

科學圖書大庫

實用金屬加工學

譯者 王介完

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

# 實用金屬加工學

譯者 王介完

徐氏基金會出版

## 第六版序言

金屬是工程上的一種基本材料，對我們工業的發展與技藝的進步，有着密切的關係。本書之目的乃在對金屬加工技術方面作一廣泛的介紹，包含理論與實用兩方面。在一般的工廠中常着重於實作的訓練，而忽略了與工作直接有關的基本知識之灌輸。在事實上應加強教育訓練，以充實工程方面之知識，方能改良工作方法，使工作更為完善，技術更有進步。因此本書基於此項原則，以淺顯之筆調，切合實用之圖片，對工廠中所需之一般機械加工原理，工場技藝、材料選用、以及工具與機器之使用方法等，作詳盡之闡述，希望能對讀者有所裨益。

本書在每次再版時，均曾加以修訂，但此項修訂工作，因金屬加工方法之日新月異而日趨困難。在某些情況下，新的加工方法雖極優異，但也並不能完全替代現用之方法，故其篇幅不斷增加，但為方便起見，仍編訂為一冊。

為求容納新的資料，而使該第六版成為一完整之修訂本，故目錄已重新編訂，部份章節已予合併。凡不適用之舊資料已刪除，而將新資料加入，使每一章節均能保持新穎。若干章節已予重寫，期能容納較多新的資料，如公制度量，膠合，非傳統性加工法等章。若干舊的插圖已予重畫，以配合其設備與實用，同時並加入了若干新的插圖。

萊普 ( victor. E. Repp )

# 目 錄

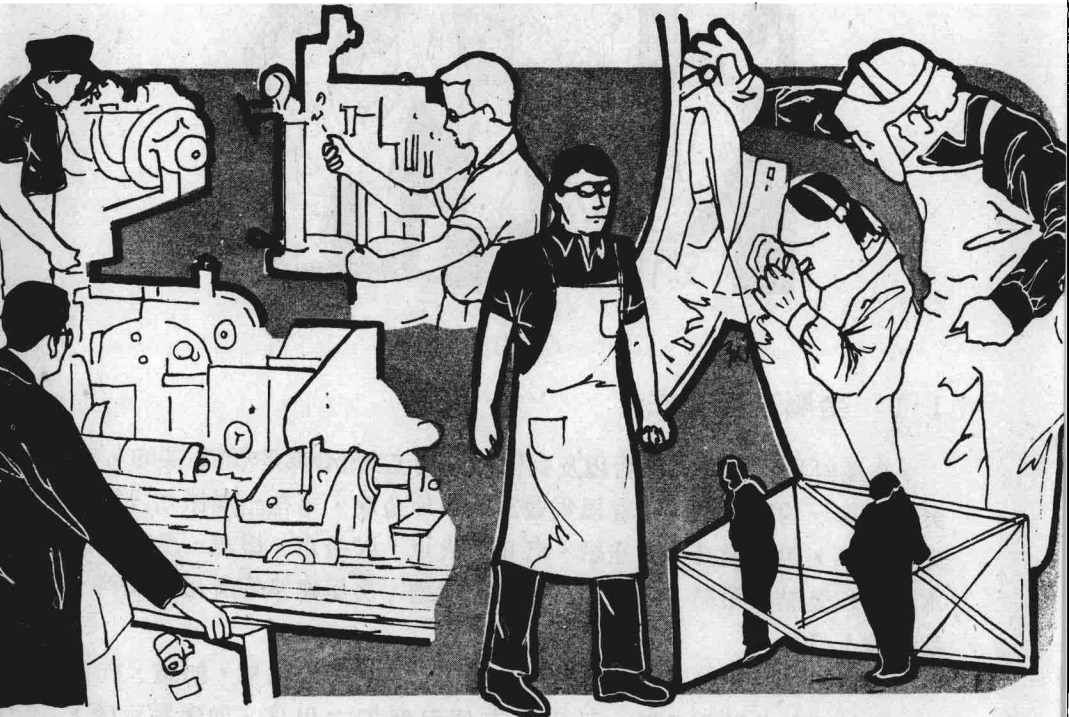
第六版序言	I
第一篇 概 論	1
第一章 金屬加工法概述	2
第二章 金屬加工業	8
第三章 金屬加工之安全問題	34
第二篇 工作計畫	41
第四章 圖樣閱讀與草圖繪製	42
第五章 生產計畫	56
第三篇 劃綫與度量	63
第六章 劃綫工具	64
第七章 劃綫技巧	85
第八章 小數當量	104
第九章 分厘卡與游標卡尺	107
第十章 公制度量	127
第四篇 鉗 工	137
第十一章 手 鋸	138
第十二章 機力鋸	149
第十三章 鑿與鑿削	168

第十四章 銼 刀	177
第十五章 銼 削	186
第十六章 刮刀與刮削	195
<b>第五篇 金屬材料</b>	201
第十七章 鐵	202
第十八章 鋼	211
第十九章 合金鋼	225
第二十章 非鐵金屬	235
<b>第六篇 螺紋、螺紋模、螺絲攻</b>	253
第二十一章 螺 紋	254
第二十二章 螺紋模	268
第二十三章 用螺絲攻切螺紋	274
<b>第七篇 配件與裝配</b>	289
第二十四章 配合與配件	290
第二十五章 裝配工具	296
第二十六章 扣件、螺栓、螺釘、螺帽、墊片、填隙片、銷、鍵、 鉚釘	321
第二十七章 管子、管子裝配工具與管料	350
<b>第八篇 焊接與膠合</b>	365
第二十八章 軟焊與硬焊	366
第二十九章 焊 接	376
第三十章 膠 合	409
<b>第九篇 板金製作</b>	417
第三十一章 板金工作、手工具與切斷工具	418
第三十二章 金屬片料之彎曲	435

第三十三章	板金製作法	450
<b>第十篇</b>	<b>金屬裝飾藝品</b>	<b>463</b>
第三十四章	金工藝術	464
第三十五章	金屬表面光製	476
第三十六章	金屬之標誌方法	488
<b>第十一篇</b>	<b>金屬加熱成形法</b>	<b>495</b>
第三十七章	鍛造與彎曲成形	496
第三十八章	鋼之熱處理	522
第三十九章	金屬鑄造法	540
第四十章	金屬之熔化與澆鑄	569
<b>第十二篇</b>	<b>磨料、砂輪與刀具之研磨</b>	<b>579</b>
第四十一章	磨料	580
第四十二章	砂輪	591
第四十三章	砂輪機	601
第四十四章	人工研磨刀具	613
第四十五章	鑽頭之研磨	623
<b>第十三篇</b>	<b>品質控制</b>	<b>631</b>
第四十六章	測量、檢驗與檢驗工具	632
第四十七章	非破壞性試驗與檢驗	665
<b>第十四篇</b>	<b>輔助材料與設備</b>	<b>677</b>
第四十八章	潤滑劑與切削液	678
第四十九章	皮帶與鏈條	686
第五十章	工件夾持裝置與夾持技術	696

第十五篇 工具機	709
第五十一章 鑽孔機器	710
第五十二章 鑽頭、套筒、插座與夾頭	720
第五十三章 鑽 孔	731
第五十四章 其他鑽床工作	743
第五十五章 車床與車床加工	757
第五十六章 牛頭鉋床、龍門鉋床、鉋床加工	812
第五十七章 銑床與銑床加工	844
第五十八章 精密磨床與研磨工作	897
第五十九章 自動化與數字控制	921
第六十章 非傳統性加工法	950

# 第一篇 概 論





## 第一章 金屬加工法概述



### 1-1 金屬之重要性

金屬對我們的日常生活以及我們所處的工業社會都是非常重要的，在美國的每一個角落都蘊藏着極為豐富的各種金屬，這些金屬係用以製造交通工具，包括飛機、太空船、汽車、火車、腳踏車、機車、船艦、潛水艇、以及結構用鋼，如築路、造橋、隧道、房屋建築等所用之鋼料。參閱圖 1-1。

有許多金屬用以製造家庭器具，包括節省人力之機械，如爐、洗衣機、乾衣機、洗碗機、及一般爲了方便與舒適之用具，如烤麵包機、電冰霜、火爐、冷氣機等。同時也包括娛樂用品，如音響、電視機、錄音機、照相機及電影放映機等。金屬也廣泛用以製造手工具，活動型機工具、各類工具機、農業機械、築路機械等。而運動器材也須用金屬製



圖 1-1 美國每一角落都有豐富的礦產

造，如釣魚器具、遊艇、高爾夫球桿與槍枝等。貴金屬則多用以製造錢幣、珠寶承座、餐具及刀劍等。

在今日從事於金屬加工事業的人力，佔有極大的比例，而這些人力的需求，包含各種不同的教育程度與技術水準，有半技術性的工人、操作工、技工、技術員及工程師等。

## 1-2 金屬之性質

金屬具有各種不同的特性，這些特性稱之為金屬的性質，當一個工程師或產品設計者，選擇一種金屬材料時，即係以材料之性質為基礎。金屬材料之性質通常有下列六種：

1. 密度：密度與金屬之重量及體積有關，即單位體積內所含之重量稱為密度，可以每立方吋多少磅表示之，（磅/吋<sup>3</sup>），或以每立方厘米若干克表示之（克/厘米<sup>3</sup>）。鋁之重量較輕，密度為0.097磅/吋<sup>3</sup>，鋼之密度約為鋁的三倍，因此若體積相同時，鋼較鋁約重三倍。

2. 抗蝕性：抗蝕性係指金屬對銹蝕或化學作用的一種抵抗力，鋁、不銹鋼及銅等金屬之抗蝕性均較鋼為優。

3. 硬度：硬度表示金屬抵抗貫穿力的程度，鋼較鉛或鋁為硬，有些鋼經過熱處理以後會變得更硬，而可用以切削其他的金屬，如銼刀。

鋸條、鑽頭以及其他切削刀具。

4. 韌性：韌性表示金屬因受震動或衝擊後，而不破裂的一種抵抗能力，一種韌性高的金屬，可以使之彎曲或改變形狀而不致破裂。鋼經熱處理後，硬度增大，但韌性則降低，銼刀或鑽頭因熱處理而硬度高，但欲使之彎曲則必斷裂，鋼之韌性常較其硬度為重要。如車輛底盤上之轉向關節、保險槓、彈簧及其他零件，其所需韌性的程度，實較高硬度為重要。一種產品之耐用性，實與材料之韌性及硬度兩種性質有密切的關係。

5. 脆性：脆性指金屬未經彎曲或變形，即容易發生破裂的現象；如玻璃甚脆，淬火後之工具鋼及灰鑄鐵，較未淬火之鋼料為脆。

6. 抗拉強度：抗拉強度係指材料抵抗拉斷的力量，亦即金屬件在被拉斷時，其斷面每平方吋所需之拉力。抗拉強度通常以每平方吋多少磅表示之。(psi)

如純鋁之抗拉強度為13,000psi，低碳鋼之抗拉強度約69,000psi，而某種特殊工具鋼，經熱處理後之抗拉強度，則可高達200,000psi。

金屬尚有許多其他重要性質，將於以後各章分別論述。

### 1-3 金屬分類

#### 純金屬

金屬可區分為純金屬及合金，純金屬僅含有單一之化學元素，而不含其他任何化學元素，如鐵、鋁、銅、鉛、錫與鋅等。純金屬通常質甚軟，強度低，因此純金屬多限於試驗室作實驗之用，以及結構方面少量應用。

#### 合金

於某一種純金屬中，熔合另一種或多種純金屬後，則可改變其性質，由此種方法所產生之新金屬，稱之為合金。合金之性質較所組成之各種純金屬的性質大不相同，不銹鋼是一種最常見的合金，由鋼、鎳及鉻所組成，其性質較普通鋼之強度高，韌性好，抗蝕能力強。

所以合金乃係一種金屬物質，由兩種或更多之金屬元素所組成，而

在本體金屬中加入所需之其他金屬，但合金中亦得含有非金屬元素。

金屬亦可分為鐵金屬及非鐵金屬兩大類，因各種鋼之主要元素為鐵，故所有鋼類均稱為鐵金屬，而非鐵金屬元素通常有鋁、銅、鉛、銻及錫等。

有許多種合金又可分為鐵合金或非鐵合金兩類，合金之命名係以其主要金屬而定，稱之為本體金屬，因此在鋼中加入鎳、鉻或鎢等元素，稱之為合金鋼，若合金元素加入鉛中，則稱為鉛合金，同樣也有銅合金、銻合金等。此類合金均稱為非鐵合金。但無論純金屬抑合金仍統稱之為金屬。

#### 1-4 金屬之選擇

凡金屬加工廠中之工程師、設計師、技術員及技術工人等，均須熟知各類金屬及其性質，幾乎有數百種不同等級的碳素鋼、合金鋼、工具鋼、特殊鋼等供我們選用，其他尚有六十種以上不同的鋁合金、及六十種以上不同的銅合金等。

其他尚有許多種非鐵合金為今日工業界所常採用；一部現代化的汽車，需用一百種以上不同的金屬來製造，其金屬零件約有 1,200 種，事實上，在近代工業界用以製造金屬產品之金屬與合金材料，已超過 20,000 種以上，參閱圖 1-2。

在本書以後數章中，將繼續論述各類金屬之性質及其製造方法，在此處僅作初步之介紹，每一種金屬均有其不同之性質，用以設計並製造各種不同的金屬產品。而在設計與製造金屬產品時，必須先了解一般金屬之性質。

當我們留意幾種現代化的工業產品時，就可充分了解在選擇金屬材料時，為何須特別重視其性質的理由了。譬如鋁合金用以製造飛機、小型引擎、家具、門窗、漁船等，因其質輕，防蝕性好，強度高，特別適合於製造此類產品。而特級鋁合金之抗拉強度較普通之低碳鋼猶高。參閱第十四表。

鋼經熱處理後性質變硬，用以製造刀具來切削其他的金屬，此類鋼稱為工具鋼，銼刀、鋸條、鑽頭、鑿子、螺紋模等均係用工具鋼製成。



圖 1-2 電爐廣用於煉製合金鋼

### 複習題

1. 列舉十種用金屬製成的重要產品。
2. 列舉五種雇用金屬製造工人的行業名稱。
3. 解釋金屬之性質一詞的意義。
4. 金屬的密度意義為何？
5. 解釋抗蝕性的意義。
6. 說明金屬硬度的重要性。
7. 舉出三種韌性較硬度更為重要的金屬產品。
8. 解釋金屬抗拉強度的意義。
9. 純鋁與低碳鋼之抗拉強度約為多少？
10. 列舉五種商業上常用的純金屬。
11. 何謂合金？

12. 鐵金屬類中之主要金屬為何？
13. 列舉數種非鐵金屬的名稱。
14. 何謂合金中之本體金屬？
15. 列舉數種以鋁製成的產品名稱。

## 第二章 金屬加工業



### 2-1 選擇一種事業應考慮的因素

當吾人在完成正式的教育後，很可能尚需工作達三十年至五十年之久，我們無論在生活、家庭、娛樂以及成就上的需求，均需依賴在工作方面的收入。在選擇一種事業之前，最重要的首先應對這一行業有充分的了解，茲以機匠為例，必須瞭解下列諸問題：

1. 機匠究竟做些什麼工作？
2. 一個機匠收入有多少？
3. 每日需工作多少小時？
4. 是否全年都有工作？
5. 做一個機匠要學習多久？
6. 在學校中是否可學到全部所需要的？

7. 機匠的工作是否危險？
8. 機匠、工具工、模具工、挖模工、銑工等之區別為何？
9. 當學習該行業後，就業之機會如何？
10. 當年齡到達四十歲時，是否仍能擔任此項工作？是否仍願擔任此項工作。
11. 升遷至管理工作的機會如何？
12. 自設機械廠的可能性如何？
13. 從事其他職業的機會如何？

以上諸問題均須仔細考慮，吾人須徵詢朋友、父母、師長與親友們的意見，閱讀有關這方面的書籍，可能的話，並找一位機匠談談有關問題。

當吾人對某項工作有了充份的瞭解，並作慎重的選擇以後，就必須努力去工作，決不要見異思遷，本章將提供有關的資料，使吾人能在工作中獲得快樂與成功。

## 2-2 技術與知識的意義

技術係指訓練雙手而能做某些工作的本領，知識係由「知道」一詞而來，要學習一種職業，或成爲一個技師，就必須同時具備技術與知識。一個從事於技術性行業的工作人員，也必須儘可能將所獲得的知識有效地運用於工作上。技師或工程師必須懂得數學、繪圖、科學以及其他科目；必須懂得某些工作爲何一定要用某種方法來作。本書之目的，即在提供從事於各種金屬加工業的人們一些有價值的資料。

## 2-3 工時與工資

從事金屬加工業者，每日須工作七至八小時，在此很難說明此類工作之工資如何，因爲工資時常調整，且隨工作之性質與地區而異，但有一原則，即技術較高或受教育與訓練時間較長者，其待遇一定較高。加班則可獲得額外工資，不論任何行業，身懷高技者，當不致找不到工作，但需要不斷進修，以趕上機器及工作方法之日新月異。



## 2-4 職務分類

職務就是工作的類別，職務的種類很多，在字典上大概可找到 20,000 種不同的職務名稱，而在金屬加工業也有好幾百種不同的職務名稱。

金屬加工業中不同的職務，需要不同的教育與訓練，其受訓的時間最短的僅數天，但也有長達五年甚至更長者。例如一個鑽床工，操作一部小鑽床，而擔任簡單的鑽孔工作，祇須在學校的實習工場，或工廠中訓練幾天就可以了，但一個全能的機匠，則通常需要四年的訓練時間。

### 一般職務分類

金屬加工業的職務分類，概係根據其知識程度，技術水準與訓練時間來決定，其概略區分如下：

1. 非技術工。
2. 半技術工。
3. 技術工。
4. 技師。
5. 技術員。
6. 工程師。

## 2-5 非技術工

非技術工僅需作少許而普通的訓練，即可擔任工作。例如以人力搬運材料的工人、擦地板工人、洗碗盤工人、家庭傭工等。此類工人在工作時不需要太多的思考與知識。在整個的勞工界，非技術工人的需求日漸減少，也許在未來若干年仍復如此。

## 2-6 半技術工

半技術工需要某些特別的訓練，有千百種不同的工作，都是半技術性的工作；半技術工訓練的期限，大部份自幾天至大約一年不等，通常可在學校實習工場訓練，或工廠中在職訓練，但有時訓練期限須達兩年