

教育部審定 高工適用

金屬材料

陳國章 黃繼派 編著

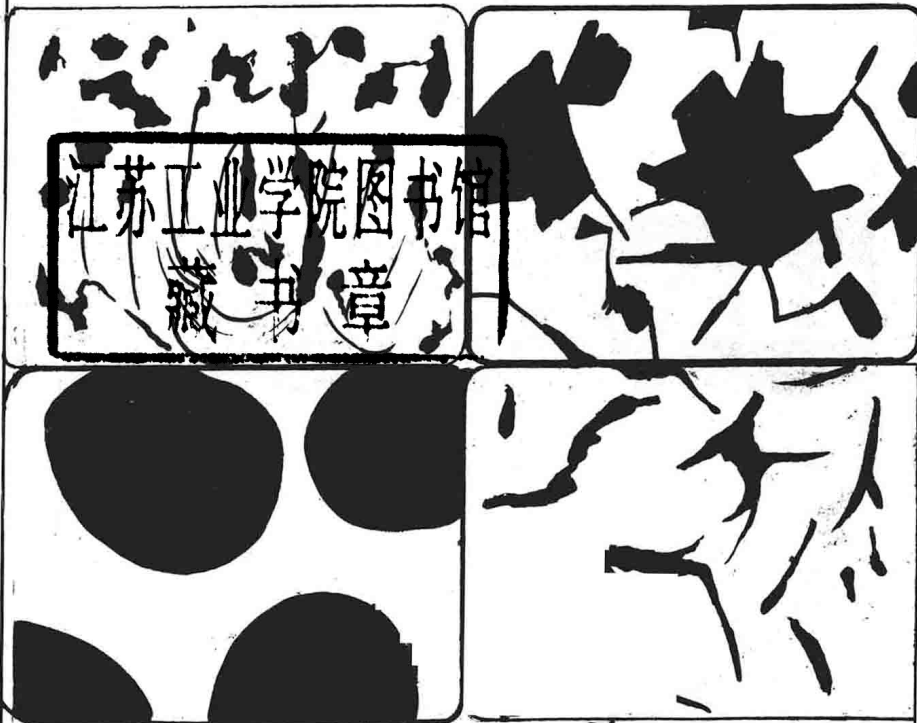
全一冊



全華科技圖書公司印行

金屬材料

陳國章 黃繼派 編著



江苏工业学院图书馆
藏书章



全華圖書 版權所有 翻印必究

局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

金屬材料

陳國章・黃繼派 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市龍江路76巷20-2號
電話：581-1300・541-5342
581-1362・581-1347
郵撥帳號：100836

發行者 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
基 價 3.32 元
再 版 中華民國73年6月

編輯大意

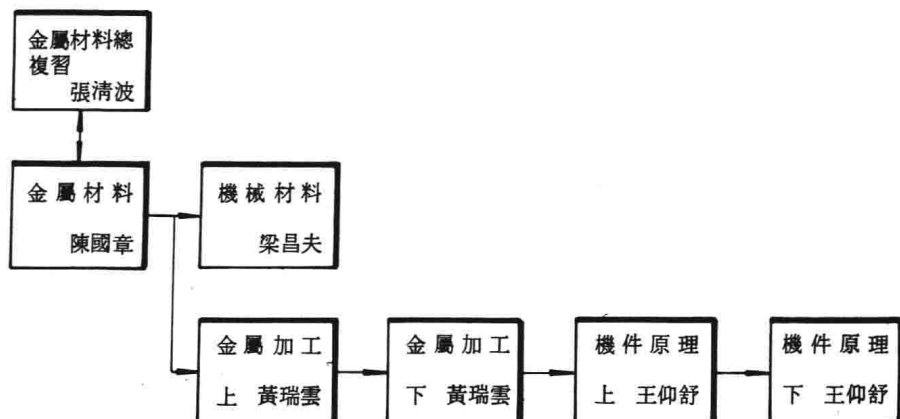
- 一、本書係遵照教育部六十三年二月修訂公佈之高級工業職業學校課程標準編輯而成。可供給高級工業職業學校機工科教學用外，尚可提供機械工程人員自修及參考之用。
- 二、本書內容以實用為主，儘量避免艱深之理論及證明；尤重圖表之展示，以提高學習之興趣。
- 三、本書為全一冊共分十四章，供第一學年每週一小時之講授。
- 四、本書之教學目的，在使學生熟知機械工業上，常用金屬材料之冶煉方法、性質、處理方式及用途等。
- 五、本書所用之專有名詞，均以教育部公佈之機械工程名詞一書為準，並隨後附有英文原名，以便對照了解。
- 六、本書在講授時，如因時間不足或艱深複雜不易使學生了解，可視情形酌予刪減以適合學生需要。
- 七、本書各章隨後不但附有習題，並且還多加測驗題，以便複習及測驗學生瞭解程度用。
- 八、本書編撰之後，雖經校對欲求完美，但由於時間倉促及編者之學淺疏漏，因此錯誤遺漏之處，在所難免，尚祈工程及教學先進，隨時賜予指正，俾以再版時修正充實。

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「金屬材料」呈獻給您。本書在討論機械工業上，常用金屬材料之冶煉方法、性質，以及處理方式與用途。在機械工業上，不同用途的情況下，使用的材料就需要作不同的考慮，這方面的問題很重要。所以，首先必須讓您明白常用金屬材料之各種製造方法、性質，以便能進一步知道如何作機械材料之設計與運用。本書是針對這種金屬材料在機械工業上的重要性而編成，一定給您充分的知識。

為提供您在金屬材料方面有完整的知識，我們特地以流程圖方式列出各有關圖書的閱讀順序，由淺入深，循序漸進地引導您得到有系統的知識，同時也可以減少您獨自摸索的時間。若您還有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。



目 錄

第一章 緒 論

1-1 工業材料與工業發展的關係	1
1-1-1 材料工業之意義及重要性	1
1-1-2 金屬材料之種類、特性及用途	2
1-1-3 非金屬材料之種類、特性及用途	2
1-2 工程材料應具有之品質	3
1-2-1 認識材料及其規格	3
1-2-2 材料選擇之根據與注意事項	4

第二章 金屬材料之性質

2-1 物理性質	7
2-1-1 金屬之通性	7
2-1-2 金屬之物理性質	8
2-1-3 金屬之結晶構造	12
2-2 機械性質	15
(一) 強度	16
(二) 硬度	22
(三) 延性	24
(四) 韌性	25
(五) 塑性	25
(六) 熔性	25
(七) 可鑄性	25

第三章 生鐵之製造

3-1 概 說	27
3-1-1 煉鐵之原料	28
3-2 鐵之冶煉	29
3-2-1 鼓風爐（又稱高爐）	30
3-2-2 鼓風爐之有關設備	30
3-2-3 鼓風爐之熔解及冶煉程序	32
3-3 生鐵之性質及種類	33

第四章 鑄 鐵

4-1 一般鑄鐵	37
4-1-1 鑄鐵之組成	37
4-1-2 鑄鐵之性質	41
4-1-3 普通鑄鐵與高級鑄鐵	43
4-2 特殊鑄鐵	47
(一) 耐熱耐蝕鑄鐵	47
(二) 冷激硬面鑄鐵	49
(三) 冷激硬面鑄鐵	49
(四) 展性鑄鐵	50
(五) 延性鑄鐵	53
4-3 對鑄鐵有妨碍及影響之元素	54

第五章 碳 鋼

5-1 煉鋼法	57
(一) 坩堝法	57
(二) 柏思麥法（又稱轉爐法）	58
(三) 平爐煉鋼法	60

(四) 電爐法.....	61
5-2 鋼之種類、性質、用途.....	66
5-2-1 鋼鐵之分類.....	66
5-2-2 鋼鐵產品之製造.....	70
5-2-3 鋼鐵之組織和成分.....	75
鐵碳平衡圖.....	77
5-2-4 鋼之性質.....	82
(一) 物理性質.....	84
(二) 機械性質.....	87
(三) 鋼鐵中之雜質及所含元素對其性質之影響.....	90
(四) 機械加工及熱處理對鋼各種性質的影響.....	93
5-2-5 碳鋼的用途.....	99
(一) 純 鐵.....	99
(二) 構造用鋼.....	99
(三) 表面硬化鋼.....	102
(四) 鑄 鋼.....	105
(五) 彈簧鋼.....	106
(六) 工具鋼.....	106

第六章 合金鋼

6-1 合金鋼之特性.....	109
6-1-1 何謂合金鋼及其主要性能.....	109
6-1-2 合金鋼之製法及通性.....	110
6-1-3 金屬之相的種類及其組合.....	114
6-1-4 各元素與合金鋼之關係及其重要性.....	120
6-1-5 合金鋼之各種晶粒組織及硬化情形.....	129
6-2 常用合金鋼之種類及用途.....	131
6-2-1 合金鋼之分類.....	131

6-2-2	構造用合金鋼	134
6-2-3	耐磨鋼	149
6-2-4	熱加工合金工具鋼（又稱耐熱鋼）	150
6-2-5	耐衝擊合金工具鋼	153
6-2-6	切削合金工具鋼	153
6-2-7	碳工具鋼	154
6-2-8	高速鋼	156
6-2-9	工具用超硬合金	159
6-2-10	工具用軸承鋼	162
6-2-11	工具用彈簧鋼	164
6-2-12	不銹鋼	164
6-2-13	耐熱鋼	167
6-2-14	磁性鋼	168

第七章 鋼鐵之編號

7-1	中國國家標準編號	173
7-1-1	鑄造用生鐵及合金生鐵之符號	174
7-1-2	鋼之符號	174
7-2	常用外國編號	177
7-2-1	AISI 標準（美國鋼鐵標準學會）	177
7-2-2	日本工業標準（JIS）	181
7-2-3	德國工業標準（DIN）	185

第八章 鋼鐵之熱處理

8-1	變態圖	193
8-1-1	純鐵的變態	193
8-1-2	鋼之變態與組織	197
8-2	淬火與回火	205

8-2-1 淬 火	205
8-2-2 回 火	207
8-3 退火與正常化	210
8-3-1 退 火	210
8-3-2 正常化	212

第九章 表面硬化

9-1 表面硬化	215
9-2 滲碳法	217
9-3 氮化法	224

第十章 銅及銅合金

10-1 銅之性質	229
10-2 黃 銅	232
10-2-1 黃銅的組織	232
10-2-2 黃銅的性質	234
10-2-3 黃銅的種類及用途	235
10-3 青 銅	242
10-3-1 青銅的組織	242
10-3-2 青銅的性質	243
10-3-3 青銅的種類	244

第十一章 鋁及鋁合金

11-1 鋁之性質	256
11-2 鋁合金與熱處理	259
11-2-1 鋁合金之編號	259
11-2-2 鋁合金的熱處理	263
11-2-3 鑄造用鋁合金	264

11-2-4 鍛造用鋁合金·····	266
11-2-5 鋁及鋁合金之表面處理·····	273

第十二章 鉛、錫、鋅及其合金

12-1 鉛·····	279
12-2 錫·····	280
12-3 鋅·····	281
12-4 鉛、錫、鋅之合金·····	282
12-4-1 活字合金·····	282
12-4-2 易熔合金·····	283
12-4-3 軸承合金·····	283
12-4-4 焊接用合金·····	284

第十三章 壓鑄合金

13-1 鋁基合金·····	287
13-2 鋅基合金·····	288
13-3 鎂合金·····	290

第十四章 塑膠材料

14-1 性 質·····	293
14-1-1 高分子聚合物·····	293
14-1-2 塑膠材料的製造·····	294
14-1-3 塑膠成品之加工·····	295
14-1-4 塑膠的特性·····	298
14-2 熱塑性材料及熱硬性材料·····	298
14-2-1 熱塑性材料·····	299
14-2-2 熱硬性材料·····	300
附 錄·····	309

緒 論

1-1 工業材料與工業發展的關係

現代國家的強盛及發展，無不是決定於工業之是否發達，而工業的進步與科學的發展，大都是由基本工業興起；但基本工業的根本往往是根據於材料工業的研究發展及進步。此外民生必需品與材料工業的發展亦有密切的關係，國防的建設更是離不開機械的幫助，亦即脫不開與材料工業的聯繫關係。因此高度開發國家如美國、蘇俄、西德、加拿大、日本……等無不投資大量之人力、物力、財力於工業材料之研究，以求國家的富強及人民的生活舒適。

1-1-1 材料工業之意義及重要性

材料工業大體分金屬材料工業及非金屬材料工業兩大類；金屬材料工業應包括鋼鐵、煉鋁、煉銅、鑄造、鍛造等工業。非金屬工業應包括木材、塑膠、橡膠、石油、化學、水泥等工業，兩者相輔相成以臻真善美境界。譬如機械之製成須有油漆來保護外殼以防生鏽，還要油脂之潤滑以利操作；而食油、石油等油類之提煉，非機械不可。還有房屋、

2 金屬材料

橋樑的建築以及石材、木材之鋸切亦非有機械不能奏迅速完成之功。再看現代的工業產品，小至電開關、窗簾，大至飛機、太空梭、人造衛星，無不由金屬與非金屬材料所合作而成的。

1-1-2 金屬材料之種類、特性及用途

在日常用品中我們所見到的金屬製品較多，尤其是鋼鐵製成的或是鋁合金、銅合金製成的。例如電鍋、洗衣機、水龍頭、菜刀、鎖、手錶、腳踏車、汽車、火車等。金屬其應用之範圍很廣，可用至機械、電氣、車輛、飛機、土木建築、以及家用品等方面。金屬材料種類很多，以金屬元素講有 70 種左右（約 74 種），工業上常用的只有二十多種，其中鐵(Fe)用之最多，不但價格便宜，機械性質也好，其使用量佔總金屬產量的 90 % 左右。除鐵之外還使用之非鐵金屬有銅、鋁、鎳、鉻、鎢、鋅、鉛、錫、鎢、鎂、鈹、鎢等元素較多；其次是使用做為合金的材料有鈳、鈳、鈳、鈳等元素較多。

通常金屬材料較非金屬材料性質優良，如堅固耐用、色彩華麗、光澤耀眼、耐蝕耐熱、鑄造容易，亦是電與熱之良導體；但是重量大（除鋁、鎂外）運輸不便，熔點高熔化不易（軟金屬除外）；另表面如不經處理容易生氧化膜，亦是其缺點。

1-1-3 非金屬材料之種類、特性及用途

近代隨着交通工具之發達，其所需要之非金屬材料亦隨之增多；如車輛之輪胎需要橡膠及塑膠纖維合成；而燃料需靠汽油、柴油、重油之助。耐熱鍋爐或管子需靠石棉或耐火泥。又建築事業之興盛，需要水泥、石材、木材、砂、玻璃等建材之促成。再紡織工業的原料是棉花及塑膠合成纖維等等皆需非金屬材料。

因此可知非金屬材料種類繁多，大體可分有機類及無機類兩種；其性

質較軟（除鑽石、寶石及矽質類外），強度及硬度較差（石材類除外），耐熱及耐蝕性亦較差。

1-2 工程材料應具有之品質

1-2-1 認識材料及其規格

工程上所使用之材料種類很多，各個性質亦異；因此除了須知其為金屬材料（分鐵金屬Ferrous metal及非鐵金屬Non ferrous metal），非金屬材料（分有機類Organic及無機類Inorganic）外；亦需要了解其機械性質，如強度、耐熱、耐磨、耐蝕性、伸長率、化學成份及熱處理或加工性質；另外，也須知道材料之大小規格適用範圍以及是否經濟實惠、輕便耐用等因素，才能確保使用時之安全可靠。如實際需要，材料可採用合金製成，但須考慮下列問題：a. 價格低，b. 製造容易，c. 性質好、堅固、耐用、美觀，d. 合金成分愈少愈好，e. 應比純金屬好，有價值。

通常合金之種類大致可分下列幾類：

- (1) 鋼鐵類合金（Iron & Steel Alloy）：以鐵和碳為主要合金。
 - A. 碳鋼（Carbon Steel）：成分除了鐵還有碳。
 - B. 鑄鐵及鑄鋼（Cast Iron & Cast Steel）：鑄鐵之含碳量較碳鋼高。鑄鋼之含碳不一定較碳鋼高。
 - C. 合金鐵及合金鋼（Ferro-Alloy & Alloy Steel）：在鐵中加入Cr、Si、Mo、Mn、V等。
 - D. 特殊鋼（Special Alloy steel）：在鐵中加入Ni、Cr、Mo、Co、Al、V、Mo、W、Ti等。
- (2) 銅合金（Copper Alloy）
 - A. 黃銅（Brass）：銅與鋅為主要合金。
 - B. 青銅（Bronze）：銅與錫為主要合金。
 - C. 磷青銅（Phosphorus bronze）：青銅中加入少量的磷者。

4 金屬材料

(3) 鋁合金 (Aluminium Alloy)

- A. 杜拉鋁 (Duralumin): 鋁與銅為主要合金, 另含少量錳、鎂、矽元素。
- B. 鋁銅合金: 鋁與銅為主要合金, 另含少量之鉛、鉍元素。
- C. 鋁鎂合金: 鋁與鎂為主要合金, 又含少量鉻元素。

(4) 鎳合金 (Nickel Alloy): 鎳與銅、鐵、鉬、鉻等之合金。

非金屬材料包括 a. 木材, b. 混凝土, c. 皮, d. 橡膠, e. 合成樹脂, f. 電木, g. 塗料。

1-2-2 材料選擇之根據與注意事項

材料的選擇除了上述之幾點須知外, 應加上以下之幾項原則及先決條件才能達到預期之要求及目的。首先應了解材料之煉製方法, 是酸性的或鹼性的, 有何特性及缺點, 應如何處理或加工以改善其缺陷, 進而增加其效果。其次是根據以下的原則或條件, 來挑選最適用之材料。

(一) 材料之規格與品質, 應符合一定標準:

根據各種要求與用途, 我們可選擇具有正字標誌或國家標準的材料, 如中國的 CNS, 日本的 JIS, 美國的 SAE、AISI、ASTM 及德國的 DIN 所規定的; 其化學成分, 處理方式及用途, 皆經實驗, 所以其品質有相當的保證, 不容易發生差錯。

(二) 材料應物美價廉, 並且適合工程設計的要求:

材料製造出來除了品質要與外國能媲美外, 其價格亦要能與外國相比, 才能在國外市場與人競爭, 增加外銷。

(三) 材料品質應先後一致, 且不應供應中斷才可:

若材料品質在工程進行中, 發生不合要求現象 (如品質降低或偷工減

料)以致影響工程進度,另材料供應不繼,亦可影響工程完成;這些情形小者浪費金錢,大者損壞個人及國家的名譽及完成。

(四) 材料的品質,應有合理的管制:

材料的品質管制,應設專人管理,且要有精密的量具加以檢驗,才能確保材料品質為上選品。

除此之外,要好的材料,在應用上還須根據製造及施工者的經驗及檢驗者的意見,隨時改進,才能更為理想。因此工程人員在平時對於工程進行的結果,在形態與功能上有何優劣點,材料呈現之性質,應確實收集完整這些資料,並仔細觀察及揣摩其變化原因;以增進使用材料的常識及經驗;在實際工程進行中,能根據學理及所累積的寶貴經驗,再加上小心在各種手冊查得的資料,以確定使用材料之性質及用途的各種數據,如此即可得經濟有效的適用材料,以達我們學以致用的目的。

習題一

測驗題(是非):

- () 1 金屬材料中用途最廣的是鐵
- () 2 非金屬(除石材類)一般比金屬硬度、強度皆大
- () 3 非鐵金屬中鋅比銅、鋁用途多
- () 4 非金屬應包括有機類及無機類兩種

問答題:

- 1 試述材料對工業發展的重要性?
- 2 材料可分那兩大類?合金大致可分幾類?
- 3 金屬材料中使用最多的是何種元素?其次是那些元素較常使用?
- 4 選擇材料應根據那些原則或條件?

