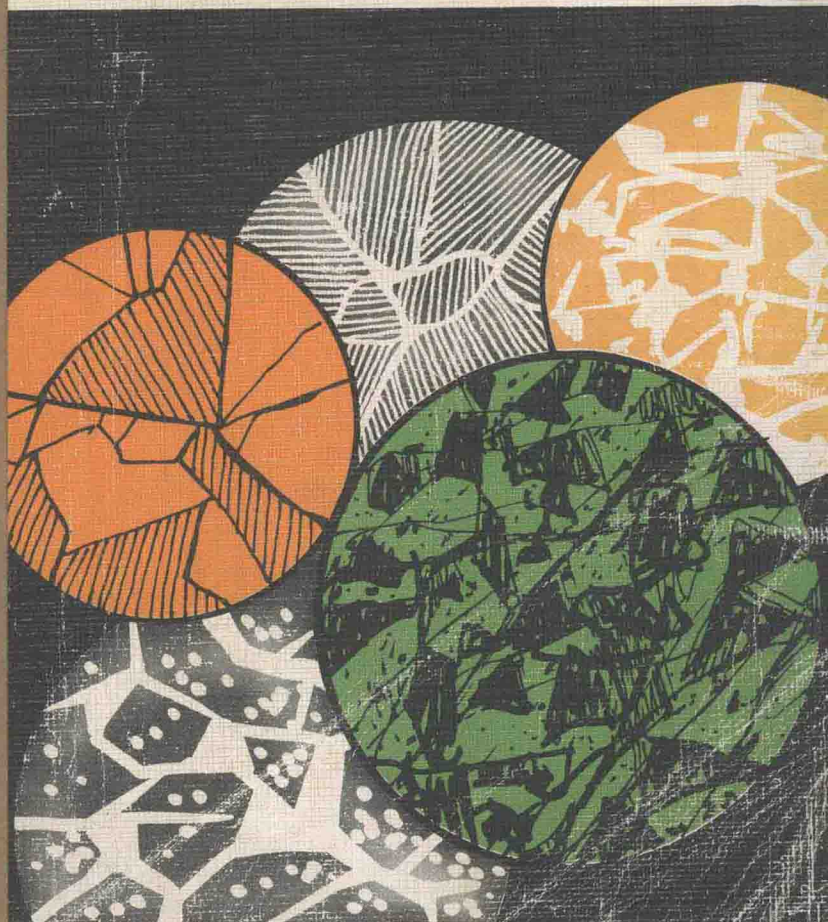


最新部訂專科課程標準

機械材料

梁昌夫 編著

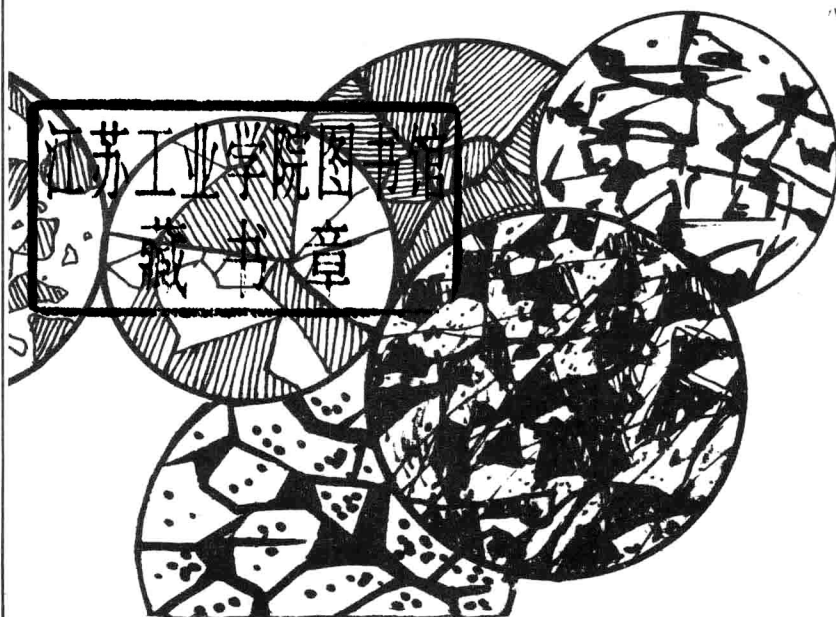


全華科技圖書公司印行

最新部訂專科課程標準

機械材料

梁昌夫 編著



全華科技圖書公司印行



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

機械材料

梁昌夫 編著

出版者 全華科技圖書公司
北市建國北路85巷9號
電話：581-1300-564-1819
郵撥帳號：100836
發行者 蕭 而 廊
印刷者 慶福彩色印刷廠
東南亞 港 明 書 店
總經銷 香港九龍彌敦道500號2樓
電話：3-302846-3-309095
定 價 新台幣 150 元
海外定價 港 幣 30 元
初 版 中華民國69年6月

編輯大意

- 1 本書之編輯內容主要針對大學及工業專科學校機械工程科系及冶金工程科系「機械材料」課程教學之用。同時並適合一般從事機械及冶金工程之現場技術人員參考使用。
- 2 本書之編輯大綱係遵照教育部65年6月公佈之五年制、三年制及二年制工業專科學校機械工程科課程標準編輯而成。內容以淺顯摘要敘述為原則。使初學者對材料之特性有所瞭解，進而在設計及使用上能做廣泛之應用。
- 3 本書着重於實用，少有艱深之理論。本書內容重點如下：
 - (1) 材料內部組織與其特性之關係。
 - (2) 內部組織變化對材料特性之影響。
 - (3) 實用之各種機械材料之規格及用途。
- 4 金屬材料佔機械材料使用範圍之大部份。閱讀此部份內容時，必須先對

第一章之金屬材料之基本觀念有所瞭解，方能循序漸進，對各種金屬材料之製造、處理、使用及選擇等有較明白之概念。近年來在非金屬材料的發展方面，可說日新月異，甚至有部份已到能取代金屬材料的地步。尤其在今日各種金屬礦源日漸枯竭之際，非金屬材料的發展更具時代意義！

5. 本書所使用之各種工程專用名詞，原則上是以部訂機械、礦冶工程名詞為準，對少數尚未統一之特殊名詞，則採用通俗譯名，並附原文以資對照。
6. 本書儘可能採用國家標準規定之公制單位。並於附錄中附有常用鋼鐵標準及其符號命名法，以利學者應用。
7. 本書係利用公餘時間編著，歷時一年而成。然因本人才疏學淺，疏漏之處，尚祈諸先進惠予指正，不勝感禱。

梁 昌 夫 謹識

中華民國 68 年 6 月

爲「科學中文化」 展開一個新紀元

全華科技圖書公司服務科技教育界的精神
將爲「科學中文化」展開一個新紀元。

科學技術，一日千里，陳舊的資料已無法滿足嶄新科技教育的需要。目前國家建設急速推展，科技教育必須再紮根、再推廣，科學中文化、更新教學資料、培育科技人才已是刻不容緩的事。

全華科技圖書公司，爲了推展國內科技教育，乃竭誠編撰了一系列教科書。這些圖書，資料最新、最有系統，完全配合科技教育的需要。我們確信這一系列教科書，將徹底解決國內科技教材的陳舊、缺乏問題，並希望能以此開始，得拋磚引玉的功效，使全國國民共同爲發展國家科技知識而努力，爲「科學中文化」展開一個新紀元。

本書編印，審慎小心，我們竭誠歡迎您來信指正。

目 錄

第一章 金屬材料之基本觀念

1-1 金屬及合金之定義	1
1-2 金屬及合金之通性	2
1-3 工業用金屬材料	2
1-4 金屬之晶粒及組織	3
1-5 金屬之結晶構造	4
1-6 金屬之塑性加工	6
1-7 加工硬化與再結晶	13
1-8 金屬之凝固	17
1-9 合金之平衡圖	22
1-10 合金之組織與性質	35
習 題	36

第二章 金屬材料之性質及試驗

2-1 物理性質	37
2-2 化學性質	39
2-3 機械性質	42
2-4 材料試驗	42
習 題	62

第三章 生鐵和鋼之製造法

3-1 煉鋼廠之概況	63
------------	----

3-2 生鐵製造法.....	65
3-3 煉鋼法.....	67
3-4 鋼錠製造法.....	70
3-5 鋼錠之加工.....	71
3-6 鋼之連續鑄造法.....	72
3-7 鋼鐵製品之種類及用途.....	74
習 題.....	76

第四章 純鐵、鋼及鑄鐵

4-1 鐵、鋼和鑄鐵之定義.....	77
4-2 純 鐵.....	77
4-3 鋼之分類.....	82
4-4 碳鋼之平衡圖與組織.....	82
4-5 鑄鐵之顯微鏡組織.....	88
習 題.....	88

第五章 碳鋼及其熱處理

5-1 熱處理之定義及重要性.....	89
5-2 鋼之冷卻速度對變態溫度及組織之影響.....	89
5-3 鋼之恆溫變態.....	93
5-4 恆溫變態和連續冷卻變態的關係.....	95
5-5 各種組織之機械性質.....	96
5-6 鋼之正常化.....	100
5-7 鋼之退火.....	100
5-8 球化退火.....	101
5-9 鋼之淬火.....	102
5-10 鋼之回火.....	107
5-11 恆溫變態熱處理.....	110

5-12	加工熱處理	111
5-13	碳鋼之組成及用途	114
	習題	119

第六章 構造用合金鋼

6-1	合金鋼之分類	121
6-2	合金元素對鋼之變態及組織的影響	122
6-3	非熱處理用合金鋼	125
6-4	熱處理用合金鋼	128
6-5	構造用合金鋼之規格與用途	135
	習題	141

第七章 工具鋼

7-1	碳工具鋼	143
7-2	合金工具鋼	144
7-3	工具鋼之熱處理	149
7-4	高速鋼	151
7-5	工具用硬質合金	156
	習題	159

第八章 不銹鋼與耐熱鋼

8-1	不銹鋼	161
8-2	耐熱鋼	172
8-3	超耐熱合金	174
	習題	178

第九章 其他合金鋼

9-1	軸承用鋼	181
-----	------	-----

9-2 彈簧鋼·····	182
9-3 號規用鋼·····	184
9-4 不變鋼·····	184
9-5 磁性用鋼·····	185
習 題·····	192

第十章 鋼之表面硬化

10-1 火焰硬化法·····	194
10-2 高週波淬火法·····	195
10-3 電解淬火法·····	196
10-4 滲碳法·····	197
10-5 氮化法·····	203
10-6 滲碳氮化法·····	206
習 題·····	206

第十一章 鑄 鐵

11-1 鑄鐵之熔解法·····	207
11-2 鑄鐵之平衡圖與組織·····	209
11-3 五大元素對鑄鐵組織的影響·····	216
11-4 鑄鐵之機械性質·····	217
11-5 鑄鐵之其他性質·····	220
11-6 各種鑄鐵·····	223
11-7 鑄鐵之熱處理·····	235
習 題·····	236

第十二章 銅及其合金

12-1 銅之煉製法·····	237
12-2 銅之性質及用途·····	238

12-3	銅合金	242
	習題	258

第十三章 鋁、鎂及其合金

13-1	鋁	259
13-2	鋁合金	262
13-3	鎂及其合金	273
	習題	274

第十四章 鎳及其合金

14-1	鎳之性質及用途	279
14-2	鎳合金	280
	習題	285

第十五章 鉛、錫、鋅及其合金

15-1	鉛之性質及用途	287
15-2	錫之性質及用途	288
15-3	鋅之性質及用途	289
15-4	鉛錫鋅之合金	290
	習題	298

第十六章 其他金屬及其合金

16-1	鈦及其合金	299
16-2	銀及其合金	301
16-3	金及其合金	302
16-4	白金及其合金	302
16-5	鎢及其合金	303
16-6	鉬及其合金	303

16-7	鉻及其合金	304
16-8	鈷及其合金	304
16-9	釩及其合金	305
16-10	鎢及其合金	305
16-11	鉍及其合金	305
16-12	銻及其合金	306
16-13	錳及其合金	306
16-14	汞及其合金	307
	習題	307

第十七章 非金屬材料

17-1	機械工業用非金屬材料	309
17-2	基礎材料	309
17-3	耐火材料及保溫材料	313
17-4	襯墊及皮帶用材料	318
17-5	潤滑劑及切削劑	319
17-6	研削及研磨材料	322
17-7	塑膠材料	327
17-8	塗料	331
17-9	木材	334
	習題	337
附錄A	常用鋼鐵標準及其符號命名法	339
附錄B	英制單位與國際單位體系(SI)間之換算關係	357
附錄C	英制/公制(SI)間有關應力的換算因子	359
附錄D	英制/公制(SI)間有關破壞韌性的換算因子	361

金屬材料之基本觀念

1-1 金屬及合金之定義

機械工業所使用的材料可分為金屬材料與非金屬材料兩種，由於金屬材料具有堅硬、耐磨且易加工之特性，因此其用途甚廣。一般工業用之金屬材料大部份係以合金（ alloy ）狀態使用，以純金屬（ metal ）狀態加以利用的較少。

週期表上的 100 餘種元素中，金屬元素約有 70 種，但是工業上所用的金屬只有 20 多種。其中以鐵的使用量最多，約占金屬的總生產量的 90 % 左右。鐵以外的金屬通稱非鐵金屬，其中銅、鋁、鋅、鉛、錫、鎳、鎂、鎢、鉻、錒、鈹、鎳、鈷、鉬、鈳、錳、鈦、金、銀、鉑、水銀等較常使用。

合金係指二種或二種以上之金屬，或金屬與非金屬互相融合，而具有金屬的各種性質之物質。合金依其成分金屬之種類與配合比例，可以獲得單一純金屬所不易獲得之種種優異性質，例如銅和鋅在高溫互相融合後可得黃銅。黃銅在外觀上雖與銅、鋅不相同，但仍具有兩種金屬之特性。由二種成分製成的合金叫做二元合金，由三種或四種成分製成的稱為三元或

四元合金。但若鐵與氧相結合則變成氧化鐵，而非合金，因其已失去成分元素之各種特性。

1-2 金屬及合金之通性

一般金屬及合金均具有下列共同特性：

- (1) 不透明且具有金屬光澤。
- (2) 固體時為結晶體構造。
- (3) 電及熱之良導體。
- (4) 富延性及展性。
- (5) 具有相當之硬度。

金屬及合金均具有其特有之光澤，但並非具有金屬光澤者皆為金屬或合金。譬如硫化鐵即具有金屬光澤，但其沒有延性及展性，因此不能稱為金屬。

在常溫時，除汞外一般金屬皆為固體狀態。合金之熔點則較其成分金屬為低。固體狀態是結晶體者，除金屬及合金外，尚有離子結合結晶，共價結合結晶，凡得瓦爾引力結合結晶及半導體等物質。

電及熱之良導性是金屬特有之性質，合金之導電率及導熱率常低於其成分金屬。

多數金屬及合金，在受外力作用時，具有延性及展性等塑性變形的能力，且具有相當之硬度，因而適於機械加工之用。

1-3 工業用金屬材料

工業用金屬材料中，以純金屬狀態使用者，只有銅、鋁、鋅、鎳、錫、鎂等，其他大多數均製成合金來使用。因為改變合金的成分及配合比例時，可以改良純金屬的性質，獲得純金屬所未具有之各種優良機械性質。

工業上常用的金屬與合金分別列舉如下：

1. 純金屬：

銅、鋁、鎂、鉛、錫、鋅、鎳、鉻、水銀等。

2. 合金：

鐵系合金——碳鋼、合金鋼、鑄鐵等。

銅系合金——黃銅、青銅等。

鋁系合金——杜拉鋁 (Duralumin)、鋁銅合金、鋁鎂合金等。

鎳系合金——蒙納合金 (Monel metal) 等。

鋅、鉛、錫系合金——白合金、鉛字合金、軸承合金等。

1-4 金屬之晶粒及組織

將金屬材料折斷時，在折斷面可用眼睛看到許多微細的粒子，這種粒子叫做金屬的晶粒 (crystal grain)。金屬材料即是由這種微細的晶粒集合而成。

金屬材料的各種性質，不但隨化學成分而異，亦受構成金屬材料的各個晶粒之成分、粗細、形狀和方向之影響，上述因素之組合情形即稱為組織 (structure)。由於金屬材料之組織與材料的各種性質之關係相當密切，所以組織的研究是很重要的。金屬和合金的組織通常用金屬顯微鏡 (metallurgical microscope) 來觀察。

因為金屬材料是由許多晶粒所構成，所以研究金屬材料的組織時，必須先瞭解晶粒。金屬的晶粒大小約為 $0.01 \sim 0.1 \text{ mm}$ ，它的形狀多為不規則的多角形。例如把純鐵的某一切斷面磨光，經適當化學藥品腐蝕後，用金屬顯微鏡觀察可以得到如 1-1 圖所示的許多多角形晶粒。

如上所述普通的金屬材料是由許多晶粒所構成的物質，這種物質叫做多結晶體。多結晶體中晶粒之間的境界稱為晶界 (grain boundary)。

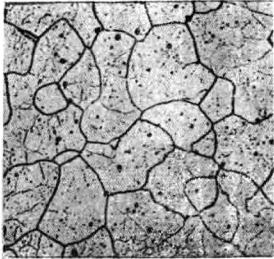


圖 1-1 純鐵的顯微鏡組織

1-5 金屬之結晶構造

金屬在固體狀態皆為結晶體 (crystal)。所謂結晶體係指構成物體的原子或分子，在物體內形成一定規則之排列。此種規則排列無法由物體外形看出。因為原子乃非常小的粒子，因此若要研究結晶中之原子或分子之排列狀態，必須利用 X 線繞射分析法 (X-ray diffraction method)。

取一個晶粒用 X 線繞射法加以分析時，可知結晶粒內之原子均依照一定的規則排列。換言之，在結晶粒內之原子是以某一定之形式的集合單位為中心，在它的前後、左右、上下各方以相同的形式重複排列。此種有規則的原子排列稱為空間格子 (space lattice) 或結晶格子 (crystal lattice)。

各種金屬均有其特有的結晶格子，因此可以由其結晶格子中無數的原子裡選出「能代表排列特性的最小單位」，來簡明地表示它的結晶構造，這種單位原子排列叫做單位胞 (unit cell) 或單位格子 (unit lattice)。

一般常見的金屬結晶格子有以下三種：

- (1) 體心立方格子 (body-centered cubic lattice 簡稱 b.c.c)
- (2) 面心立方格子 (face-centered cubic lattice 簡稱 f.c.c)
- (3) 六方密格子 (closed packed hexagonal lattice 簡稱 h.c.p)

圖 1-2 即以單位胞來表示上述三種結晶格子之原子排列情形，上面的小球代表原子，用以表示原子排列情形。下面是以黑點代表原子的位置

，為通常使用的簡單幾何圖形表示法。所謂體心立方格子，如圖 1-2(a)即在立方體之各頂點及對角線的交體上，各配置一個原子，如 α -鐵、鉻、鈦、鎢、鉬等屬之。所謂面心立方格子，如圖 1-2(b)即在正立方體的各頂點及各平面上，各配置一個原子，如金、銀、銅、鋁、鎳、 γ 鐵等屬之。所謂六方密格子，如圖 1-2(c)即在六方柱之各頂點及上下面中心各配置一個原子外，另在中心層加三個原子，如鈷、鋅、鈦、鎂、鎢等屬之。

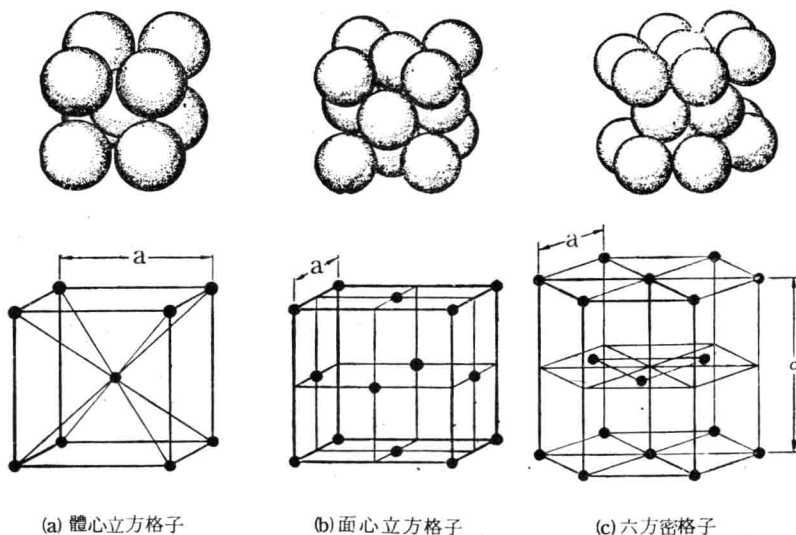


圖 1-2 結晶格子的三種重要型式

要表示某種金屬的結晶構造時，只要表明單位格子的型式和各稜的長度即可。稜之長度嚴格來說應為空間中沿同種結晶軸方向上任何相鄰二原子間之距離，如圖 1-2 之 a, b, c ，稱為格子常數 (lattice constant)。例如在 16°C 時，純鐵的原子排列是體心立方格子，格子常數是 $2.87 \text{ \AA}$ 。鎂的原子排列是六方密格子型，其底面的稜長 a 為 $3.203 \text{ \AA}$ ，最長之軸長 c 為 $5.2002 \text{ \AA}$ 。