

科技
用書

機械設計

賀俊譯

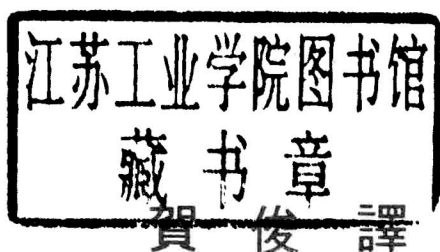
大

印
信

科技用書

機 械 設 計

MACHINE DESIGN



ROBERT H. CREAMER
Temple University
College of Engineering Technology

大行出版社印行

前 言

本書的目的爲提供並介紹有關機械元件設計的教學教材。本書所論及之內容對一般大專學生非常適宜，其中範例對從事實際設計工作之工程師，製圖員及一般工程人員亦有極高之參考價值。

在每一章後所附之問題，可以使學生們有實際練習的機會，該習題包括範圍甚廣，從重機械零件一直到細小之機械零件均有之。若對工程材料、工廠製造、普通力學與材料力學具有良好基礎者，在解這些問題時，將不致於發生太多的困難。本書對各方面有關之資料記載闡述甚多，讀者必須選擇與其有關的資料做爲解問題之參考。

本書與以往一般教課書的主要不同點是本書強調設計的整體與完整性而非僅對某一問題的解答。因此力的分析在本書中與其它設計步驟及觀念一樣的被重視。本書第十八章中的設計籌劃須要學生對一設計做某些假設，草擬，計算而後才能獲得一初步之機械零件圖。在等劃中沒有太多的資料可尋，亦沒有現成的步驟可供依靠，事實上也不可能盡載於本書中，其目的是在鼓勵同學盡量的用自己的智慧去判斷。同學要培養自己設計的能力必須要廣泛的收集商品之目錄，因爲許多目錄中有設計時所須要的資料。

在附錄 C 中提供讀者一些常用的資料，該資料可以幫助你在圖書館中尋找其它所須要的資料。因爲任何教科書或設計手冊均不可能廣泛的包括日新月異不斷增加的機械資料，所以讀者們必須要有閱讀雜誌的能力以期知道新發展的趨勢與消息。

在本書中許多地方僅說明了公式的形式與用法，對於其來源與證明過程並沒有包括在內。爲了使讀者有更好的設計能力，本書中還介紹一些有關馬達以及油壓動力選擇時所須之資料。

由於“公制”在世界上的廣泛使用，所以本書對公制也有適當的討論與介紹。

作者願借此機會對提供設計資料的各界廠商以及機關協會等團體致以謝意，尤其是紐約州立學院的 *Stanley M. Brodsky* 博士，由於其寶貴的建議使得本書獲益良多，同時 *Addion-Wesley* 的同事們亦對本書的初稿所給予的許多協助，在此一併致謝。

1975年九月
Haddon Heights, N.T.

譯 序

現代之機械設計是一種綜合性的工作。從最初概念經計算、繪圖、製造、到包裝、運輸、以致爾後之維護、保養、及研究發展等等，在整個過程中所應考慮之因素，牽連甚廣。設計者應如何着手，依據什麼，考慮什麼，如何選擇與決定，都是初學者感到困惱的問題。本書之優點乃是引發思考的能力且為從事設計者提供實際的工作經驗、方法、及步驟，並對可能遭遇到的各類問題作具體的研討及結論。正如本書「前言」中所述，本書不但對機械設計初學者是一本很好的教科書，也是其他工程人員一冊甚具價值的參考書。

一個優良的設計者，並非樣樣都需自己設計自己製造，而是能對現品元件及已有的經驗、資料及數據善加應用。本書中介紹了許多新發展出來的現品機械元件，將之應用到基本設計上可節省費用，並以實例引導如何以迅速簡捷之途徑，應用各種表格來分析資料、解析題意、使讀者了解如何收集資料及應用資料。再者本書對目前日漸推廣之公制規範、工業安全法規，及附錄中各類資料等敘述甚詳，均為本書獨特的創新，為其他同類教科書所不及之處。

由於科技的進步，使機械設計工作已由以往元件設計進展至總成設計而益顯複雜。近年來各界提倡科學「中文化」其目的乃在於減輕或消除語文上的障礙，迅速建立我們自己的科技基礎，以配合科技之進展及工業之自立更生，即達到所謂「技術密集」之境界。為了從國外引進新的技術及有價值的參考資料，使各階層從事人員易於吸收與了解，譯述工作便因運而生。但因客觀條件之限制，科技中文化的工作迄今難為理想；專有名詞之譯名各科系未見一致所帶來之困惱即為一例。本書除按教育部頒定之「機械工程名詞」為準外，而新添之名詞也力求切實，此外在原著中之部份章節中未盡適

合我國工業環境者，僅將其含義譯出供作參考。

本書的譯述雖經多次的校正，但難免乃有許多不盡妥善之處。
尚祈諸先進不吝賜予指正。

賀信

中華民國六十八年元旦
於中正理工學院機械系

機械設計 目 錄

第一章 緒 論 (*Introduction*) 1

考慮因素 (GENERAL CONSIDERATIONS) 1

設計型式 (TYPES OF DESIGN) 3

材料 (MATERIALS) 3

自由度 (DEGREES OF FREEDOM) 11

計 算 (CALCULATIONS) 12

實驗室實證；產品模型；實驗模型 (LABORATORY
SUPPORT ; PREPRODUCTION MODELS ;
MOCK-UPS) 13

設計應力；安全係數 (DESIGN STRESS ; FACTOR
OF SAFETY) 14

公 制 (METRICATION) 15

摘 要 20

問 題 21

第二章 力學及材料力學之複習 (*Review of (Mechanics and Strength of Materials)*) 23

靜力學定義 (STATICS DEFINITIONS) 23

力 系 (FORCE SYSTEMS) 25

運 動 (MOTION) 35

功，能及功率 (WORK, ENERGY, AND POWER) 39

2 目 錄

形 心 (CENTROIDS)	41
轉動慣量 (MOMENT OF INERTIA)	43
剪力及彎曲力矩圖 (SHEAR AND MOMENT DIAGRAMS)	47
樑之撓度 (BEAM DEFLECTIONS)	49
簡單應力 (SIMPLE STRESSES)	52
組合應力 (COMBINED STRESSES)	58
米制單位 (METRIC UNITS)	60
摘 要	62
習 題	63
問 題	68

第三章 磨擦與潤滑 (*Friction and*

<i>Lubrication</i>)	69
----------------------------	----

滑動磨擦 (SLIDING FRICTION)	69
滾動阻力 (ROLLING RESISTANCE)	71
套軸磨擦與磨擦圓 (JOURNAL FRICTION AND FRICTION CIRCLE)	73
樞軸磨擦 (PIVOT FRICTION)	78
套環磨擦 (COLLAR FRICTION)	79
潤 滑 (LUBRICATION)	79
黏度與黏度指數 (VISCOSITY AND VISCOSITY INDEX)	80
潤滑系統 (LUBRICATION SYSTEMS)	83
摘 要	87
習 題	88

第四章 軸 承 (*Bearings*) 93

滑動軸承(軸襯) (SLIDING BEARINGS (BUSHINGS))	93
多孔性軸承 (POROUS BEARINGS)	97
套筒軸承材料 (MATERIALS FOR SLEEVE BEARINGS)	98
滑動軸承之熱輻射能力 (HEAT-RADIATING CAPACITY FOR SLIDING BEARINGS)	100
空氣軸承 (AIR BEARINGS)	102
青銅鑄件 (BRONZE CASTING)	103
抗磨軸承 (ANTIFRICTION BEARINGS)	103
滾珠軸承之類型 (TYPES OF BALL BEARINGS)	106
滾動軸承之類型 (TYPES OF ROLLER BEARINGS)	111
滾針軸承 (NEEDLE BEARINGS)	115
抗磨軸承之潤滑 (LUBRICATION IN ANTIFRICTION BEARINGS)	116
特殊軸承 (SPECIAL BEARINGS)	116
傳動附件 (TRANSMISSION ACCESSORIES)	117
止推墊圈 (THRUST WASHERS)	118
輪與腳輪 (WHEELS AND CASTERS)	118
軸承負荷之計算 (CALCULATIONS OF BEARING LOADS)	119
摘 要	123
習 題	125
問 題	127

第五章 軸設計 (<i>Shaft Design</i>)	129
常用軸之尺寸 (COMMON SHAFT SIZES)	130
扭 力 (TORSION)	130
扭力撓度 (實心軸) (TORSIONAL DEFLECTION (SOLID SHAFT))	131
空心軸及實心軸 (HOLLOW VS. SOLID SHAFTING)	132
扭力與彎力的組合 (實心軸) (COMBINED TORSION AND BENDING (SOLID SHAFTING))	135
拉力或壓力與扭力的組合 (TENSION OR COMPRESSION COMBINED WITH TORSION)	138
軸之鍵槽 (KEYSEATS IN SHAFTS)	139
臨界速率 (CRITICAL SPEEDS)	139
撓性軸 (FLEXIBLE SHAFTS)	
軸之垂直剪力 (VERTICAL SHEAR IN SHAFTS)	142
非圓軸 (NONCIRCULAR SHAFTS)	142
軸之線性撓度 (LINEAR DEFLECTION OF SHAFTS)	143
軸之材料 (MATERIALS FOR SHAFTS)	143
動力傳動 (POWER TAKE-OFFS)	143
應力集中係數 (STRESS CONCENTRATION FACTORS)	147
公制軸之尺寸 (METRIC SHAFT SIZES)	152
摘 要	152

習 題	153
問 題	158

第六章 扣結件，聯接器，鍵，扣環，熔接及 熔接設計 (*Fasteners, Couplings* *, Keys, Retaining Rings, Welding* *and Weld Design*)

扣 結 件 (FASTENERS)	159
公制扣接件 (METRIC FASTENERS)	189
扣 環 (RETAINING RINGS)	190
聯 結 器 (COUPLINGS)	192
鍵 (KEYS)	197
構件之黏着劑 (STRUCTURAL ADHESIVES)	204
熔接與熔接設計 (WELDING AND WELD DESIGN)	206
摘 要	221
習 題	223
問 題	227

第七章 皮帶裝置 (*Belting*)

緒 論 (INTRODUCTION)	229
平皮帶裝置 (FLAT BELTING)	232
圓帶裝置 (ROUND BELTING)	236
確動皮帶裝置 (POSITIVE-DRIVE BELTING)	236
三角皮帶裝置 (V-BELTING)	237
摘 要	258
習 題	259

問 題	261
第八章 鏈條傳動，吊重器及運輸器，繩索	
(<i>Chain Drives, Hoists and</i> <i>Conveyors, Ropes</i>)	263
鏈條驅動 (CHAIN DRIVES)	263
吊重器和運輸器 (HOISTS AND CONVEYORS)	273
繩 索 (ROPES)	277
摘 要	285
習 題	286
問 題	290
第九章 刹 車 (<i>Brakes</i>)	291
材 料 (MATERIALS)	291
簡單塊狀刹車之分析 (ANALYSIS OF SIMPLE BRAKE)	291
帶 刹 車 (BAND BRAKE)	294
帶 / 圓盤刹車 (BAND / DISC BRAKE)	296
工業用圓盤刹車 (INDUSTRIAL DISC BRAKES)	298
汽車刹車 (AUTOMOTIVE BRAKES)	300
電力刹車 (ELECTRIC BRAKES)	303
故障 - 保險刹車 (FAIL - SAFE BRAKES)	305
氣刹車 (AIR BRAKES)	306
摘 要	306
習 題	307
問 題	308

第十章 離合器 (*Clutches*) 310

錐形離合器 (CONE CLUTCH) 310

圓盤離合器 (DISC CLUTCH) 311

帶離合器 (BAND CLUTCHES) 314

彈簧離合器 (SPRING CLUTCHES) 315

離心式離合器 (膨脹 - 蹄片型) (CENTRIFUGAL
CLUTCH — EXPANDING-SHOE TYPE) 317

電力離合器 (ELECTRIC CLUTCH) 318

超速離合器 (OVERRUNNING CLUTCH) 319

方形顎夾與蝸旋顎夾離合器 (SQUARE-JAW AND
SPIRAL-JAW CLUTCHES) 320滾珠—彈簧過負荷—鬆開離合器 (BALL-SPRING
OVERLOAD-RELEASE CLUTCH) 321

氣壓離合器 (AIR-OPERATED CLUTCHES) 322

乾流體傳動 (DRY FLUID DRIVE) 324

扭矩限制器 (TORQUE LIMITER) 324

摘 要 325

習 題 326

問 題 328

第十一章 動力螺桿 (*Power Screws*) 329

螺紋型式 (TYPES OF THREADS) 329

軸環扭矩 (COLLAR TORQUE) 333

外 扭 矩 (EXTERNAL TORQUE) 333

效 率 (EFFICIENCY) 335

螺紋數據 (THREAD DATA) 337

8 目 錄

傳動螺桿應力 (STRESSES IN TRANSLATION SCREWS)	338
傳動螺桿之應用 (APPLICATIONS OF TRANSLATION SCREWS)	340
摘 要	341
習 題	341
問 題	343
第十二章 齒 輪 (<i>Gears</i>)	345
齒輪材料 (GEAR METATERIALS)	345
正 齒 輪 (SPUR GEARS)	346
公制正齒輪 (METRIC SPUR GEARS)	349
齒 輪 系 (GEAR TRAINS)	352
力的分析 (FORCE ANALYSIS)	365
齒條與小齒輪 (RACK AND PINION)	367
斜齒輪比 (BEVEL-GEAR RATIOS)	368
扭矩之增值 (TORQUE MULTIPLICATION)	370
正齒輪齒之設計 (DESIGN OF SPUR-GEAR TEETH)	371
齒面寬度 (FACE WIDTH)	371
正齒輪之樑強度 (BEAM STRENGTH OF SPUR GEARS)	372
AGMA 強度 - 馬力定額 (AGMA STRENGTH - HORSEPOWER RATINGS)	374
AGMA表面耐久性之動力公式 (AGMA SURFACE - DURABILITY POWER FORMUIA)	377
齒輪損壞 (GEAR FAILURES)	384

各型齒輪之特性 (FEATURES OF GEAR TYPES)	385
摘 要	395
習 題	397
問 題	399
第十三章 凸 輪 (<i>Cams</i>)	401
凸輪類型 (TYPES OF CAMS)	402
從動件之型式 (TYPES OF FOLLOWERS)	405
板形凸輪元線 (CAM ELEMENTS FOR PLATE CAMS)	407
運動類別與位移圖 (TYPES OF MOTION AND DISPLACEMENT DIAGRAMS)	411
凸輪配置 (CAM LAYOUT)	413
力 分 析 (FORCE ANALYSIS)	421
凸輪與從動件關係 (CAM-FOLLOWER RELATIONSHIPS)	423
標準凸輪 (STANDARD CAMS)	424
摘 要	424
習 題	425
問 題	427
第十四章 彈簧設計 (<i>Spring Design</i>)	429
緒 論 (INTRODUCTION)	429
應力修正係數 (STRESS CORRECTION FACTOR)	432
螺旋彈簧方程式 (圓線) (HELICAL-COIL	

SPRING EQUATIONS (ROUND WIRE)	434
串聯及並聯系統 (SERIES AND PARALLEL SYSTEMS)	435
自由落體至彈簧上之衝擊 (IMPINGEMENT OF A FREELY FALLING BODY ON SPRINGS)	438
扳片彈簧 (LEAF SPRINGS)	439
扭 桿 (TORSION BARS)	443
扭轉彈簧 (TORSION SPRINGS)	445
帶環彈簧 (GARTER SPRINGS)	445
圓錐形彈簧 (BELLEVILLE SPRINGS)	446
定力彈簧 (CONSTANT-FORCE SPRING)	446
渦形彈簧 (VOLUTE SPRINGS)	447
扣 環 (RETAINING RINGS)	448
動力彈簧 (POWER SPRINGS)	449
彈簧梯度分析 (GRADIENT ANALYSIS)	450
彈簧工業的公制化 (METRICATION IN THE SPRING INDUSTRY)	452
摘 要	453
習 題	454
問 題	456
第十五章 飛 輪 (<i>Flywheels</i>)	457
速率增減量 (SPEED FLUCTUATIONS)	457
飛輪之能量 (ENERGY OF FLYWHEEL)	458
飛輪效應, (WR^2) (FLYWHEEL EFFECT, WR^2)	461

飛輪結構 (FLYWHEEL CONSTRUCTION)	462
飛輪應力與危險 (FLYWHEEL STRESSES AND HAZARDS)	462
飛輪速度 (FLYWHEEL SPEEDS)	465
輪緣與輪臂橫剖面 (RIM AND ARM CROSS SECTIONS)	467
整體圓盤飛輪 (SOLID-DISC FLYWHEELS)	468
平 衡 (BALANCING)	469
摘 要	474
習 題	475

第十六章 雜項機械元件與特殊問題

(*Miscellaneous Machine Elements and Special Topics*)

.....	479
安全法令 (SAFETY LEGISLATION)	479
安全裝置 (SAFETY DEVICES)	484
記數裝置 (INDEXING DEVICES)	488
封閉與封閉劑 (SEALS AND SEALANTS)	490
振動與振動控制 (VIBRATIONS AND VIBRATION CONTROL)	493
維護設計 (DESIGNING FOR MAINTENANCE)	496
包裝, 儲存及運輸設計 (DESIGNING FOR PACKAGING , STORING , AND SHIPPING)	500