

## 109 年公務人員普通考試試題

類 科：機械工程

科 目：機械製造學概要

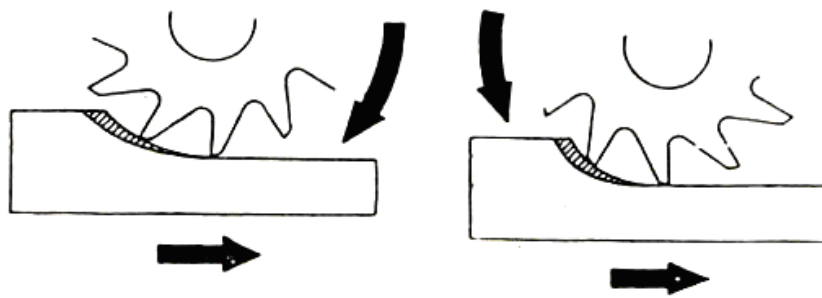
一、請試以螺旋齒面銑刀於立式銑床上銑削一鑄件的底面，詳述該銑削加工的上銑法與下銑法，並就二者的切屑幾何與切削力之變化以及加工特性等加以比較。(20 分)

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》：銑床-上銑法與下銑法比較。

**【擬答】**

1. 向上銑切(Up-cut milling)：銑削時銑刀之迴轉方向與進刀方向成逆向者，稱為逆銑，或稱向上銑法。如圖 1-1(A)其切屑之形成係由薄漸厚。
2. 向下銑切(Down-cut milling)：銑削時銑刀之迴轉方向與進刀方向相順者，稱為順銑或向下銑法。如圖 1-1(B)所示。



(A)上銑法                      (B)下銑法  
圖 1-1 上銑法與下銑法加工示意圖

	上銑法	下銑法
切屑形成	由薄而厚	由厚而薄
切削力	由小而大	由大而小
優點	①可自動消除螺桿間隙。 ②不致將工作捲入，壓損刀軸。 ③銑刀齒不易碰損。 ④適用於鑄鐵之銑切。 ⑤適用於重切。	①銑刀不致因磨擦而損壞。 ②工作夾持較易。 ③工作表面光度較佳。 ④較不易產生震動。 ⑤節省動力。 ⑥銑刀壽命較長。 ⑦適合碳化刀具。
缺點	①銑刀壽命較短。 ②易引起周期性震動。 ③工件夾持不易。 ④表面光度較差。 ⑤無法銑削薄工件。 ⑥費力。	①必須使用螺桿餘隙消除。 ②易捲入工件壓損刀軸。 ③不適鑄鐵之銑切。 ④刀口容易碰損。

二、請詳述用於製造鋁輪圈的低壓鑄造法之原理與製程特性。(15 分)

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》：鑄造-低壓鑄造法。

【擬答】

1. 在傳統工業中俗稱的「重力鑄造」、「澆鑄」的液態鑄造法，乃是靠金屬液本身的流動性流滿整個模具，所以當輪圈尺寸超過 18 吋之後，就會產生離「澆注口」遠的地方已冷卻，離澆注口近的地方卻還滾燙的問題，如此會使整顆輪圈產生各部位金屬密度不平均的後果，因此大尺寸輪圈更加有必要加速金屬液體填滿模具的速度。所謂低壓鑄造法的精隨在於以「低壓氮氣」來推擠模具中的液態金屬，一來可使液態金屬迅速填滿模具，二來因為氣壓不會過於強烈，所以能在不捲入空氣的前提下，提高金屬密度比無加壓的重力鑄造強 30%，而且保有鑄造輪圈造型變化豐富的優點。歐洲所有原廠名牌汽車都一律要求使用低壓鑄造輪圈，因為低壓鑄造的輪圈强度高、安全性夠，其安全係數更是遠遠超過國內市場現有銷售的重力鑄造輪圈。

2. 低壓式永久模鑄法

(1) 圖 2-1 之低壓式永久鑄模，裝置於一電感應爐上，坩堝之周圍加以密封，內充以非活性而且有壓力之氣體，氣體壓力迫使熔融金屬通過已經加溫之通道而上升進入模內，鑄模內有時以真空泵抽取陷入其中之空氣，以確保金屬之結晶緊密，並助長其流入速度。

(2) 鑄造原理為在一密閉坩堝容器內以  $0.1\sim 0.5\text{kgf/cm}^2$  空氣壓力加於金屬液表面，金屬液經由豎管澆鑄到模穴內，加壓持續到鑄件及澆口已經凝固後，洩掉壓力使豎管內金屬液回流到坩堝容器內，不需冒口，但鑄造方法受到限制。

(3) 低壓鑄造法的優點：

- ① 材料有效利用率(即成品率)非常高。
- ② 鑄件成形性好，有利於形成輪廓清晰、表面光潔的鑄件。
- ③ 具有良好的方向凝固性，鑄件不易有多孔性，收縮孔少，密度高，機械性能佳。
- ④ 液體金屬充型比較平穩。
- ⑤ 熔液氧化少。
- ⑥ 鑄件的尺寸精度及鑄肌良好。
- ⑦ 大都不需要冒口。
- ⑧ 裝置及操作易改成自動化控制。
- ⑨ 可鑄造小型或大型鑄品。

(4) 但低壓鑄造法也有其缺點：

- ① 鑄造時間較長，加料、換模具耗時長，設備投資多等。
- ② 澆口方案的自由度小，因而限制了產品。(澆口位置、數量的限制，產品內部壁厚變化等)
- ③ 鑄造周期長，生產性差。為了維持方向性凝固和熔湯流動性，模溫較高，凝固速度慢。
- ④ 靠近澆口的組織較粗，下型面的機械性能不高。
- ⑤ 需要全面的嚴密的管理(溫度、壓力等)

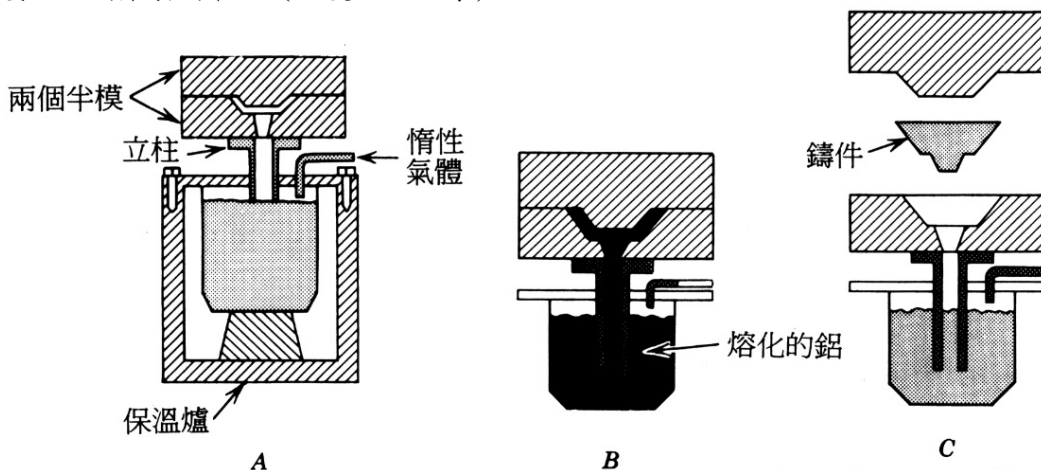


圖 2-1 低壓式永久模鑄法  
(A.關閉；B.注射入模；C.打開)

三、請分別詳述可用於製造圓筒形板件的旋壓 (spinning)與引伸 (deep drawing)等二加工法之原理，並比較二者的製程特性。(25 分)

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：塑性加工-旋壓與引伸加工。

**【擬答】**

1. 旋壓(Spinning)：

- (1) 金屬的旋壓，係以厚金屬圓盤為原料，在高速旋轉的模子上，用壓力使其隨模子的形狀而造形。如圖 3-1 所示，模子裝在構造簡單的車床夾頭上，圓盤形原料用尾座頂壓於模子上，而旋壓的工具為鈍頭工具或小輓子。此法的加工物為對稱的圓形狀，例如：盤子形、球面形、圓筒形或圓錐形等。鋁製之臉盆、鍋蓋及不銹鋼餐具就是用這個方法製造。
- (2) 若低熔點之軟金屬為原料，則加工起始溫度雖然在室溫，但是旋壓之摩擦熱使成品之最終溫度高於再結晶溫度，稱為熱旋壓。

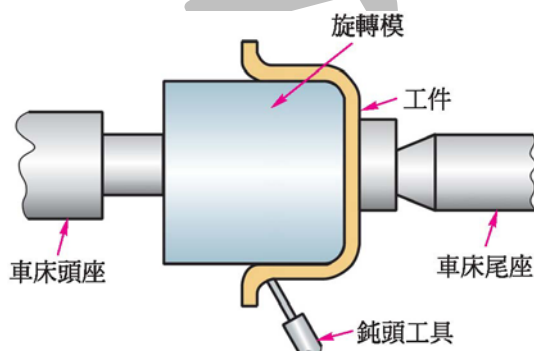


圖 3-1 旋壓

2. 引伸法(Drawing)：

- (1) 引伸又叫抽製或壓伸。如圖 3-2 所示，首先將實體的原料塊加熱到鍛造溫度，置於壓力機的模內，以穿孔沖子壓入，使胚料形成一端閉合的中空鍛件。鍛件從模中取出後，再加熱到鍛造溫度。然後置於引伸機上，以頂壓桿經一連串模子，縮減其直徑及厚度並達到引長的目的。
- (2) 此法適用於管或筒的製造。欲製管時，在引伸完成後，切除其封閉端即可。若製品為類似氧氣瓶的筒子，其開口端以熱旋壓法縮小，再切製內螺紋即可。

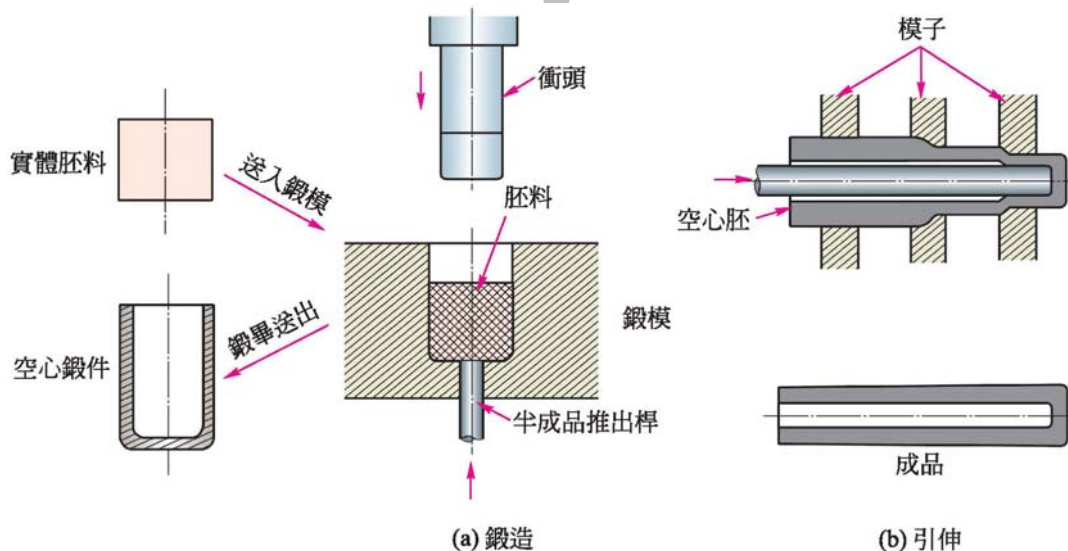


圖 3-2 氧氣筒的引伸加工

3. 旋壓 (Spinning)與引伸 (Drawing)之加工法比較：

比較	旋壓 (Spinning)	引伸 (Drawing)
製品厚度	較薄	較厚
製品形狀	斷面限制為圓形	斷面不限制為圓形
製品尺寸	需要較大	大小無太大限制
模具	較簡單	較複雜

四、請詳述電漿焊接 (plasma arc welding) 的原理，並比較其傳導式 (transferred) 與非傳導式 (nontransferred) 二接線方式的異同與製程特性。(20 分)

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》：銲接-電漿銲接。

【擬答】

1. 電漿電弧銲接(plasma arc welding, PAW)

- (1) 氣體分子進入高溫電弧中，會形成一種熱傳導性很高的電離氣。電漿電弧銲接即是利用這種原理，迫使氣體流經銲鎗內，正負兩極間的直流電弧，使其分裂成帶電的熱離子，隨同電弧經噴嘴噴出。當熱電離氣與冷的工件接觸時，氣體離子再度結合為分子，放出大量的熱，產生高溫而將工件熔化接合。電漿電弧銲接使用兩道給氣系統，一道供給產生電離氣之用，另一道作為保護氣。電離氣可用氫-氫、氮-氫、或氫-氮混合氣；保護氣通常用氫氣。
- (2) 溫度可達 33000°C，為溫度最高的電弧銲。
- (3) 電漿電弧銲接的銲鎗接線方式有兩種，如圖 4-1 所示：
  - ① 傳導式(通電式，Transferred)：電極接負極，工件接正極，常用於銲接與切割。
  - ② 非傳導式(非通電式，Nontransferred)：電極接負極，噴嘴接正極，常用於噴銲。
- (4) 電漿電弧銲接的主要特點為：
  - ① 溫度最高。
  - ② 雙重氣流。
  - ③ 高度收斂。
  - ④ 隱藏式電極。

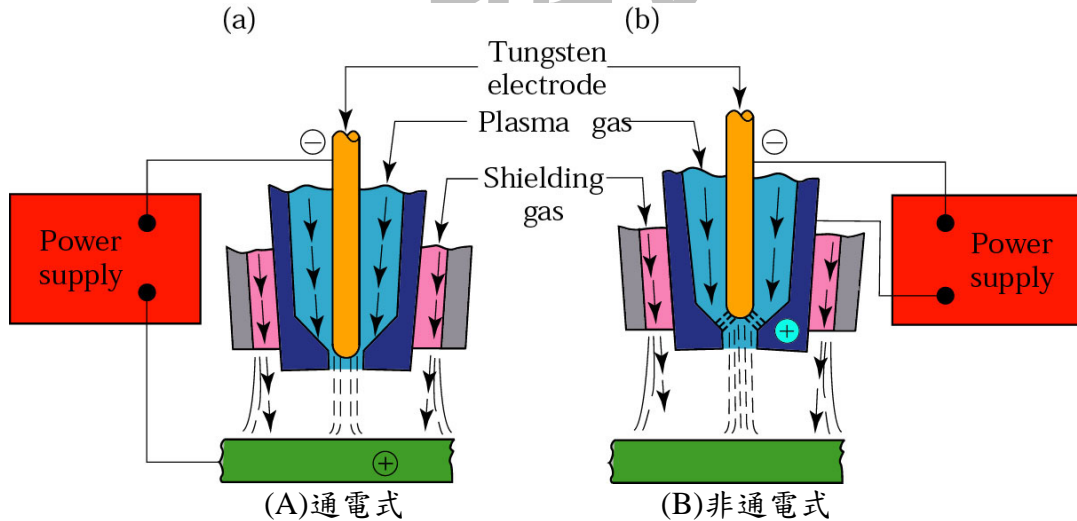


圖 4-1 電漿電弧銲接

五、請詳述積層製造(additive manufacturing)的原理，並以選擇性雷射燒結(selective laser sintering)詳述其製程方法。(20分)

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》：新興製造技術-積層製造。

【擬答】

1. 積層製造(Additive Manufacturing ; AM)技術近年來倍受矚目。此技術從早期被稱為快速原型(Rapid Prototyping ; RP)轉變成快速製造(Rapid Manufacturing ; RM)，即是一般民眾俗稱的 3D 列印，於 2009 年由美國材料試驗協會正名為積層製造，並成立技術委員會訂定其相關標準。
2. 積層製造技術(快速原型技術，RP 技術)是計算機輔助設計及製造技術、逆向工程技術、分層製造技術(SFF)、材料去除成形(MPR)材料增加成形(MAP)技術以及它們的集成。通俗地說，快速成形技術就是利用三維 CAD 的數據，透過快速成型機，將一層層的材料堆積成實體原型。快速成形技術系統的工作流程，如圖 5-1 所示。
3. 積層製造的一般步驟：
  - (1)建立三維數據模型。
  - (2)根據製造目的尋找適合的材料，如流體、粉末、板材或塊材。
  - (3)依據材料和不同的精度要求，選擇不同原理的集成化快速成型設備。
  - (4)完成原型或工件的堆砌過程。
  - (5)對原型或工件進行後處理。

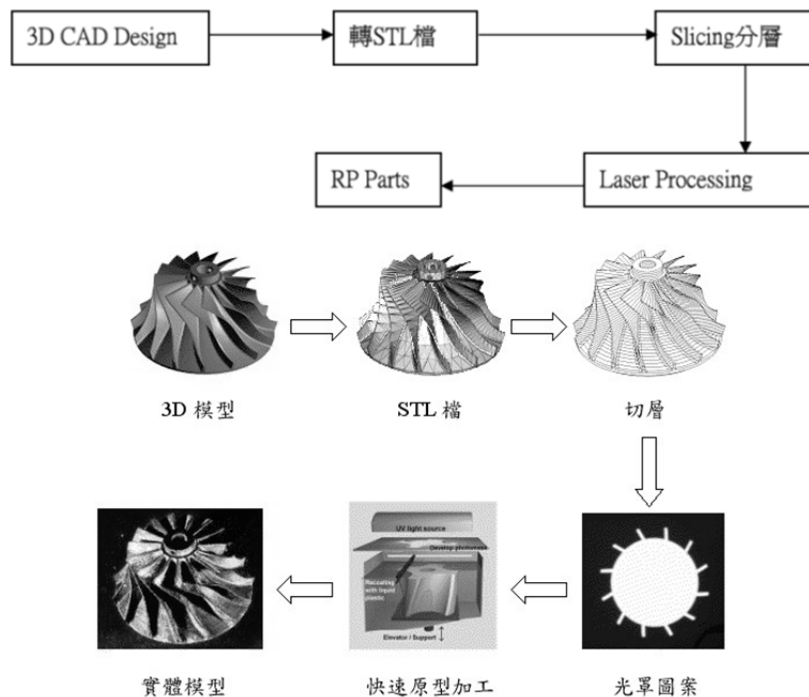


圖 5-1 積層製造技術(快速原型技術，RP 技術)系統工作流程

4. 積層製造的特點：
  - (1)製造快速化。
  - (2)技術高度整合化。
  - (3)自由成型。
  - (4)製造過程高度彈性化。
  - (5)可選材料的廣泛性。
  - (6)廣泛的應用領域。
  - (7)突出的技術經濟效益。
5. 粉末材料選擇性雷射燒結(SLS 法)：粉末材料可以是塑膠、蠟、陶瓷、金屬或它們複合物的粉體、覆膜砂等。粉末材料薄薄地鋪一層在工作台上，按截面輪廓的訊息，CO<sub>2</sub> 雷射束掃過之處，粉末燒結成一定濃度的實體片層，逐層掃描燒結最終形成快速原型。用此法可以直接製作精鑄蠟模、實型鑄造用消失模、用陶瓷製作鑄型式殼和模芯、用覆膜砂製作鑄型、以及鑄造用母模等。
6. 粉末材料選擇性雷射燒結(SLS 法)基本原理：工作時送粉缸活塞上升，由鋪粉輥將粉末在模型缸活塞上

## 公職王歷屆試題 (109 普考)

均勻鋪上一層，計算機根據原型的切片模型控制雷射光束的二維掃描軌跡，有選擇地燒結固體粉末材料以形成零件的一個層面。在燒結之前，整個工作檯被加熱至稍低於粉末熔化溫度，以減少熱變形，並利於與前一層面的結合。粉末完成一層後，模型缸活塞下降一個層厚，鋪粉系統鋪設新粉，控制雷射掃描燒結新層。如此循環往復，層層疊加，就得到三維零件，示意圖如圖 5-2 所示。

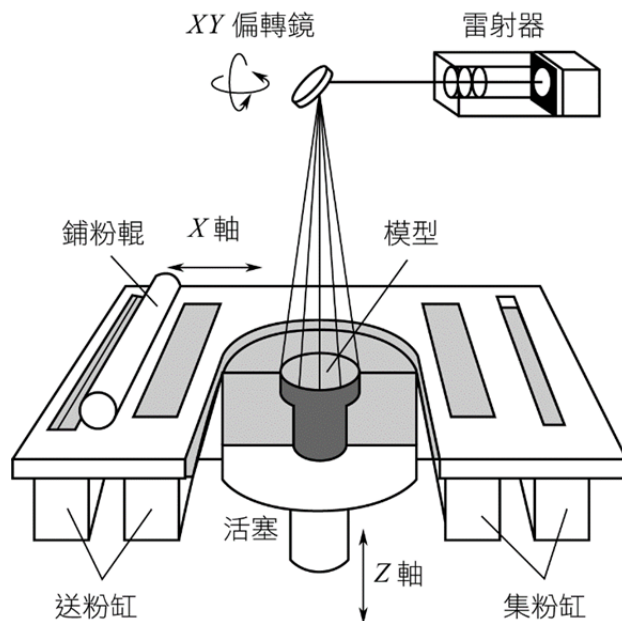


圖 5-2 粉末材料選擇性雷射燒結(SLS 法)基本原理示意圖