

三民輔考—鐵路員級機械工程

機械製造學概要

109 年

一、切削加工的相關問題如下，請依序回答：

- (一) 切屑的型態可以分為幾種？（5 分）
- (二) 切削加工時造成溫度上升的熱源有那些？（5 分）
- (三) 切削刀具破壞(tool failure)的型態有幾種？（10 分）

【解析】

(一) 切屑型態

1. 連續切屑(Continuous chip)：

- (1) 切削較具延性的材料，例如鍛鐵、軟鋼、鋁或銅等。
- (2) 對切削作用的好處是可產生較平滑的加工面，切削力穩定和動力消耗較少。
- (3) 不利之處則為切屑與刀面連續接觸的區域較大，兩者間的摩擦作用會加速刀具之磨耗。
- (4) 又切屑處理不當時，會影響加工面的品質，或妨礙切削的進行，需要在刀具上加裝斷屑裝置。

2. 不連續切屑(Segmented or broken or discontinuous chip)：

- (1) 切削脆性材料，如鑄鐵、鑄鋼等。
- (2) 在主變形區內，材料直接以斷裂的方式形成片狀或針狀的不連續切屑。
- (3) 有時延性材料在刀具後傾角過小、切削速度太低、切削深度過大或有切削顫振(Chatter)時，也會形成不連續切屑。
- (4) 不連續切屑對刀具刃口的磨耗影響甚大，又因刀具承受間歇式變化的切削力，會造成工件表面的平滑度變差。
- (5) 此種型式切屑的好處是較容易處理。

3. 刀口積屑(Continuous chip with Built Up Edge, BUE)：

- (1) 連續切屑再受到高溫高壓的作用，切屑底層的一部份材料與工件材料熔著而停滯不動且逐漸堆積在刀具刃口附近形成。



- (2)刀口積屑先以細微顆粒狀堆積，然後逐漸成長為刀刃狀，當到達一定大小後變為不穩定狀態而崩裂，並隨著切屑流走，但也可能進入工件已完成切削之加工面。依此模式重複進行，且其週期很短。
- (3)形成刀口積屑的原因是工件材料的特性和切削溫度所引起，可藉由選擇適當的刀具形狀、切削條件或使用切削液等方法消除。
- (4)缺點為刀具之幾何形狀及切削機制因此而改變，使工件的加工尺寸精度不易控制，形成不穩定的切削，以致引起振動，因其硬度較工件材料高很多，易刮傷刀面或刀腹，縮短了刀具壽命，會造成加工面的粗糙度增加及形成毛刺影響加工面的品質。
- (5)好處則有它是包覆在刀具刃口外面，具有保護作用和可增加後傾角角度，因而減低切削力，但其貢獻程度有限。

4. 鋸齒狀切屑(Serrated chip or Saw-tooth chip)：

- (1)發生於切削熱性質較差之材料，如耐高溫合金、鈦合金、硬鋼或切削溫度甚高者。
- (2)因變形區產生之熱無法傳導到材料的其他部分，造成切屑的其他部分相對變形很少，但變形區的材料則因熱的集中，更易軟化，而大量變形。
- (3)刀具尖端受到週期性變動的切削力，較難得精密表面。

(二) 切削加工熱源

- 1.主要剪切區之材料高速塑形變形。
- 2.刀具一切削之摩擦。
- 3.刀具尖端和已加工面之摩擦。

(三) 切削刀具破壞

- 1.刀具的磨損包括磨耗(Wear)和破損(Breaking)。
- 2.刀具破損通常是突然發生，產生的原因可能是刀具幾何形狀不當，切削負荷過大，顫動或振動的衝擊作用，切削溫度超過其高溫硬度之極限，或刀具本身即存在微裂縫之瑕疵等。
- 3.常見的破損壞型式為崩裂(Chipping)，雖然其尺度微小，單刀具會因而失去原有之切削功能，是屬於不正常發生的情況。
- 4.在正常的情況下，刀具會逐漸在刀刃、刀腹及刀面上發生磨耗。

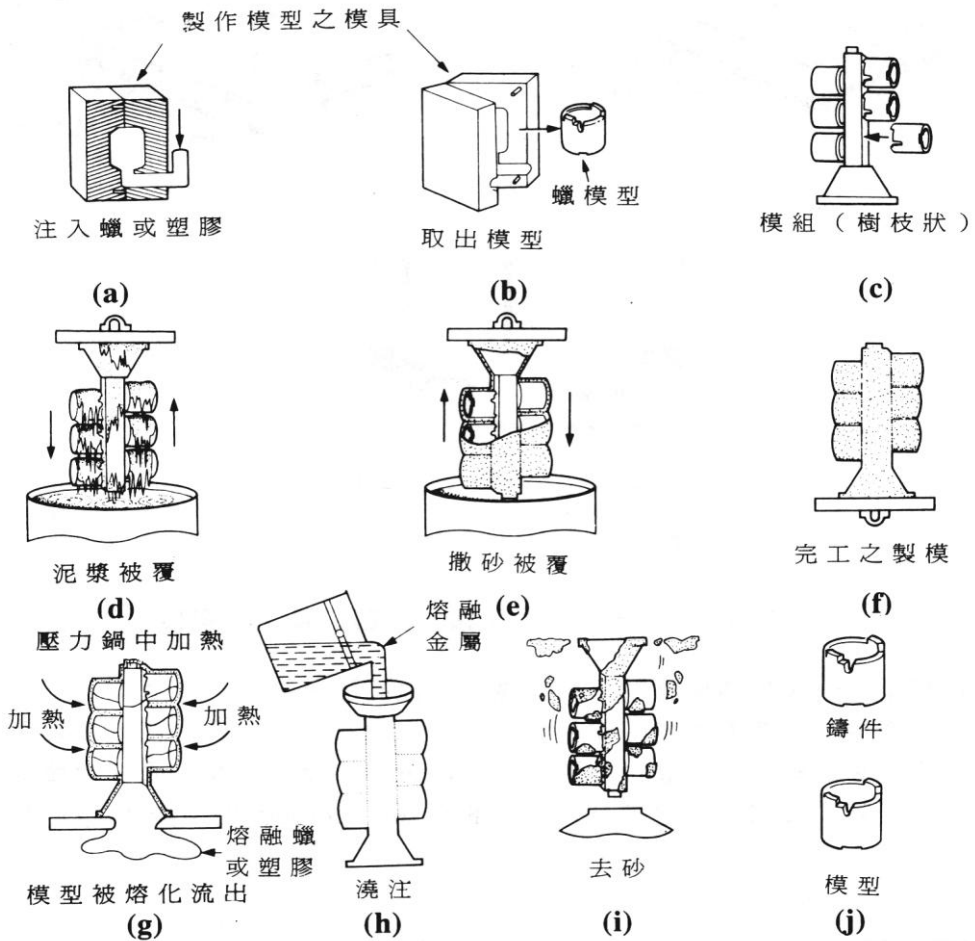
二、請詳述脫蠟鑄造法(investment casting or lost wax process)的程序與優點 (必須繪製每一步驟的示意圖輔助說明)。(20分)

【解析】

(一) 脫蠟鑄造法

又稱為包模鑄造法，以蠟做成模型再包覆泥漿與砂做成鑄模，加熱熔蠟，留下殼膜而澆鑄。製程為：

1. 以鋼或銅做成原型。
2. 以低熔點金屬製造分型模。
3. 注入蠟。
4. 取出蠟模型。
5. 蠟模型結合澆口組成蠟樹。
6. 蠟樹浸漿、淋砂。
7. 加熱熔蠟，烘乾鑄模。
8. 澆鑄金屬液。
9. 凝固脫殼、清理鑄件。





(二) 優點

1. 可鑄造複雜而有內凹陷的鑄件。
2. 鑄件表面光平美觀，且無分模線。
3. 尺寸精密度高。
4. 可將不易用其他方法加工的製品直接成形。
5. 適合少量生產。

三、金屬彎鈹加工(bending)常有彈回現象(springback)發生，請詳細說明影響彈回量的因素與效應。(20分)

【解析】

(一) 彈回

又稱為回彈，因板材彎曲包含塑性變形與彈性變形，當外力移除後，板料產生彈性回復，而消除了一部份的彎曲變形的效果。

(二) 因素與效應

1. 若以 90° 沖頭及 90° 沖模壓製金屬平板，使彎曲成 90° 時，會有回彈的現象，應同時減少沖頭角度及沖模角度，略小於 90° 。
2. 沖床應用於彎曲加工時，若沖頭前端之圓角半徑愈大，則工件回彈量會愈大。
3. 過量彎曲為在技術上依經驗判斷回彈量，以過量部分補償回彈量。
4. 過量變形利用尖銳的沖頭半徑或加於反向沖頭使彎曲承受高壓力，而彎曲變形量穩定，減少回彈量。
5. 拉伸彎曲在彎曲過程中承受拉力。

四、請回答下列與銲接(welding)技術相關之問題：

- (一) 電弧銲接(arcwelding)的方式可以分為消耗式電極(consumable electrode)與非消耗式電極(nonconsumable electrode)兩種。請詳細說明此二種銲接技術的差異性，並且各舉一實際的案例。(12分)
- (二) 電弧銲接時，銲道表面會有銲渣(slag)存在，說明此銲渣的主要功能為何？如果進行多道堆銲(multiple-pass approach)必須注意那些事項。(8分)

【解析】

三民輔考

(一)

1.電弧銲接：

- (1)消耗性電極：金屬電弧銲接、埋弧銲接、金屬電極惰氣電弧銲(MIG)。
- (2)非消耗性電極：碳極棒電弧銲接、鎢極電極惰氣電弧銲(TIG)、原子氬電弧銲。

2.差異性：

(1)金屬電極惰氣電弧銲(MIG)：

- ①以消耗性金屬線為電極，與工件間產生電弧，銲線受熱熔化，直接填充於銲道上。
- ②使用惰性氣體為遮蔽氣體，而以赤裸實心銲線為消耗性電極。
- ③適用於非鐵金屬，如鋁合金、銅合金。

(2)鎢極電極惰氣電弧銲(TIG)：

- ①以非消耗性鎢棒為電極，與工件間產生電弧，另加銲條作為填充金屬（亦可不加填充金屬）加以熔合。
- ②銲接時並從氣體護罩中噴出氬氣或氦氣等保護氣體，避免銲道氧化。其中以氬氣
- ③最為廣用，故外面工廠通稱氬銲。
- ④可銲接不銹鋼、軟鋼以及活性金屬如鋁、鎂、鈦等。

	金屬電極惰氣電弧銲	鎢極電極惰氣電弧銲
電極	金屬銲線	鎢棒
保護氣體	惰性氣體	氬氣、氦氣
自動化	全自動	半自動
銲藥	不需要、銲藥包於銲線的芯心	不需要

(二)

1.銲渣

- (1)覆蓋熔池，保護熔池與空氣隔絕。
- (2)去除雜質，並有去氧、脫硫、去氫作用。

2.多道堆銲

- (1)多層銲接之第一層銲道，為防止熔化不足之缺陷，宜採用直徑較小之銲條。
- (2)多道次銲接需要在每一將銲珠之後，將銲渣清除乾淨。

二民輔考

五、鋼製傳動軸經常進行表面硬化處理，請分別說明固體滲碳(carburization)表面硬化與高週波表面硬化(high frequency hardening)的熱處理操作程序。(20分)

【解析】

(一) 固體滲碳表面硬化

- 1.將低碳鋼料放置於鐵質之滲碳箱，箱內填入顆粒狀之木炭作為滲碳劑，並在滲碳劑中加上碳酸鋇($BaCO_3$)及碳酸鈉(Na_2CO_3)等作為促進劑，以耐火泥密封。
- 2.放入爐中加熱至 Ac_3 點略高之溫度(約 $900^{\circ}C-950^{\circ}C$)，經數小時，滲碳完成。

(二) 高週波表面硬化

- 1.利用高週波感應電流之集膚效果，當高週波電流經線圈，此時置於線圈內之鋼料表層即有感應電流產生。
- 2.由於鋼之電阻而發生熱，於很短時間而達到淬火溫度範圍，然後以冷水噴射，而使表面硬化。
- 3.又稱感應硬化法(induction hardening)。此法適於含碳量介於 0.45-0.55%之鋼料。

3people

三民輔考