

# 機械製造講義

第一回

501070-1



社團法 考友社 出版發行

# 機械製造講義 第一回



## 第一回 (1/2)

<b>第一講 製造方法簡介</b> .....	1
<b>命題重點</b> .....	1
一、金屬加工.....	1
二、金屬加工的方法.....	2
三、產品設計.....	6
四、製造的趨向.....	6
<b>精選試題</b> .....	9
<b>第二講 鑄造</b> .....	12
<b>命題重點</b> .....	12
一、概論.....	12
二、製模程序.....	13
三、模型.....	19
四、型砂.....	25
五、砂心.....	33
六、機械製模設備.....	36
七、金屬的熔化.....	40
八、鑄件的澆鑄、清理與檢驗.....	50
<b>精選試題</b> .....	54

## 第一回 (2/2)

<b>第三講 特殊鑄造</b> .....	1
<b>命題重點</b> .....	1
一、金屬模鑄造法.....	1
二、離心力鑄造法.....	9
三、精密或包模鑄造法.....	11
四、連續鑄造法.....	15
<b>精選試題</b> .....	18

# 第一講 製造方法簡介

## ◎ 命題重點 ◎

### 一、金屬加工

#### (一)金屬加工零件達到經濟生產的目標之考慮

1. 在不妨礙產品功能的原則下，零件應以最簡單之設計及具有良好外觀。
2. 從物理性質、外觀、價格、加工性等因素的分析，選用性質最適當之材料。
3. 以合於產品之尺寸精度要求，採用最經濟的加工方法。

#### (二)金屬加工的內容範圍

##### 1. 金屬加工機械的選用：

工具機的種類很多，涉及的範圍也很廣，常以工具機之生產能量、製造精度、工件大小、工作形狀、製造方法、操作情況、精密度之持久性、耐用程度方面去考慮。當然工具機是另一種專門學問，在討論機械工作法之前，應對工具機有充分的瞭解，才能知道如何去選用適當的金屬加工機械了。

##### 2. 夾具 (Fixture) 與鑽模 (Jig) 的設計：

為使工件或工具有可靠而精確的支持，加工時能迅速地準確定位起見，常在機械上加添適當的夾持工具，依工件的形狀、大小及工具的使用情況而定，如何設計這些夾具與鑽模，亦為金屬加工中所要討論的內容。

##### 3. 工具：

金屬加工所採用之工具，可分為有屑加工者之切削工具，包括刀具的大小、形狀及其裝置方法。另一為無屑加工之定型者採用之工具，可能為模具，如沖模、鍛模，擠伸模或壓鑄模等。所謂“工欲善其事，必先利其器”，可見工具在金屬加工中，佔有相當重要的地位。

##### 4. 工具材料的選用：

工具的形狀、大小都設計合適了，採用那種工具材料，才能得到最佳的效果，這也是很重要的，假如材料選用不當，就是設計的再完美，亦無法發揮它的功用，因此在金屬加工裡也要討論到如何去選用適當的工具材料，以及其熱處理的方法。

##### 5. 切削速度的選用：

切削的速度越大，固然可以使生產速率提高，但亦會因而使工具發生磨損或破壞，導致工具的精度降低，甚至於無法達到加工的目的。相反的，切削速度太低了，使生產速率降低而影響製造成本過高，也不經濟，所以在工具，工作及工具機三者加以考慮，採用什麼速度來切削才最恰當，亦為金屬加工中所應討論的內容。

##### 6. 檢驗用儀器：

要瞭解加工零件之尺寸大小及精密度，是否合乎要求，必須採用適當之各種度量儀器，加以檢驗，也是對金屬製品作品質管制之首要工作，這些量具，有些是現成之度量儀器，有些是須依加工之部位的特殊而自行設計者，這種檢驗量具的使用、設計、製作亦為金屬加工的內容之一。

7. 選用適當之冷卻劑或潤滑劑：

工件在切削過程中，由於摩擦而生熱，為了使工件保持較低溫之良好切削性，則須施加適當之冷卻劑。另外在加工之工件或工作機械本身，需要保持良好潤滑的部分，則須使用適當之潤滑劑。甚至於在加工期間須予以加熱者，則須採用燃料和燃燒加熱的設備，這些亦於金屬加工中予以考慮者。

除了以上所列的七點之外，還有關於工具與工件之相對運動方式、控制機構等，亦為金屬加工之內容範圍。

## 三、金屬加工的方法

### (一)分類

1. 以加工成形的的方法區分

- (1) 切削加工工作法，又稱之為有屑加工法。
- (2) 非切削加工工作法，又稱之為無屑加工法。

2. 以加工成形時工件溫度區分

- (1) 常溫加工工作法。
- (2) 非常溫加工工作法。

3. 以加工成形的連續性區分

- (1) 連續加工工作法。
- (2) 間斷加工工作法。

4. 以加工運動的形式區分

- (1) 直線運動加工工作法。
- (2) 圓周運動加工工作法。

5. 以工件的材料區分

- (1) 金屬工件工作法。
- (2) 非金屬工件工作法。

6. 以工具的形式區分

- (1) 機械式工具加工法，如採用各種刀具之切削加工或固體模具之無切屑加工均屬之。
- (2) 非機械式工具加工法，如放電加工、雷射加工、電鍍、電焊等均屬之。

7. 以製造程序來分類

目前較常採用之金屬加工方法：

- (1) 改變材料形狀的加工方法。
  - A. 從礦源中提煉材料成錠。
  - B. 鑄造。

C. 熱作與冷作。

D. 粉末冶金。

E. 塑模鑄製。

(2) 將零件加工至一定尺寸的工作法。

A. 常用之金屬切屑除去法。

B. 特殊的加工法。

(3) 零件表面加工法。

A. 金屬除去法。

B. 拋光 (Polishing)

C. 塗層 (Coating)

(4) 零件或材料之結合法。

(5) 改變材料物理性質的工作法。

(二) 改變材料形狀的加工方法

1. 鑄造 (Casting)

2. 鍛造 (Forging)

3. 擠製 (Extruding)

4. 滾軋 (Rolling)

5. 抽製 (Drawing)

6. 壓擠 (Squeezing)

7. 軋碎 (Crushing)

8. 穿刺 (Piercing)

9. 砧型 (Swaging)

10. 彎曲 (Bending)

11. 剪切 (Shearing)

12. 旋造 (Spinning)

13. 伸展造形 (Stretch forming)

14. 滾軋造形 (Roll forming)

15. 火焰切割 (Torch cutting)

16. 爆炸造形 (Explosive forming)

17. 電液壓造形 (Electrohydraulic forming)

18. 磁力造形 (Magnetic forming)

19. 電積造形 (Electroforming)

20. 粉末金屬造形 (Powder Metal forming)

21. 塑膠成形 (Plastics Molding)

(三) 將零件加工至一定尺寸之工作法

金屬零件要能得到準確的尺寸精度，常施以機製 (Machining) 加工，機製加工又視使用的設備，可區分為一般常用的機製加工方法與特殊的加工方法兩大形式，如下列所示：

1. 普通機製法 (又名切屑除去法)。如圖1-1所示之常用加工法。

- (1) 車削 (Turning)
- (2) 長程鉋削 (Planing)
- (3) 短程鉋削 (Shaping)
- (4) 鑽孔 (Drilling)
- (5) 搪孔 (Boring)
- (6) 鉸孔 (Reaming)
- (7) 鋸切 (Sawing)
- (8) 拉孔或擴孔 (Broaching)
- (9) 銑切 (Milling)
- (10) 輪磨 (Grinding)
- (11) 滾齒或壓凹穴 (Hobbing)
- (12) 剝槽 (Routing)

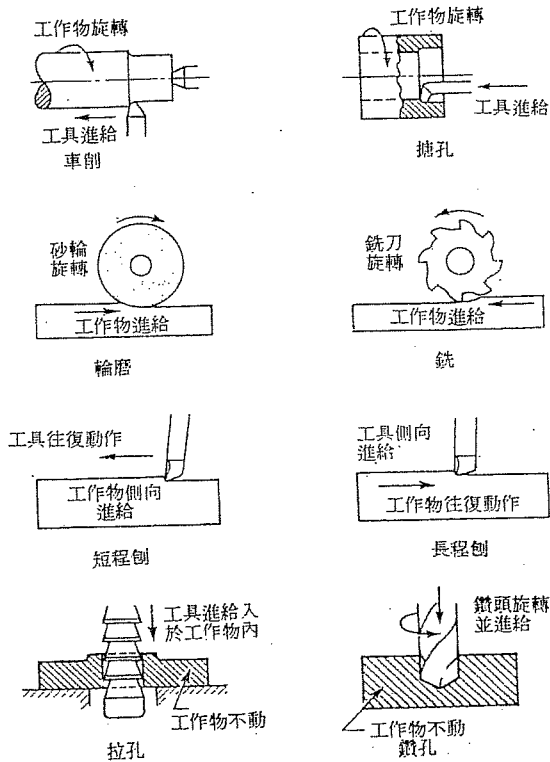


圖1-1普通機製法

2. 特殊機製法。

- (1) 超音波加工 (Ultrasonic machining)
- (2) 放電加工 (Electrical discharge machining)
- (3) 電弧加工 (Electro-arc machining)

(4)雷射加工 (Optical laser machining)

(5)電化加工 (Electro chemical machining)

以上之加工方法，大都在工具機上完成之，且其加工方式不外乎是綜合旋轉及往復運動兩個原則。超音波加工法，是以超音波發生器產生極高之頻率帶動液體，而液體中混有磨料砂粒，衝擊金屬表面而產生加工的作用。放電及電弧兩種加工法，皆是對具有導電性之被加工材，利用特殊電弧予以切削加工者；雷射則以高度集中之光束，可產生高溫以切削或焊接金屬。化學加工是利用化學劑之侵蝕，除去部份金屬之加工法。

#### (四)表面加工法

表面加工法，可區分為金屬表面之研磨法及加一保護層之塗層法兩大類，包括有下列幾項：

1. 拋光 (Polishing)
2. 砂帶研磨 (Abrasive belt Grinding)
3. 滾筒打磨 (Barrel tumbling)
4. 電鍍 (Electro plating)
5. 搪磨 (Honing)
6. 研磨 (Lapping)
7. 精磨 (Superfinishing)
8. 金屬噴焊 (Metal Spraying)
9. 無機物塗漆 (Inorganic coatings)
10. 鍍磷 (Parkerizing)
11. 陽極氧化 (Anodizing)
12. 熱粉鍍鋅 (Sheradizing)

#### (五)零件或材料之結合法

產品需要兩件或兩件以上組合而成者，其結合的方法，包括有下列幾種：

1. 焊接 (Welding)
2. 軟焊 (Soldering)
3. 硬焊 (Brazing)
4. 燒結 (Sintering)
5. 壓接 (Pressing)
6. 鉚接 (Riveting)
7. 螺紋件接合 (Screw fastening)
8. 黏膠接合 (Adhesive joining)

#### (六)改變材料物理性質的加工方法

利用加熱使金屬零件溫度升高，或快速反覆對金屬材料施加應力，而改變其物理性質的加工方法有下列幾種：

1. 熱處理 (Heat treatment)
2. 熱作 (Hot Working)

3.冷作 (Cold Working)

4.珠擊法 (Shot Peening)

熱處理是改變材料物理性質及其金屬結構之最常用者；熱作及冷作之主要目的，原為改變材料之形狀，但對於材料之物理性質及結構亦有相當的影響。珠擊法主要是可增進材料之疲勞應力，且以小件產品為主，常對彈簧作此處理。

### 三、產品設計

#### (一)定義

設計可定義為計劃、思考、發明以及參照已有計劃擬定其計劃等，同時設計含有許多藝術意味在內。產品設計是指對一系列新產品中之最初產品的發明或創作。

#### (二)程序

其程序為先有設計而後實施所設計之計劃，進而有生產、製造技能等行動。對於任何產品的設計，知識及經驗是必備的條件。

#### (三)應用及注意細節

設計可能應用繪圖、模型、樣品、規格或其他相類似之有關資料。無論如何，於設計時，必須注意各種重要的細節，包括所用材料及其多寡與能耐，採用此類材料之使用性，加工之合宜方法，整個工作過程中之部分或整體之關連性，以及產品或工作完成後之加工，這些許多因素均將影響到此類成品之品質與經濟性。因此對於一種產品的設計，必須俱備有設計各種機器的能力，即其具有對各種材料、製作過程、製造方法，及其他有關方面的豐富知識。

#### (四)設計人員具備條件

1. 專門知識。
2. 經驗。
3. 創作能力。
4. 材料及製造程序的知識。
5. 能夠表達其設計構想（即繪圖能力）。

每當設計一新產品時，應考慮到它的加工方法，材料與零件之組合及安排，機械設備，較經濟之生產方式以及美學原理等。總之，產品設計之最重要原則，是在選用材料、製造方法及存儲費用等方面，越經濟越好，唯有如此，才能使產品的成本降低，利潤提高，能使產品在市場上發揮其競爭能力。

### 四、製造的趨向

自從以動力代替了人力的工作機械使用之後，工具機的結構更趨堅固，切削速度提高，進給速度加快，尺寸要求亦更精密。爲了要達物美價廉的產品，在金屬製造加工方面有下列幾種趨向：

#### (一)新工具材料的開發使用

由於切削速度加快，工具溫度跟著升高，而降低了工具的使用壽命，因此需要新材料的工具以克服此種困難。新近發展之瓷質工具，即可於高溫下之高速切削使



用，但不能承受較大之衝擊。砂輪是由磨料經膠合而成，輪面具有無數的小切削刃口，這也是希望它在極短時間內，能切削大量的金屬，雖然這種構想在理論上可行，但輪磨總是屬於一種精細的加工方式，僅能切除微量金屬，增加製品表面之光平及尺寸精度而已。

### (二)加工自動化

一般來說，任何機器或施工方式，均可使其自動化，但其決定因素，應視有無經濟價值而定。有些機器可使其長時間連續不斷的，從原料的接收，經加工到成品的輸出，完全自動化。如圖1-2所示。但有時亦可由操作者作原料的裝置和成品的拆卸，自動部分則僅限於某一連串之操作程序而已。一部機器祇能完成某種工作，若希望在一部機器上完成超過此規定工作項者，必須將兩部以上的機器組合為一，成爲一種特殊加工機器。而另一種方式是仍然採用各種單獨的標準機器，在機器與機器之間，以輸送機構將工件由一部機器自動運送到另一部之加工機器上，這種形式之自動化裝置，必須考慮到各部機器之加工及輸送時間的配合，才能達到整個生產線的自動化。

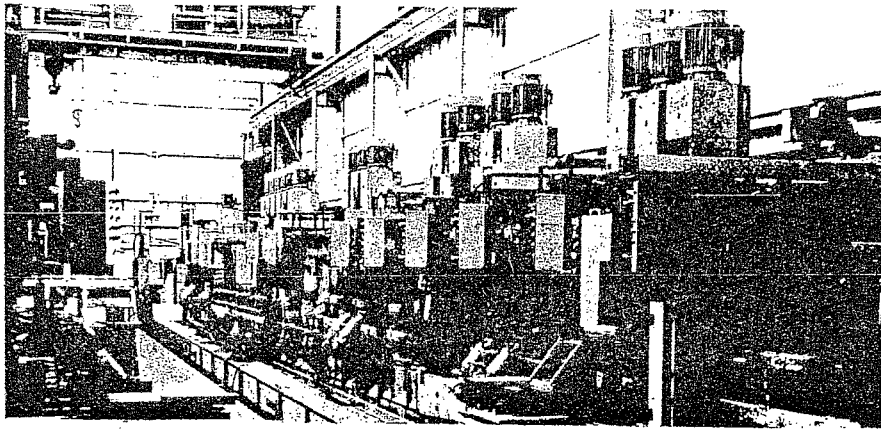


圖1-2 連續式自動化加工設備

### (三)零件製造專業化

向來沒有任何一個廠家自己製造出全部機器所需的零件，也沒有這種的必要，通常僅製造機器的組零件，這些組零件，可供其他廠家作製造專一特種機器之用。大公司常藉其優秀工程人員之判斷與創造性的設計，可由其他廠家購買機器底座、切削器材、液壓驅動件，以及其他之類似組零件等，再配合自己公司生產之其他主要組件，即可裝配成一高效率的機器。

## 精選試題

一、如欲鑄造出一良好之鑄件，試問有何重要因素？

答：其主要因素為：

- (一)製模步驟。
- (二)模型 (Pattern)。
- (三)型砂。
- (四)砂心。
- (五)機械設備。
- (六)金屬熔化。
- (七)澆注及清除。

二、砂模鑄造以模型 (Pattern) 來區分，試問有那幾種？

答：砂模製造以模型 (Pattern) 來區分，有下列兩種：

(一)可取出式模型 (Removable Pattern) 法

可取出式模型法，係將型砂置於模型 (Pattern) 周圍確實，並錘打適當之鬆緊度，然後將模型自型砂中取出，而形成鑄型 (Mold)，澆鑄熔融金屬於鑄型內即得鑄件。

(二)可消失式模型 (Disposable Pattern) 法

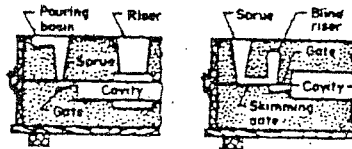
可消失式模型法，係利用聚苯乙烯 (Polystyrene) 製造模型，埋入型砂中不再取出，當熔融金屬澆鑄之後，模型即同時氣化而消失。

三、何謂流路系 (Gate System)？它包括什麼？製作流路系應考慮那些因素？

答：(一)流路系 (Gate System) 之意義

所謂流路系，即使熔化金屬，進入鑄模之通路。

(二)流路系包括砂模內從澆槽 (Pouring Basin) 開始，經垂直部份之澆口 (Sprue)，與鑄型相接之鑄口 (Gate)，以及具有分散支流之流道 (Runner)，達到砂模鑄穴 (Mold Cavity) 以至於冒口 (Riser) 的金屬液流通路線。如圖所示。



(三)製作流路系應考慮的因素如下

1. 金屬液進入模穴時，亂流應減至最低限度。小鑄件的鑄口應置於模穴之底部

或接近底部。

2. 流路系應具有調節金屬液流動的功能，避免流路系及模穴的型砂有被沖刷現象。
3. 金屬液流入模穴後，最好令其有一定的凝固方向，從面層開始至金屬最熱部份，以使金屬液能補償鑄件的收縮。
4. 金屬液中所有雜質，在進入模穴之前必須全部濾除。

#### 四、製作砂模所用之型砂

(一)應具備何條件？

(二)要做那些特性檢驗工作？試分別述之。

答：(一)製作砂模所用型砂應具備之條件如下：

1. 能抗抵高熱：不因熔鐵之高熱而燃燒，熔化或生化學變化。
2. 有黏力：潮濕時，具有足夠之黏性及強大，不致因熔鐵之壓力而崩潰。
3. 通氣性良好：注入熔鐵時，鑄型內原有之空氣及熔鐵冷卻時所產生之氣體，須能任其自由逸出，但熔鐵則不致滲透而出。
4. 可得光滑之鑄型表面，且容易與鑄件脫離。

(二)型砂特性檢驗工作，包括下列幾項：

1. 透氣性 (Permeability)：
 

表示砂模內產生的氣體，能逸出模外的性質。
2. 強度 (Strength)：
 

表示各砂粒間結合的能力，結合強度受顆粒形狀，大小、水分、黏土等因素的影響。
3. 耐熱性 (Refractoriness)：
 

表示砂粒抵抗高溫而不熔化的性能。
4. 顆粒的大小及形狀 (Grain Size and Shape)：
 

配合鑄件表面的要求，砂粒必須有適當的大小，砂粒的形狀宜有某種程度的不規則形態，才能產生足夠的結合強度。

(三)型砂尚需做下列試驗以求得砂粒之良好品質：

1. 硬度試驗；
2. 水分試驗；
3. 黏土含量試驗；
4. 細度試驗；
5. 透氣性試驗；
6. 強度試驗。

五、砂心要具備什麼條件？有幾種形式？它常用的結合料是什麼？試分別述之。

答：(一)砂心應具備下列之條件