

工 科 叢 書

機 械 製 造

上 冊

龔 肇 鑄 編 著

復興書局印行

工 科 叢 書

機 械 製 造

上 冊

編 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

復興書局印行



版 權 所 有

中華民國七十年三月初版

機 械 製 造

上册 基價 六元五角

編著者 龔 肇 鑄

印行者 復 興 書 局

地址：臺 北 市 懷 寧 街 四 十 四 號

電話：3716911 3315012

本書局登記證字號：行政院新

聞局局版登業字第〇八一八號

發行人 沈 亦 珍

地址：臺 北 市 懷 寧 街 四 十 四 號

(1722臺坤孚)

總序

六十五年夏間，承復興書局副董事長葉公節先生及總經理兼總編輯柯樹屏先生見訪，告以編行工科叢書計畫，並委囑擔任主編。復興書局近年出版圖書頗多，對於學術文化及社會知識之推廣，具有貢獻。關於工科叢書之籌編，慶珠雖樂觀厥成，惟茲事體大，須集合工學界多人之心力，良非一朝一夕之功，幾經商酌，於同年秋始初步決定原則，並於冬初著手進行。暫定工科各類專書共二十種，如內容及社會反應情況能符合理想，將考慮繼續進行。

計畫既定，慶珠於六十五年冬間分別約請有關之學者專家擔任編著。目前國內以工科著名之校院，有臺灣大學、成功大學、清華大學、交通大學工學院、中原理工學院等。又在新竹之聯合工業研究所，亦直接與工學研究有關。故此批工科叢書二十種，先就上述校院有關係所單位分別商約教授擔任編著。

本叢書編寫方針，有可得而言者：

一、門類分布，儘可能求其比較均勻 工學門類既廣，欲語其專精，僅基本學科之土木、機械等，即可自成專書無數。以言知識之推廣應用，則叢書之旨，其涵蓋面允宜求廣。本叢書之流體力學、固體力學，兼含土木、機械。機械設計、機械製造、空氣動力學屬於機械。熱傳學兼及機械、化工。分析化學、化學工業概論、化工熱力學屬於化工。油礦工程概論、工礦粒體分選處理原理，則屬於礦冶。電路學、電工學、電機機械等屬電機。應用電子學、半導體電子學、線性系統分析、控制系統、組合語言與程式設計，則或屬電子部門，或與電機相關，或與計算機有關。至於交通工程一書，則屬於交通運輸而與土木有關者也。

二、年級分布，儘可能求其高低兼顧 自基本理論以至高年級所需專門知識，在各書中求其適當之分配。各書重要章節，其中一部分，較為高深，可供大學有關年級講授需要，而亦有一部分基本材料內容較淺，同時合於專科學校適當年級採用。

三、內容深淺適度，兼供大專應用暨社會參考 大抵言之，本叢書對象以大學為主，專科爲副，而兼顧社會有關人士研讀參考，以期有助於進修及深入探討之需。故其內容，求其深淺適度，其屬較深而偏重於大學之部分，亦可兼供專校擇重講習，而當無損於此科之連續性。

四、編著爲主，偶有翻譯 近代工學知識日新月異，範疇益廣，門類隨增，從事編著工作者固不容自出機杼，而有賴於旁搜博考。倘直接翻譯權威著作，對於具有直接閱讀原文能力者，或無甚意義；而對於基本條件略遜之人，譯本當亦有所補益。此與文學藝術方面之譯事蓋大有不同。故於現代世界工學新書，所宜去蕪存菁，求其切合我國當前實用。故此一叢書之撰寫方針，以編著爲重，偶有翻譯，目的所在，儘量求其自成系統。

現代工學範疇既廣，門類既多，自非本叢書二十種所可賅括。其餘重要科目之繼續編行，復興書局蓋有意於此，當俟諸異日。

本叢書之籌編，自初議以至成書問世，承諸位先生之惠助，謹致感佩之忱。至於摘疵糾繆，尙有望於大雅君子。

戚慶球 謹序於國立交通大學 民國六十五年冬

機 械 製 造

序

晚近由於國內機械工業之迅速發展，對於有實際製造經驗工程師之需求甚殷。而國內機械工程教育在過去若干年來受太空科學發展之影響，莘莘學子多趨向於流體力學之鑽研，忽略了甚至卑視工廠實際製造技術及經驗，以致造成了教育與工廠之嚴重脫節。教育當局有鑒於此，近年來乃有工業技術學院及生產工程系等之設立。此固然係因應時勢，所採取明智之舉，但對於有關課程所用教材，在現階段尚未見有具體而合於實際需要之編纂。作者有榮，應盛教授慶珠之邀，參與復興書局大學教科書撰寫之舉，特草成此書，聊充濫竽，是為此舉之主旨。近年來市面上有多種機械加工書籍之原文翻印本，但細審其內容，或則過於簡單，僅能視為是基本常識之介紹；或則過分注重詳細之工作法或實施程序，僅能採用作為職業學校或技藝養成之訓練教材；或則過分重視某一種加工法之敘述或某種機器或儀器之介紹，而忽視了其他部分之重要性。欲覓一合於要求之教材，實非易易。

機械製造已列為機械系三年級全年上下兩學期之必修課程。三年級學生已修畢各種基本課程，如材料學、機動學、工程力學、圖學，及基本機械工作法與工廠實習等。是以本書之撰寫原則，一方面要顧及到學生已有之基本知識。另方面引導其至更高級的水準。理論與實際並重，而且更進一步能活用理論作實際之運用。一旦進入工廠，雖不足言駕輕就熟，但絕不能仍停留於茫無所知之階段。學生於修習本課之餘，若肯思考而貫通之，堪稱具備工廠中一般實用基礎，足以勝任工具設計及製造、生產、檢驗，與技術行政等工作。若進一步從事

於某項特殊技術或研究工作，希望本書亦足採作基礎，並供給有關之參考資料。上述二者，實為本書撰寫之主要目的。

機械製造一課，為理論與實際並重之學課。課堂講授，必應佐以實際操作應用，方能得兼籌並顧之效。是以最好能另開一相輔課程，俾學生能自設計以迄製造完成階段，兼收相輔益彰之效，其裨益於學生者，當更為顯著。當然，學校實習工廠中不可能有大量的生產機器或設備，此相輔課程，自不可能列為必修，供全體學生作實際操作之用。但至少應列入選修，俾有志於此課之學生，有較多的實習機會。此為作者於撰寫之餘，建議於有關之教育當局者。

本課之講解，最好能佐以實際機器之操作。但限於學校設備或授課場所之限制，必有甚多的困難。其補救之法是多用插圖，以便學生對各該機器或設備能有較深而具體的觀念。由於照相插圖經一再翻版之後，往往模糊不清，故本書儘可能以採用線圖為原則。其無適當線圖可資利用者，方採用照相圖。

作者在此有盼於修習本課之諸君者，一則為努力學習，利用豐富之想像力以期理解書中所述每一機器或設備之構造及操作原理。再則更應發揮智慧，創造各種機器設備新的用途。設計工具，解決加工上的困難，是為研習本課程之最高理想境界。「學而不思則罔，思而不學則殆」，希望就讀諸君能善體斯言，則庶幾有成矣。

上 冊 目 次

第一章	緒 論	1
1-1	概 述	1
1-2	機械製造程序及加工法	2
1-3	工具機之過去現在與將來	7
1-4	工具機功能之演變	10
1-5	金屬加工法之新途徑	16
習 題		22
第二章	砂模鑄造	24
2-1	概 述	24
2-2	模型製造	25
2-2-1	模型木材及處理	26
2-2-2	模型製作要點	32
2-2-3	手工具	43
2-2-4	木工機器	60
2-2-5	模型種類	83
2-2-6	砂心盒	97
2-3	砂鑄模	101
2-3-1	砂模構造	101
2-3-2	手工製模	116
2-3-3	製模機器	122
2-3-4	砂心製造	133
2-3-5	砂模種類	138

2 機械製造 (上册)

2-4	鑄 砂	144
2-4-1	砂之分類	145
2-4-2	模砂試驗	148
2-4-3	適用於各種鑄造金屬之模砂	161
2-4-4	模砂處理	168
2-5	金屬熔化	175
2-5-1	鑄鐵之熔化及熔鐵爐	176
2-5-2	平 爐	189
2-5-3	反射爐	190
2-5-4	轉 爐	191
2-5-5	坩堝爐	194
2-5-6	電弧爐	195
2-5-7	高週波感應電爐	197
2-5-8	低週波感應電爐	199
2-5-9	鋼之熔化	200
2-5-10	銅之熔化	200
2-5-11	鋁之熔化	201
2-5-12	鎂之熔化	203
2-6	鑄件的清理與檢驗	204
2-6-1	鑄件的清理	205
2-6-2	鑄件的檢驗	214
2-7	鑄疵原因分析及其補救	220
2-7-1	氣 泡	220
2-7-2	落 砂	221
2-7-3	氣 疤	221
2-7-4	線 縫	222

2-7-5	縮 孔	222
2-7-6	水 珠	222
2-7-7	熱裂或縮裂	223
2-7-8	材質硬化或硬點	223
2-7-9	鑄件歪曲	223
2-7-10	鐵水滯流及冷斷	224
2-7-11	夾 渣	224
2-7-12	砂模壓破及上推	224
2-7-13	黏 模	225
2-7-14	表面粗糙	225
2-7-15	金屬滲透	225
2-7-16	熔 砂	225
2-7-17	砂心衝氣	225
2-7-18	型 脹	226
2-7-19	飛 邊	226
2-7-20	型 墜	226
2-7-21	砂模偏合及砂心偏合	226
習 題		227

第三章 特殊鑄造法 231

3-1	概 述	231
3-2	永久模鑄造法	232
3-2-1	永久式鑄模	232
3-2-2	鑄件的插件	235
3-2-3	永久模鑄造合金	235
3-3	壓鑄法	238

4 機械製造 (上册)

3-3-1	熱室壓鑄法	239
3-3-2	冷室壓鑄法	240
3-3-3	低壓鑄造法	242
3-3-4	塑態金屬壓鑄法	243
3-4	離心力鑄造法	244
3-4-1	真離心力鑄造法	245
3-4-2	半離心力鑄造法	247
3-4-3	離心加壓鑄造法	247
3-5	精密鑄造法	249
3-5-1	包模鑄造法	250
3-5-2	瓷殼模鑄造法	252
3-5-3	石膏模鑄造法	253
3-5-4	殼模鑄造法	253
3-6	CO ₂ 硬模法	255
3-7	真空鑄造法	256
3-8	瀝鑄法	257
3-9	連續鑄造法	257
3-9-1	Asarco 法	258
3-9-2	Alcoa 直接急冷法	259
3-9-3	Hazelett 法	260
習 題		262

第四章 鍛 造 264

4-1	概 述	264
4-2	鍛造與金屬結晶	265
4-3	鍛造溫度	268

4-4	金屬之可鍛性·····	271
4-4-1	可鍛性之測定·····	272
4-4-2	影響金屬可鍛性之各因素·····	275
4-5	基本鍛造方式·····	277
4-6	鍛造施工種類·····	281
4-7	鍛造設備·····	284
4-7-1	手工鍛造設備及工具·····	284
4-7-2	加熱爐·····	286
4-7-3	落 錘·····	287
4-7-4	蒸汽錘·····	289
4-7-5	衝擊鍛造機·····	290
4-7-6	壓力鍛造機·····	291
4-7-7	滾鍛機·····	292
4-7-8	端鍛機·····	295
4-7-9	型鍛機·····	298
4-7-10	擠製機·····	300
4-7-11	穿孔機·····	303
4-7-12	熱旋壓機·····	305
4-8	溫熱鍛造·····	306
4-9	鍛模設計與製造·····	307
4-9-1	鍛模材料及熱處理·····	308
4-9-2	鍛模製造·····	311
4-9-3	鍛模的分段·····	312
4-9-4	修邊模及壓擠餘料·····	313
4-9-5	鍛模的分模面·····	314
4-9-6	鍛件的加工裕度·····	316

4-9-7	鍛件拔模斜度	317
4-9-8	內圓角及角部半徑	318
4-10	鍛件的清理	319
4-10-1	酸洗法	320
4-10-2	滾磨法	321
4-10-3	噴擊法	321
4-11	鍛件的缺陷與檢驗	322
4-11-1	重疊	322
4-11-2	粗晶粒皺紋	322
4-11-3	熱裂及中心破裂	323
4-11-4	鍛件的檢驗	323
習題		326

第五章 金屬之冷加工 328

5-1	概述	328
5-2	冷加工對金屬之影響	328
5-3	冷加工法之種類	331
5-3-1	管之完成抽製	331
5-3-2	線之抽製	332
5-3-3	管之彎曲	334
5-3-4	金屬旋壓	337
5-3-5	拉伸造形	340
5-3-6	冷型鍛	341
5-3-7	冷頭鍛	343
5-3-8	冷滾壓造形	344
5-3-9	摺縫	348

5-3-10	高能量造形法	349
5-3-11	珠擊法	356
習 題		357
第六章	衝壓工作	359
6-1	概 述	359
6-2	衝牀及壓牀	359
6-2-1	手壓機	361
6-2-2	曲柄飛輪式機器	362
6-2-3	關節壓牀	364
6-2-4	肘節壓牀	365
6-2-5	液動壓牀	367
6-2-6	長形壓牀或折牀	368
6-2-7	轉塔式衝牀	370
6-2-8	轉移式衝牀	371
6-2-9	摩擦盤衝牀	371
6-2-10	四滑件或多滑件式壓機	372
6-3	進給機構	373
6-4	衝床操作之安全	376
6-5	衝壓工作及工具	379
6-5-1	金屬的剪切	380
6-5-2	衝孔及下坯料	382
6-5-3	複動式模具	384
6-5-4	組合式模具	385
6-5-5	遞進式模具	386
6-5-6	鋼尺式模具	387

6-5-7	精密剪切	389
6-5-8	模壓印及壓浮花	389
6-5-9	金屬的彎曲	390
6-5-10	金屬板材的壓延	394
6-5-11	鼓脹造形法	397
6-5-12	人造橡膠模造形法	398
6-5-13	液壓造形法	401
習 題		401

第七章 粉末冶金 403

7-1	概 述	403
7-2	金屬粉末之製造	403
7-2-1	機械式處理法	404
7-2-2	化學式處理法	407
7-2-3	電化式處理法	409
7-3	金屬粉末之特性	409
7-3-1	粉末之化學組成	409
7-3-2	粉末之篩目分析	410
7-3-3	粉末之形狀	411
7-3-4	粉末之流動性	411
7-3-5	粉末之虛表密度	412
7-3-6	粉末之可壓縮性	413
7-4	粉末之混合	413
7-5	粉末的造形	414
7-5-1	造形壓力機	414
7-5-2	粉末之模中壓製	417

7-5-3	粉末之離心力壓製.....	421
7-5-4	粉末之糊搗法.....	421
7-5-5	粉末之擠製.....	421
7-5-6	粉末之重力燒結.....	422
7-5-7	粉末之均壓造形.....	422
7-5-8	粉末之滾軋.....	423
7-5-9	金屬纖維法.....	424
7-6	燒 結.....	424
7-6-1	燒結爐.....	426
7-6-2	粉末的熱壓法.....	428
7-6-3	粉末之火花燒結.....	429
7-7	燒結物的最後處理.....	430
7-7-1	滲油處理.....	430
7-7-2	金屬或樹脂滲入.....	430
7-7-3	尺寸矯正或模壓印.....	430
7-7-4	一般處理.....	431
7-8	粉末冶金製品舉例.....	431
7-8-1	鎢棒及電燈絲.....	431
7-8-2	多孔性軸承.....	433
7-8-3	碳化鎢工具材料.....	434
7-8-4	金屬碳精刷.....	435
7-8-5	永久磁石.....	436
7-8-6	摩擦材料.....	436
習 題		438

第八章 熔接與焊接..... 440

8-1	概 述	440
8-2	軟 焊	441
8-3	硬 焊	441
8-3-1	硬焊材料	442
8-3-2	硬焊施工法	444
8-4	氧—乙炔熔接	448
8-4-1	氧—乙炔氣體設備	449
8-4-2	熔接條	452
8-4-3	熔接劑	452
8-4-4	氧—乙炔熔接之施工	453
8-4-5	氧—乙炔熔接之安全守則	457
8-5	金屬的氧氣切割	458
8-5-1	氧氣切割設備	458
8-5-2	火焰切割之實施	459
8-5-3	火焰切割機器	460
8-6	電弧熔接	461
8-6-1	碳精電極電弧熔接法	462
8-6-2	金屬電極電弧熔接法	462
8-7	原子氫電弧熔接法	469
8-8	鈍氣電弧熔接法	470
8-8-1	鎢電極鈍氣電弧熔接	470
8-8-2	金屬電極鈍氣電弧熔接	472
8-9	潛弧熔接法	473
8-10	金屬的電弧切割	474
8-10-1	碳極電弧切割法	474
8-10-2	塗料金屬電弧切割法	475