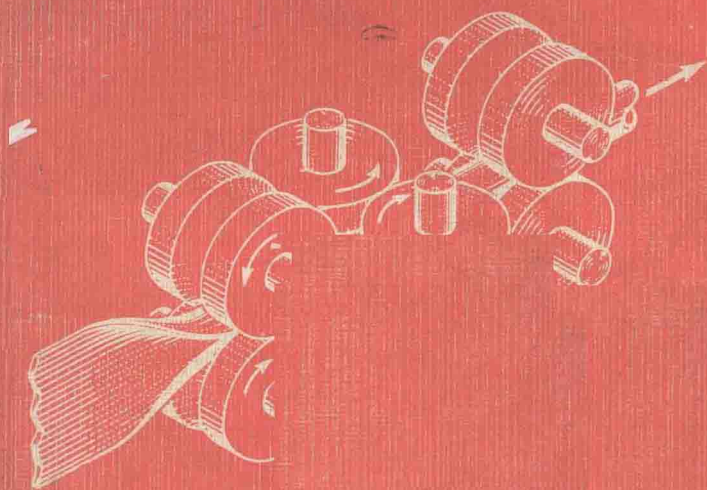


• 資格考 • 升學考 •

# 金屬加工複習

徐正彥 • 徐清奇 編著



三民書局總經銷

# 序

「金屬加工」為教育部於六十三年頒佈之最新高級工業職業學校課程標準，內容類似大專之「機械製造程序」。不但為高工機工科必修課程，且為一般從事機械工業者最實用之理論知識。

近年來，無論升工專或就業考試，「金屬加工」一科逐年增加命題比例，尤以補校資格考更列入考驗科目。但是加工方法洋洋大觀，若無系統之整理，誠然研讀不易。

本書編輯即以最淺顯之詞句，闡述各種加工原理，儘量避免使用艱澀文句，使讀者易學易懂。

本書可為高工日補校機工科及相關科之補充教材，亦可作大專院校機械工程科系之參考書籍。為獲得更佳學習效果，在各章之後，編有許多測驗題目，並附解答，使讀者立即得到回饋，而增加深刻印象。

本書係利用公餘之暇編成，雖經細心校對，編排力求清新醒目，唯謬誤之處在所難免，敬祈先進學者不吝指正幸。

編者 徐正彥 謹識  
徐清奇

民國 70 年 3 月於沙鹿大度山麓

# 金屬加工複習

## 目 錄

第 一 章	製造方法簡介 .....	1
第 二 章	鑄 造 .....	9
第 三 章	特殊鑄造 .....	23
第 四 章	金屬之熱作 .....	36
第 五 章	金屬之冷作 .....	48
第 六 章	量具、光度、公差及品質管制 .....	65
第 七 章	鑽床及搪床 .....	107
第 八 章	車床、六角車床及自動車床 .....	134
第 九 章	螺絲製造 .....	161
第 十 章	牛頭鉋床及龍門鉋床 .....	184
第 十 一 章	銑 床 .....	196
第 十 二 章	齒輪製造 .....	219
第 十 三 章	金屬鋸切及拉床 .....	233
第 十 四 章	磨 床 .....	248
第 十 五 章	沖床及壓床 .....	266
第 十 六 章	粉末冶金 .....	278
第 十 七 章	熔 接 .....	290
第 十 八 章	塑膠加工 .....	306
第 十 九 章	電積成形及塗層法 .....	320
第 二 十 章	特殊加工 .....	330
第 二 十 一 章	數字控制 .....	340

# 1

## 製造方法簡介

### 1-1 金屬加工之意義

利用機器設備或工具，使金屬材料得到一定之形狀或尺寸精度之加工方法稱為金屬加工。

### 1-2 金屬加工之方法

以製造程序而分，有五大類。

#### 1. 改變形狀

將金屬材料施加外力，使形成所需要之形狀。例如：

- (1) 鑄造 (Casting)
- (2) 鍛造 (Forging)
- (3) 滾製 (Rolling)
- (4) 擠製 (Extruding)

- (5) 擠壓 (Squeezing)
- (6) 抽製 (Drawing)
- (7) 彎曲 (Bending)
- (8) 剪切 (Shearing)
- (9) 穿孔 (Piercing)
- (10) 成形 (Forming)

## 2. 切削加工

以機製法施工，使成品尺寸達到一定精度。例如：

- (1) 車削 (Turning)
- (2) 鉋削 (Shaping)
- (3) 鑽孔 (Drilling)
- (4) 塘孔 (Boring)
- (5) 鉋孔 (Reaming)
- (6) 鋸切 (Sawing)
- (7) 拉孔 (Broaching)
- (8) 銑切 (Milling)
- (9) 輪磨 (Grinding)
- (10) 滾齒 (Hobbing)
- (11) 放電加工 (Electrical Discharge Machining)
- (12) 電化加工 (Electro Chemical Machining)

## 3. 表面加工

表面施以處理，使產品獲得外表光滑美觀，增加防腐防銹效能。  
例如：

- (1) 拋光 (Polishing)
- (2) 砂帶研磨 (Abrasive Belt Grinding)
- (3) 滾筒打磨 (Barrel Tumbling)

- (4) 電鍍 (Electroplating)
- (5) 搪磨 (Honing)
- (6) 研磨 (Lapping)
- (7) 精磨 (Super Finishing)
- (8) 金屬噴焊 (Metal Spraying)
- (9) 無機物塗噴 (Inorganic Coatings)
- (10) 磷酸處理 (Parkerizing)
- (11) 陽極氧化 (Anodizing)
- (12) 熱粉鍍鋅 (Sheradizing)

#### 4. 接 合

使零件或材料連接。例如：

- (1) 軟焊 (Soldering)
- (2) 硬焊 (Brazing)
- (3) 鍛焊 (Forge Welding)
- (4) 氣焊 (Gas Welding)
- (5) 電阻焊 (Resistance Welding)
- (6) 電弧焊 (Arc Welding)
- (7) 燒結 (Sintering)
- (8) 壓接 (Pressing)
- (9) 鉚接 (Riviting)
- (10) 螺絲連結 (Screw Fastening)
- (11) 膠合 (Adhesive Joining)

#### 5. 改變性質

在不改變製件之形狀下使改變製件之機械性質。例如：

- (1) 熱處理 (Heat Treatment)
- (2) 熱作 (Hot Working)

(3) 冷作 (Cold Working)

(4) 珠擊法 (Shot Peening)

## 1-3 製造方法之趨向

爲求切削速度提高，進給加快，尺寸更精密，而達物美價廉之產品，製造方法有以下之趨向：

### 1. 刀具材料之改良

工作之改進，以從刀具上着手最爲有效。目前刀具材料之演進依次爲：高炭鋼→高速鋼→炭化物→鑽石→陶瓷。

### 2. 一貫作業之採用

從原料接收，經加工到成品之輸出，完全自動化。

### 3. 零件之專業化

採衛星工廠制，主工廠僅負責主要組零件及最後裝配，零件之規格統一，充份達到互換之效果。

### 4. 數字控制機器之使用

將各種數據資料儲存於打孔、磁性或週波之膠帶或卡片，而藉以自動控制機器之運轉。

### 5. 無屑加工法之應用

加工當中無金屬屑產生，如鍛造、模製、壓鑄等。逐漸取代傳統之切削加工。

## 是非題

- ( ) 1. 滾製螺絲屬於切削加工類。  
**解：**(×)；屬於改變形狀加工類。
- ( ) 2. 放電加工屬於表面加工類。  
**解：**(×)；屬於切削加工類。
- ( ) 3. 為方便於交貨時間容易控制起見，故資本雄厚之廠家，均自己製造全部機器所需之零件。  
**解：**(×)；均採零件製造專業化制度。
- ( ) 4. 金屬加工從業者，可不必瞭解機械工作圖。  
**解：**(×)；必需具有識圖能力。
- ( ) 5. 製造方法由有屑趨向無屑加工。  
**解：**(○)；無屑加工即加工當中無金屬屑產生。
- ( ) 6. 壓鑄與鍛造屬有屑加工。  
**解：**(×)；屬無屑加工。



# 選擇題

- ( ) 1. 金屬加工方法中，下列那項工作屬於改變形狀①鍛造②擠壓③穿孔④以上皆是。

**解：**( ④ )。

- ( ) 2. 下列那項工作不屬於表面加工①電鍍②塘磨③輪磨④以上皆非。

**解：**( ③ )；輪磨屬切削加工。

- ( ) 3. 下列那項工作屬於切削加工①鑄造②車削③鍛造④焊接。

**解：**( ② )。

- ( ) 4. 下列那項工作不屬於無屑加工①鍛造②模製③壓鑄④放電加工。

**解：**( ④ )；放電加工乃藉電弧蝕化工件，屬有屑加工。

- ( ) 5. 下列刀具材料何者為最早使用者①陶瓷②高炭鋼③高速鋼④炭化物。

**解：**( ② )；刀具材料之演進為高炭鋼→高速鋼→炭化物→鑽石→陶瓷。

## 填充題

1. 以機製法施工，使成品尺寸達一定精密度稱( )加工。
2. 改變性質加工，乃是改變製件之( )性質。
3. 工作之改進，以從( )上着手最為有效。
4. 從原料接收，經加工到成品之輸出完全自動化，稱( )作業。
5. 零件之標準化，規格統一，可充份達到( )之效果。

---

[ 解 ] : 1. 切削      2. 機械      3. 刀具      4. 一貫      5. 互換

# 簡答題

1. 何謂金屬加工？

**答：**利用機器設備或工具，使金屬材料得到一定之形狀或尺寸精度之加工方法稱為金屬加工。

2. 金屬製造之方法可分成那五大類？

**答：**(1) 改變形狀。

(2) 切削加工。

(3) 表面加工。

(4) 接 合。

(5) 改變性質。

## ● 技能檢定必備叢書 ●

※技術士檢定機械製圖學科測驗 特價70元

※車工檢定學科測驗 特價75元

※鉗工檢定學科測驗 特價80元

請至各處郵局劃撥 2 5 2 1 9 號徐正彥帳戶收

# 鑄 造

## 2-1鑄造之意義

將金屬熔化而注入模中，待冷却凝固而成物件之方法稱為鑄造。

## 2-2模型 (Pattern)

砂模須以模型 (Pattern) 製造空穴，通常以木質為模型居多，稱為木模。其種類有：

### 1. 整體模型

如圖 2-1 (A) 所示。由一塊材料製作而成，只適合鑄件形狀簡單而構造單純者。

### 2. 分面模

如圖 2-1 (B) 所示，又稱分裂模。模型分為兩半或更多塊，分置於砂箱的上箱與下箱中，中間以合梢定位。

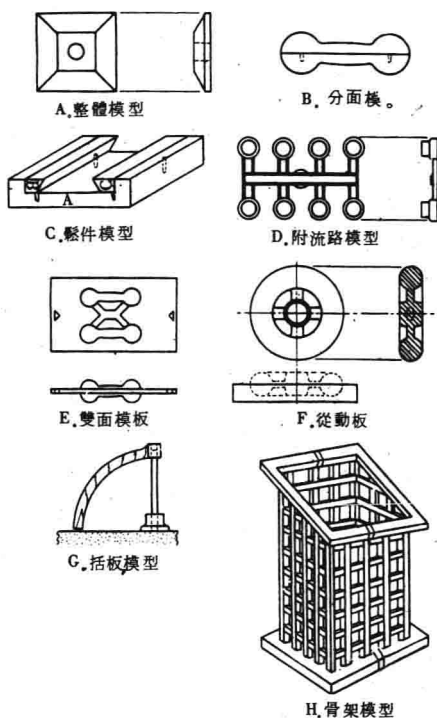


圖 2 - 1 模型種類

### 3. 鬆件模型

如圖 2-1 (C) 所示，又稱散塊模。由數塊模件組成，主要用於取模容易（取模時，先將主體取出，然後利用所形空間將分開部份取出。）。

### 4. 附流路模型

如圖 2-1 (D) 所示。將多件較小而形狀簡單之模型，以流道相接，可同時一次鑄成。

### 5. 雙面模板

如圖 2-1 (E) 所示，將模型的兩半分別釘在一板上。

## 6. 從動板模

如圖 2-1 (F) 所示，又稱嵌板模。將厚板上刻出與整體模一半相同形狀之凹穴，並配合一整體模。如此可有分面模之效用，但免去將模型分成兩半之麻煩。

## 7. 括板模型

如圖 2-1 (G) 所示。模型為板料，適合不複雜之大型鑄件。砂模以括板括削成形。有曲面括板及直括板等。

## 8. 骨架模型

如圖 2-1 (H) 所示。模型依鑄件大概形狀製成骨架，然後於骨架中擠入適當之模砂，乾固後形成具體模型。此法適合大型鑄件。

# 2-3 模型之裕度 (Pattern Allowance)

模型之形狀常比實際成品為大，其所加放之尺寸稱為裕度 (Allowances)。影響裕度之因素有：

### 1. 收縮 (Shrinkage)

一般金屬均有熱脹冷縮之通性。為補償金屬熔液在模穴內冷卻凝固後收縮，模型所加大之尺寸稱收縮裕度。

### 2. 拔模 (Draft)

為使模型自砂模中容易拔出，常使平行面做成少許斜度，稱為拔模斜度（一般約為  $1.5^\circ$  左右）。其所加放之尺寸稱為拔模裕度。

### 3. 加工 (Finish)

鑄件完成後，如需加工處必須加放尺寸，稱為加工裕度。小鑄件通常約留  $3\text{ mm}$  左右。

### 4. 變形 (Distortion)

薄而面大之鑄件，冷卻時容易扭曲變形。在可能變形之斷面加厚尺寸，稱為變形裕度。

## 5. 搖動 (Shake)

模型自砂模中拔出前，須作四方敲擊搖動，使與砂模壁鬆脫，俾便模型易於取出。因搖動而生之空隙大小，在模型之尺寸上扣除之，稱為搖動裕度。此種裕度與收縮裕度正好相反，為負值。

## 2-4 模砂 (Sands)

砂模用砂之主要成分為矽砂 ( $\text{SiO}_2$ )，因其耐熱性極高之故。因純砂無結合能力，造鑄模時必須加入 8~15% 之黏土，及適量之水份，三者調和均勻，方可得適用之模砂。

模砂須具備有下列特性：

- (1) 結合強度大。
- (2) 透氣性良好。
- (3) 耐熱性優良。
- (4) 顆粒大小適當。
- (5) 具不規則多稜角形狀。

## 2-5 砂模 (Sand Mold)

砂模之種類有：

### 1. 濕砂模 (Green-sand Molds)

以矽砂混合適量之黏土和水分製成之鑄模，為一般最常用之砂模。

### 2. 乾面模 (Skin-dried Molds)

將濕砂模製成一層具較大強度之表面稱乾面模。此法可將膠合劑摻在砂中，做成約 1 cm 之表面；或將結合劑噴在砂模表面，加熱或自然乾燥即可硬化。

### 3. 乾砂模 (Dry-sand Molds)

以較粗之模砂混合適當之膠合劑，在金屬砂箱造模後在爐中烘烤而成。由於不含水份，澆鑄時無水蒸汽產生，鑄件不生氣泡，亦不變形，故常用於鑄鋼之鑄造。

#### 4. 泥土模 (Loam Molds)

以磚塊或鐵件構成基本形狀，然後再抹以厚泥漿，以刮板修整成正確形狀，待乾固後便可澆鑄。此模用於大型鑄件之鑄造。

#### 5. 呔喃模 (Foran Molds)

以乾燥多尖角之矽砂與磷酸徹底混合，再加入呔喃樹脂（熱硬化性塑膠之一種，常用做膠合劑）所製成之砂模稱呔喃模。此類砂模製成後，經一至二小時即能自動硬化。

#### 6. 二氧化碳模 (CO<sub>2</sub> Molds)

將乾淨之模砂與矽酸鈉混合，製成砂模後，通入二氧化碳氣體，砂模即成堅硬而具強度。此法適合製造砂心，以及表面光滑而形狀複雜之鑄件。

## 2-6 砂模之製造

砂模製造之過程如圖 2 - 2 所示。圖(A)為一分面模，以梢結合之。造模時將底箱置於造模板上，並放一半木模於其中，如圖(B)所示。然後填滿模砂搗緊括平。接着翻轉底箱另置於一造模板上，洒上分隔粉 ( Parting Powder ) 後，將蓋箱及另一半木模以及澆口木梢與冒口木梢一起放上，再度填砂衝緊括平，如圖(C)所示。之後取出澆口及冒口木梢，將蓋箱拿起，拔出木模，做出流道系。有砂心者並安妥砂心。最後兩砂箱合緊，挖好澆池，如圖(D)所示，即為一完整之普通砂模。



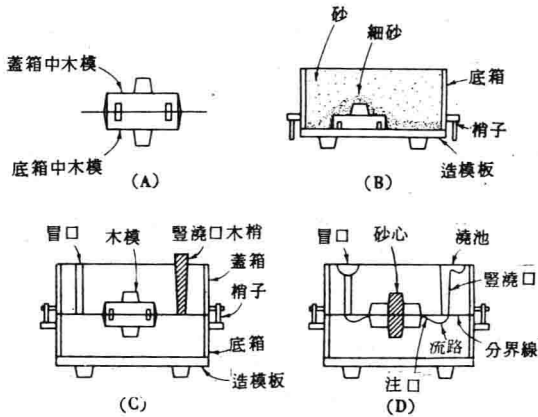


圖 2-2 砂模製造的過程

砂模各部名稱：

### 1. 砂箱(Flask)

造砂模時，用以容納模砂之方形框架，有木製與金屬製兩種。包括：

- (1) 蓋箱（上砂箱）：兩側備有孔之箱耳。
- (2) 底箱（下砂箱）：兩側備有梢之箱耳，以配合蓋箱。
- (3) 中箱（中砂箱）：鑄件形狀複雜時用之，俾便於取模。

### 2. 流路系(Gating System)

為金屬溶液在砂模內所流經之通路。包括：

- (1) 澆池（Pouring Basin）：使金屬溶液不至四散流失，並可排除浮渣。又稱澆槽。
- (2) 澆道（Sprue）：為流路系中之垂直部份，又稱豎澆口。
- (3) 流路（Runner）：為流路系中之橫平部份，常作成下凹狀以減少衝力。