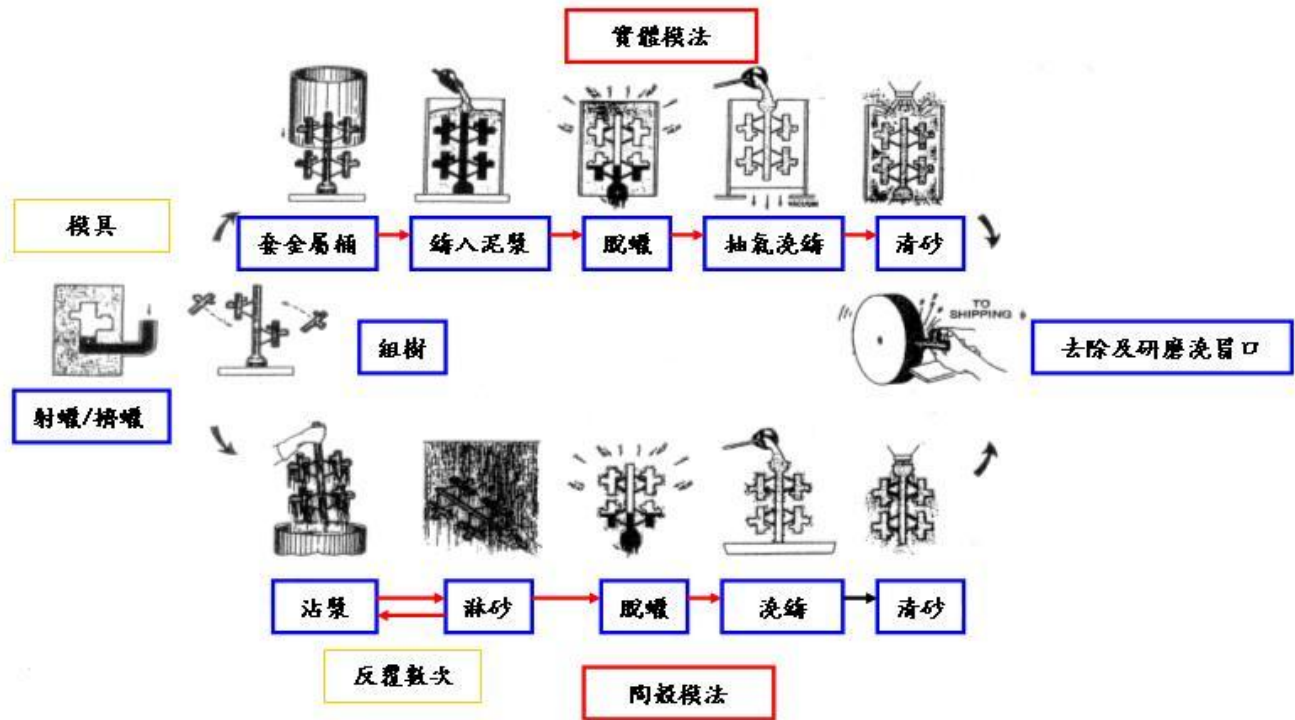


圖 1-1 脫蠟鑄造製造流程

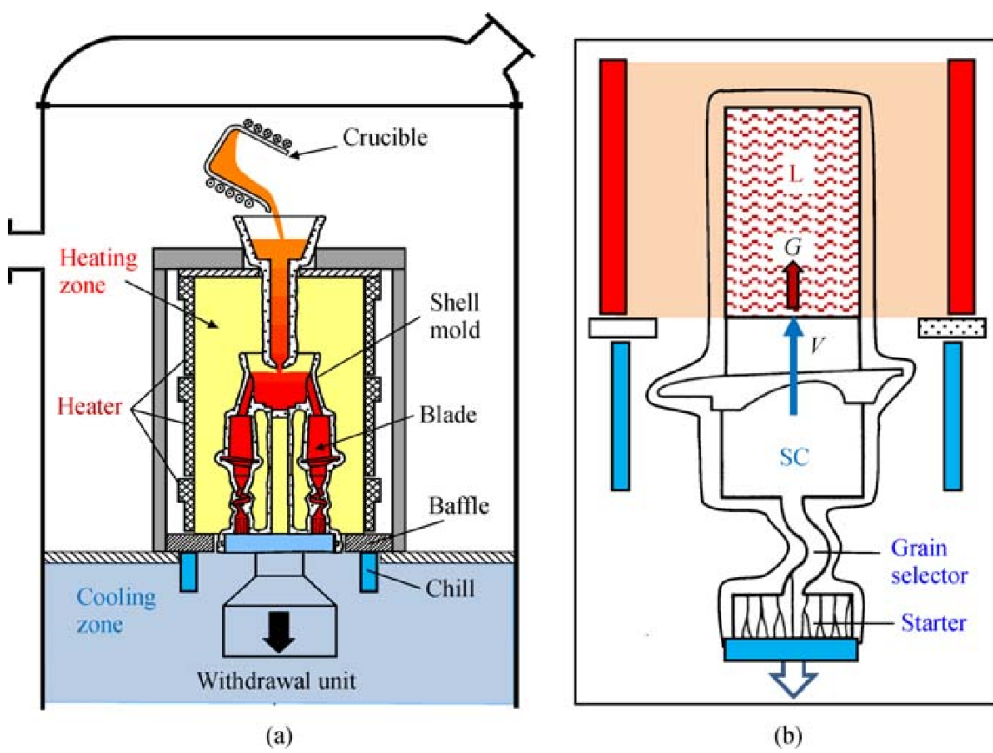


圖 1-2 (a)布里奇曼爐的示意圖；(b)使用晶粒選擇器的單晶固化

二、平板軋軋 (flat rolling) 之軋軋力過大會造成軋輪顯著的撓曲及平坦度問題。請列舉五種可減少軋軋力的方法。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第三章塑性加工之滾軋加工法。

【擬答】

軋軋(Rolling)是將金屬置入兩相對轉動之滾輪模具間，藉摩擦力的帶動而前進，金屬軋軋中摩擦現象會增加軋軋力，並使軋輪發生撓曲現象，可以降低軋軋力的方法有：

- (一)減小工作軋輪的直徑，如行星式軋軋機、叢集式軋軋機等；
- (二)提高軋軋製程中的軋軋溫度；
- (三)對於材料施予前後張力；
- (四)減少每道次軋軋的減縮比；
- (五)增加潤滑效果以減少摩擦。

三、請列舉五種在車床上所能加工的切削方法，並繪製這些切削方法的示意圖。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第六章車床加工法。

【擬答】

- (一)車外徑：工件依刀具溜座上車刀移動的軌跡，在工件外表面車削出所需的形狀及尺度。
- (二)車槽與切斷：車槽是在工件車製凹槽；切斷用於將長桿材料上完成加工的部分切下，以便進行下一個工件的車削。
- (三)鑽孔、車內孔、鉸孔：利用尾座夾持鑽頭鑽削，若無適合尺度之鑽頭，可先鑽孔後再使用內孔車刀或鉸刀將孔徑切削至所需尺度。加工孔徑之精密度由低至高而言，加工步驟應為鑽孔→車內孔→鉸孔→磨內孔。
- (四)螺紋：由導螺桿沿工件的軸向帶動刀具進行切削，可在工件圓周表面車削出連續且螺距相等的螺紋。
- (五)偏心：一個工件上有兩個不同中心但相平行的圓柱，稱之為偏心。以量錶校正時，工件迴轉一周，量錶上測得的校正偏量應為 **2 倍偏心距**。
- (六)壓花：目的為增加工件表面的摩擦力及美觀性，完成後的工件直徑約增加 0.3~0.6mm 左右。
- (七)錐度：錐度的定義為錐體兩端直徑差與長度之比值，通常應用於機器主軸與刀具柄之間的結合。

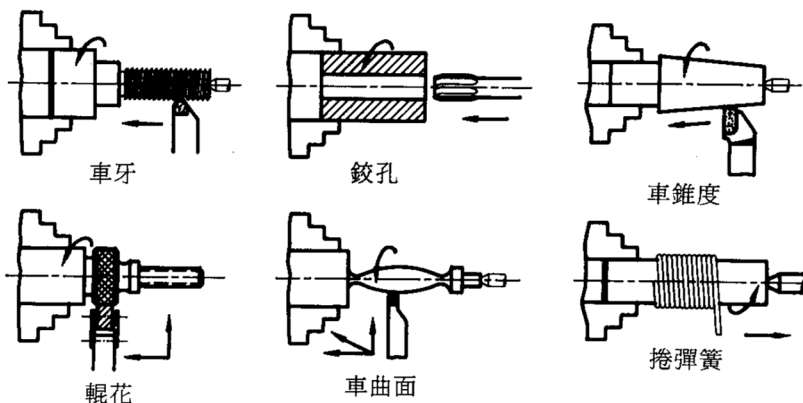
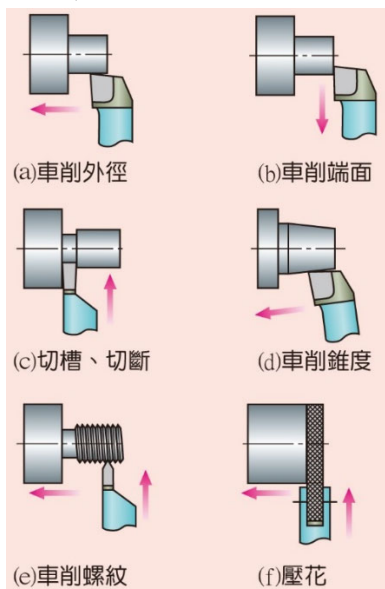


圖 3-1 車床的基本工作示意圖



# 跟著我們一起在志光學儒保成 找到屬於工科人的工頂人生



### 選對好老師，中年轉職好順利！

我遭遇公司裁員，覺得公職夠穩定，決定踏上國考之路。隔了20幾年重拾書本，選擇好的補習班讓我事半功倍。熱力學老師跟流體力學老師，我非常推崇，只要照著老師講的記下來、寫下來，這樣就夠了。

1年考取 古○芳 109年高考機械工程



### 專業名師指導，提升解題順暢度！

本以為適合闖蕩，但發現穩定的生活才是我想要的。老師的教材都有明確分析與統整，再加上會由老師出申論題讓考生做練習，增加寫題目的敏感及順暢度。考前還有總複習課程，精準預測範圍、統整考前重點。

全國探花 李○庭 109年鐵路員級機械工程

## 為你設計的學習模式，讓你靈活學習、輕鬆準備！



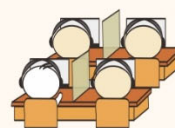
**面授學習**  
直接，有效

- ▲ 面對面教學，現場解決疑惑
- ▲ 專業名師統整、分析考試重點
- ▲ 定期測驗，隨時檢視學習效果



**雲端函授**  
自主，彈性

- ▲ 不再煩惱通勤，教材直接送到家
- ▲ 反覆聽課，不怕觀念聽不懂
- ▲ 完全自由，自主安排學習進度



**視訊學習**  
便利，專注

- ▲ 安靜舒適上課環境，提高專注力
- ▲ 看課時間自由預約，不必擔心時間衝突
- ▲ 可暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單

## 全方位輔考服務系統

提供所有你想得到、想不到的服務，志光學儒保成的專業及用心，親身體驗過就知道！

**手機APP系統**  
最新考情、開課消息、預約補課、試題……等，所有消息、優質服務隨時都在你手中。

**能力指標檢測系統**  
線上測驗同時做診斷，各章節強弱以數據清楚呈現，還有專人針對你的弱點進行分析，排除問題點。

**線上模擬考 平時測驗**  
彙整所有重要試題，在家也能定期檢測學習成效，讓你即時修正學習方向。

**考前重點下載**  
完整精要重點，考前你需要知道的，線上點選就能輕鬆下載。

**歷屆試題·解題典藏**  
線上提供完整各類工科考古題以及解題題庫，勤練考古題，累積解題實力，高分考取不是夢。

**國考加分學習資訊網**  
提供專業文章分析、解讀趨勢動態……等，你所需要的資訊即時更新彙整。

問題解惑 試題演練  
實力分析 即時資訊

完整說明 立即加入

YouTube 公職王影音頻道  
考題剖析、考前重點等加值內容線上看

**數位/在家補課系統**  
不必舟車勞頓，在最熟悉的環境補課，輕鬆自在，讓你學習不間斷。

**名師申論批改**  
寫申論不再只是練寫字，名師親自批改，真正提升你的申論能力。

**時事專題講座**  
最新修法、時事即時彙整，掌握考試趨勢，學習事半功倍。

**筆記借閱**  
放心上課吧！不用擔心漏記筆記！提供重點科目筆記借閱服務，讓你有效複習上課內容。

**落點分析**  
由上榜各科成績，分析設定個人得分值，掌握自身應考能力。

**WIFI教室/自修教室**  
提供舒適的自主學習空間，可在此自助線上補課。

**你必須收藏的優質線上服務**

線上模擬測驗

歷屆試題下載

各科準備要領

國考申論加分

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

四、在泰勒刀具磨耗方程式中假設  $C = 90$ 、 $n = 0.5$ 。當切削速度分別降低(1)50%及(2)75%時，請問刀具壽命如何改變？並說明刀具壽命改變的原因。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：機械製造第五章切削理論之泰勒刀具壽命公式應用。

【擬答】

(一)令原始切削速度  $V_0 = V$ ，可以得到刀具壽命  $T_0 = T$ ，切削速度分別降低(1)50%及(2)75%時，根據泰勒刀具壽命公式  $VT^n = C$ ：

1. 切削速度降低 50%， $\Rightarrow V_0 T_0^{n=0.5} = V_1 T_1^{n=0.5}$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^2 \therefore T_1 = 4T_0 = 4T$$

2. 切削速度降低 75%， $\Rightarrow V_0 T_0^{n=0.5} = V_2 T_2^{n=0.5}$

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{T_2}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_2}\right)^2 \therefore T_2 = 16T_0 = 16T$$

(二)刀具壽命改變：

切削速度與工具磨損間的關係可由圖 4-1 表示，圖示中可以看出速度愈高，磨損愈快，且一經磨損到某一程度後，工具必須更換或磨銳，而對於低速度切削者，磨損程度小，且到達某一程度後即不再磨損。

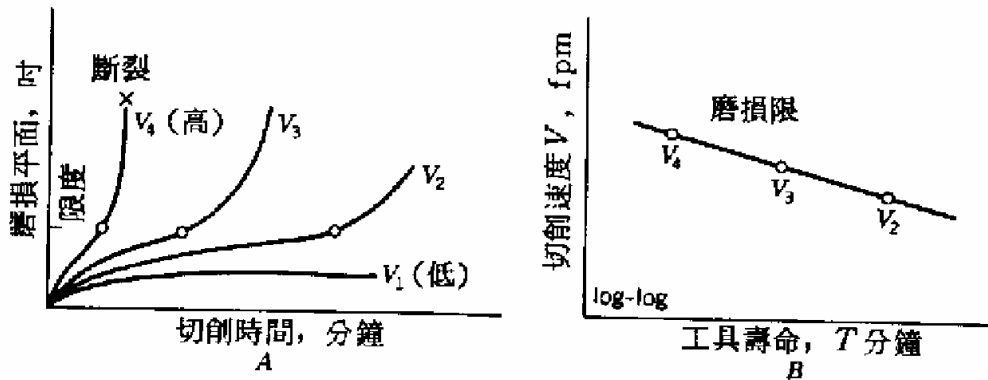


圖 4-1 切削速度與工具磨損間的關係圖

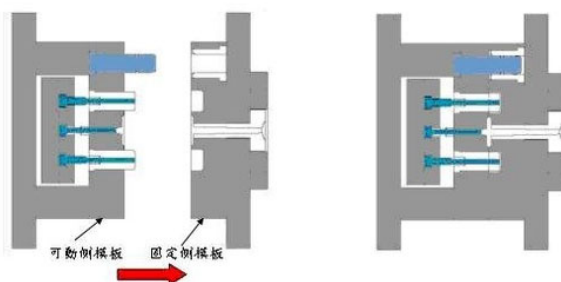
五、請繪圖並說明射出成形製程的步驟。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第 12 章塑膠加工的塑膠加工法的射出成型法。

【擬答】

- (一)射出成型(Injection Molding)程序：將粉狀或粒狀的塑膠材料至於漏斗中，再送入加熱筒中受熱，活塞推送熔化的塑膠經過分流梭分散，在高壓的情況下經由噴嘴射入閉合的冷模中。待冷卻硬化後，打開模子取出塑件。此法的製品常有明顯的入膠口，及一道分模線。
- (二)塑膠射出成型為一循環性之製造程序，主要可分為六個步驟：關模(低壓、高壓鎖模)、射出充填(射壓、射速)、保壓、冷卻(儲料、背壓)、開模及頂出等。一般而言，射出成型的動作順序如下：
1. 關模：將公模往母模方向閉合，形成閉鎖狀態。
  2. 射出：將原料射入模穴內。
  3. 保壓：保持射出壓力，防止原料逆流及成品縮水。
  4. 冷卻(加料)：等待成品冷卻固化及原料送入料管內加熱。
  5. 開模：將公母模分離，可動側模具的開模到定點位置。
  6. 托模(頂出)：將固化的成品頂出。為使成品能順利脫離模具，在模具開啟後，利用頂出銷將成品頂出模具。
- (三)常見製品如，玩具、各種容器、零件等。
- (四)優點：
1. 可用於製作形狀複雜、各種塑膠材質的製品
  2. 成形速度快，加工效果良好
  3. 尺寸精度易控制
  4. 可全自動化
  5. 原料浪費少
- (五)缺點：
1. 模具及周邊設備成本較高
  2. 模具結構較複雜、加工不易
- (六)射出成型機還可細分為兩種，分別為柱塞式射出成形及螺桿式射出成形：
1. 柱塞式射出成形(Plunger Injection Molding)：機台中的魚雷形擴散器，其目的主要是在於使材料分佈成薄層，以能均勻而迅速地塑化。先將加熱室中顆粒狀的熱塑性材料加熱塑化，待其成為可塑形之液狀時，施以壓力，將之注射入模穴。經模具塑型，冷卻凝固後，將成形品頂出模具。
  2. 螺桿式射出成形(Plunger Injection Molding)：改良柱塞式射出成形機之噴嘴，在射出過程中能更有效的進行加熱及冷卻循環。將材料放入漏斗，下落於加熱且旋轉的螺筒內，材料受高溫及摩擦生熱的作用材料逐漸塑化，隨螺桿的旋轉推動前移，聚集在前端，直到適當的數量，柱塞下降，螺桿停止旋轉，並直接向前將定量的材料推入移轉室，然後以液壓推動柱塞上升，使塑化的材料注射入模。其中，當塑膠在注射入模前，必須先以循環水冷卻擠壓缸的前端，以防止材料在此即進行聚合的化學變化，一旦入模後，則必須等到完全冷卻聚合後，才可以脫模。



(A)關模

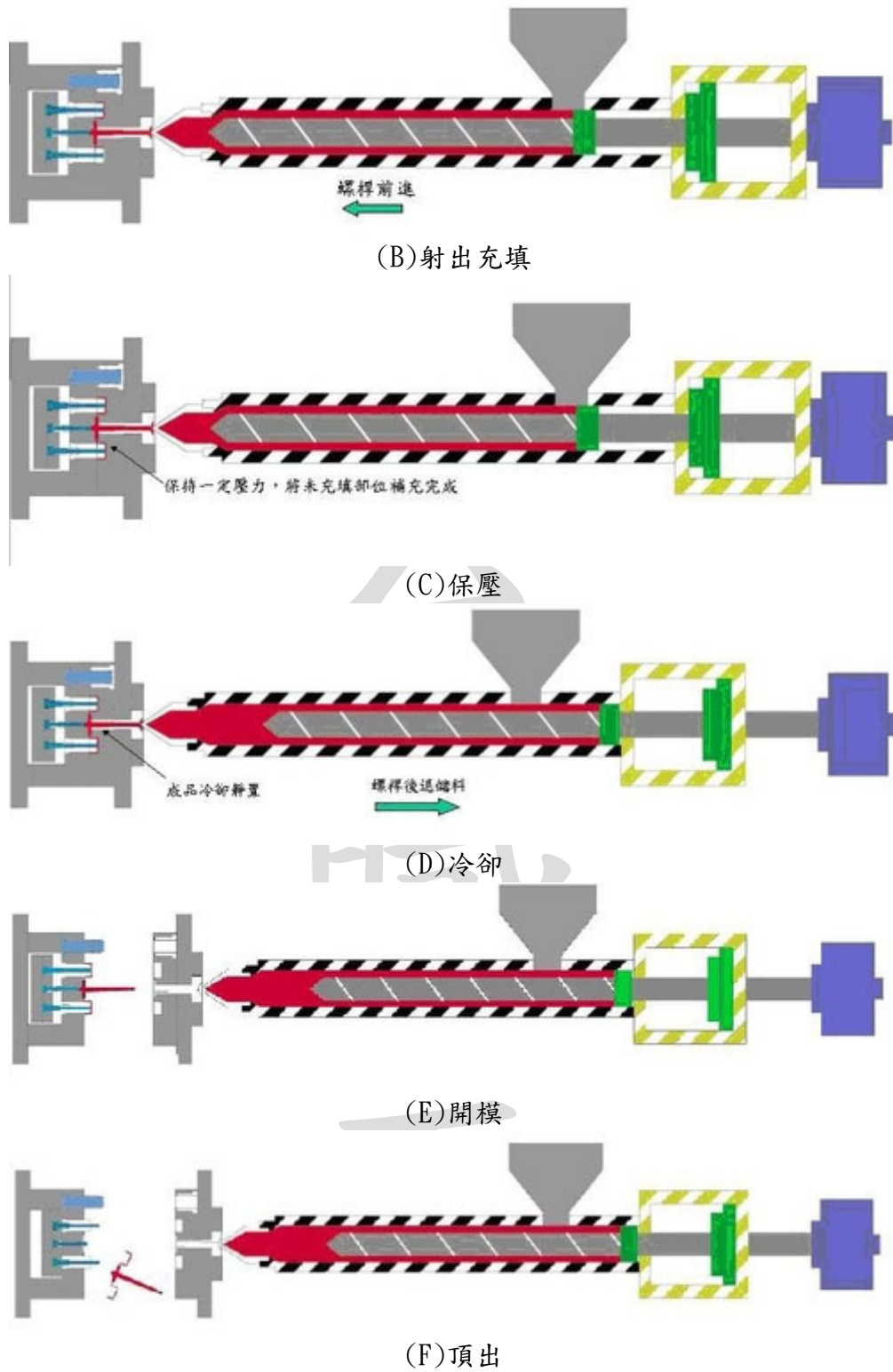
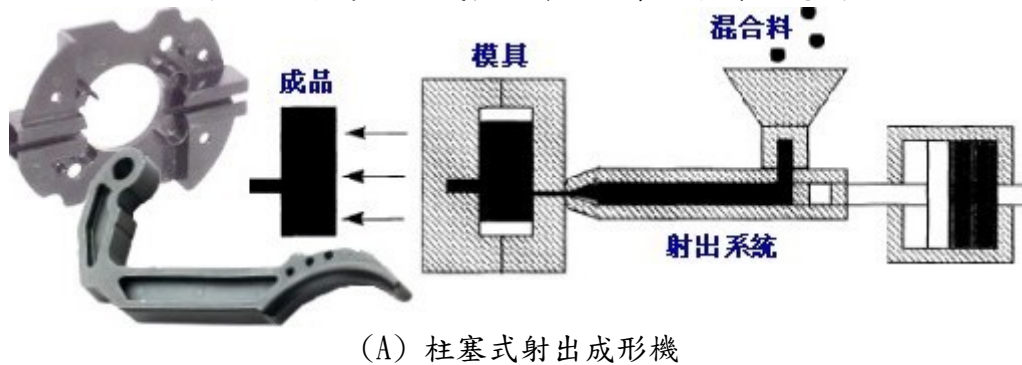
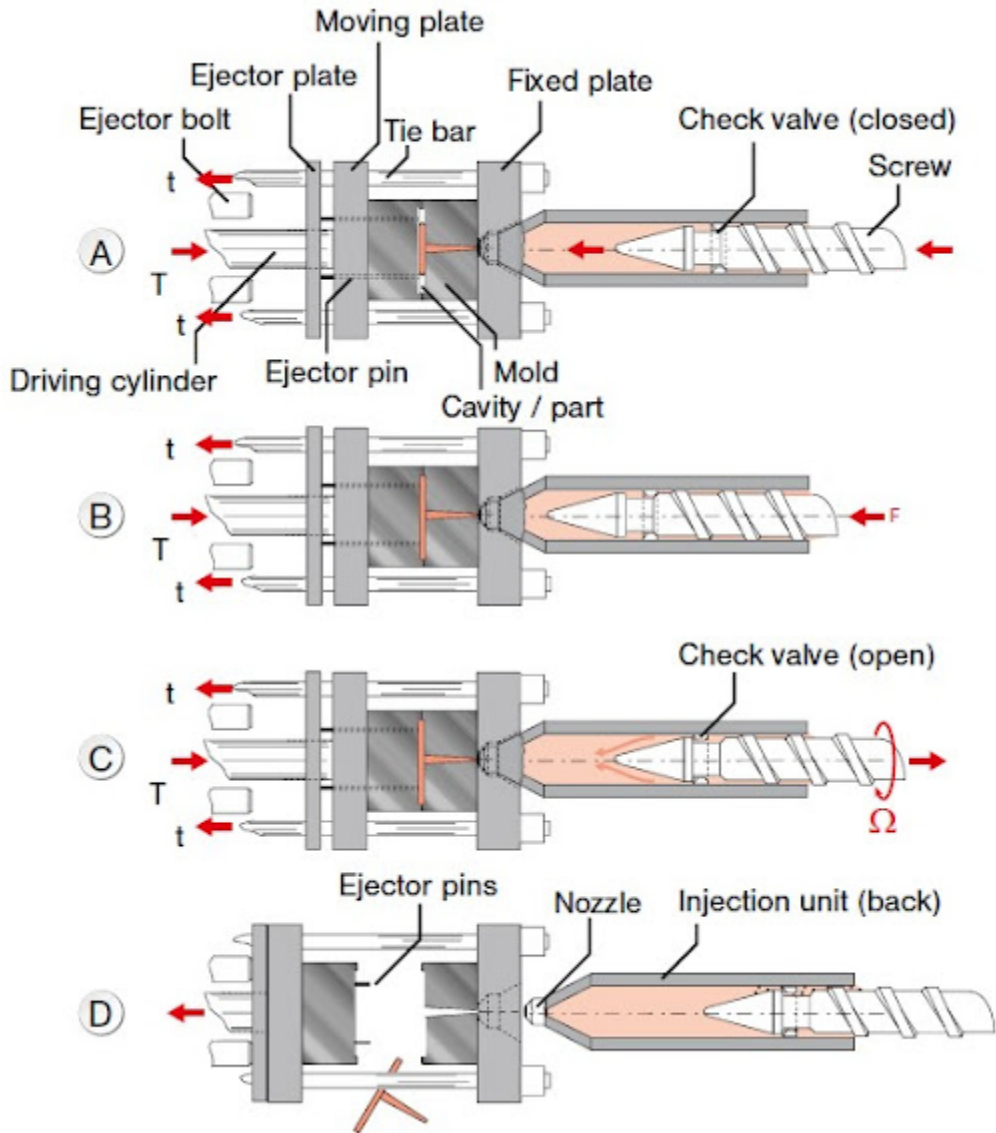


圖 5-1 塑膠射出成型循環性之製造程序示意圖





(B) 螺桿式射出成形機  
圖 5-2 射出成型機型式

王