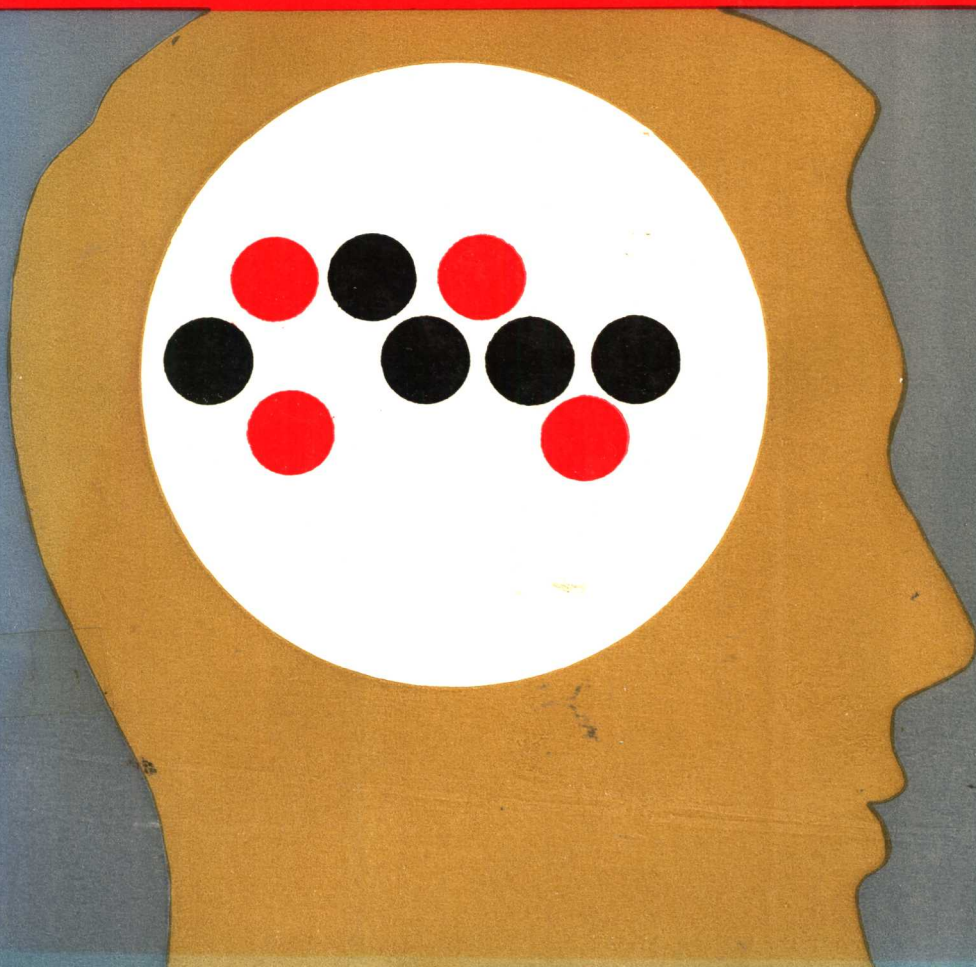


機械設計

林文晃 著

科學技術叢書 / 三民書局印行



機 械 設 計

林 文 晃 著

三 民 書 局 印 行

© 機械設計

作者 林文晃

發行人 劉振強

出版者 三民書局股份有限公司

印刷所 三民書局股份有限公司

地址／臺北市重慶南路一段六十一號

郵撥／〇〇〇九九九八—五號

初版 中華民國六十七年九月
五版 中華民國七十六年九月

編號 S 44022

基本定價 伍元叁角叁分

行政院新聞局登記證局版臺業字第〇二〇〇號
著作權執照臺內著字第一一四五八號



編 輯 大 意

機械設計乃機械工程之綜合學問，係運用機動學，應用力學，材料力學，機械工作法，機械材料，熱工學，工具機等基礎學識配合機械工業規格，等說明機械元件之有關理論進而使學習者能具備設計整套機械之能力為目標。

本書根據民國六十五年六月教育部公布之五年制工業專科學校機械工程科課程標準編著，適合五年制工專第四學年上、下學期，每週授課4小時之用。或一般機械工業有關機械設計實務工作者參考之用。本書全一冊計十三章，第一章至第十二章為機械元件之設計原理與實際說明為主，並多舉例題。各章均附習題。第十三章為機械設計實例係綜合性機械設計之程序介紹為主。

本書編寫匆促容或有漏繆難免，望讀者不吝指正。

三民科學技術叢書(五)

書名	著 作 人	任 職
材料力學	蔡 旭 容	臺北工專
基礎工程	唐 山	桃園農工
基礎工程學	金 永 斌	成功大學
土木工程概論	常 正 之	成功大學
土木製圖	顏 榮 記	成功大學
土木施工法	顏 榮 記	成功大學
木材材料試驗	黃 榮 吾	成功大學
土壤力學	蔡 學 賢	成功大學
土壤力學實驗	莊 長 賢	成功大學
混凝土	蔡 學 賢	成功大學
混凝土施工	王 櫻 茂	成功大學
瀝青混凝土	常 正 之	成功大學
鋼筋混凝土	蔡 舉 賢	成功大學
混凝土橋設計	蘇 鵬 南	成功大學
房屋結構設計	彭 耀 南	成功大學
鋼結構設計	彭 耀 南	成功大學
結構學	左 利 時	交通大學
結構設計	徐 德 修	成功大學
水利工程	劉 新 民	成功大學
給水工程	姜 承 吾	成功大學
水文工程	高 肇 藩	成功大學
施工管理	鄧 日 誠	榮民工程處
契約與規範	顏 榮 記	成功大學
計畫管制實習	張 永 康	審計部
工廠管理	張 益 三	成功大學
工廠管理	劉 漢 容	成功大學
工業管理	魏 天 柱	臺北工專
工業安全(工程)	廖 桂 華	成功大學
工業安全與管理	黃 清 賢	嘉南藥專
工廠佈置與物料運輸	黃 清 賢	嘉南藥專
工廠佈置與物料搬運	陳 美 仁	成功大學
生產計劃與管制	林 政 榮	東海大學
甘蔗營	郭 照 坤	成功大學
	夏 雨 人	新 埔 工 專

大學專校教材，各種考試用書。

機械設計 目錄

第一章 機械設計之基礎

1-1	機械元件種類·····	1
1-2	機械工業標準規格——各國工業規格介紹·····	2
1-3	公差與配合·····	8
1-4	應力集中與材料耐勞限度·····	18

第二章 螺 旋

2-1	螺紋之種類·····	29
2-2	螺紋之摩擦及效率計算·····	45
2-3	螺栓及螺帽之種類及用途·····	50
2-4	螺栓及螺帽之強度計算法·····	53

第三章 熔接及鉚接設計

3-1	熔接符號與種類·····	63
3-2	熔接強度計算公式·····	68
3-3	鉚釘種類與材料·····	73
3-4	鉚接之型式圖示說明·····	75
3-5	鉚接之強度計算·····	80
3-6	鉚接之效率計算·····	82

3-7	壓力容器之設計	86
-----	---------	----

第四章 管，管接頭，閥之設計

4-1	管之種類	97
4-2	管之直徑計算與流量之關係	98
4-3	管接頭之種類	110
4-4	管路之設計	111
4-5	閥及旋塞——各種閥及旋塞之構造	122
4-6	防漏——襯墊	124

第五章 栓，扣件，扣環，鍵，銷子，聯軸器，離合器

5-1	栓，扣件，扣環	129
5-2	鍵之種類與表格	134
5-3	聯結器之種類與構造	142
5-4	離合器	149

第六章 軸 設 計

6-1	軸之分類及材料	161
6-2	傳動軸	162
6-3	機械軸	165
6-4	車輛軸	169
6-5	曲柄軸	170
6-6	撓性軸	171
6-7	回轉軸之振動及危險速度	173

第七章 摩擦及潤滑

7-1 滑動摩擦及流體摩擦·····	181
7-2 油膜壓力及厚度·····	183
7-3 PV 值（壓力速度係數）·····	183
7-4 $\eta N/P$ 值·····	184
7-5 滾動摩擦·····	186
7-6 潤滑劑·····	187
7-7 粘度之單位及工業用粘度計·····	190

第八章 軸 承

8-1 滑動軸承之設計·····	195
8-2 滾珠軸承和滾筒軸承·····	224

第九章 帶，繩索，鏈，傳動裝置

9-1 各種傳動型式概說·····	253
9-2 平皮帶傳動裝置·····	253
9-3 平皮帶之傳動馬力之計算·····	255
9-4 帶輪之設計·····	264
9-5 平皮帶傳動速度變換方法·····	270
9-6 V形帶傳動裝置之設計·····	275
9-7 鏈傳動裝置·····	288
9-8 繩索及其應用·····	313
9-9 鋼絲索之規格及破斷負荷·····	316
9-10 槽輪、鼓輪及變位角·····	322

第十章 飛 輪

10-1	飛輪之作用、速率波動及能量·····	325
10-2	飛輪速度及飛輪應力·····	329
10-3	飛輪、輪緣、輪輻及結構設計·····	330
10-4	飛輪動力平衡·····	334

第十一章 彈 簧

11-1	彈簧種類及材料·····	335
11-2	彈簧應力之修正係數·····	339
11-3	螺旋線圈彈簧方程式·····	340
11-4	串聯及並聯系彈簧·····	350
11-5	自由落體對彈簧之衝擊·····	352
11-6	板片彈簧·····	353
11-7	扭轉桿式彈簧·····	360
11-8	皿形彈簧·····	361
11-9	帶環彈簧·····	364
11-10	定力彈簧·····	365
11-11	渦形彈簧·····	366
11-12	動力彈簧·····	366
11-13	彈簧的疲勞及變動負荷設計·····	367
11-14	機械的防震與避震器·····	369

第十二章 制 動 器

12-1	塊狀制動器之分析·····	377
12-2	帶盤制動器·····	380

12-3	汽車制動器之設計.....	384
12-4	電制動器之設計.....	385
12-5	空氣制動器.....	387
12-6	棘輪與爪制動裝置.....	387

第十三章 機械設計規格資料手冊之應用實務介紹

13-1	千斤頂設計實例.....	393
13-2	齒輪減速機設計實例.....	402
13-3	簡單流體機械設計實例.....	412
13-4	主要部分之設計.....	416
13-5	簡單工具機設計實例.....	436

索 引 (中英文對照)

第一章 機械設計之基礎

機械設計是以機械力學、機械工作法、熱工學、流體力學、機械材料、機動學等作為基礎，去設計機械元件及整體機械之一種應用手法。機械設計按其目的及着眼點可分為

- (1) 基本設計…包括機械基本特性之發揮為主的性能設計及留意在機械全體之基本構造之構造設計。
- (2) 機械元件設計…包括以容許應力為基礎之強度設計及容許變形為基礎之剛性設計。
- (3) 生產管理設計…包括生產量之多少，工廠設備及最經濟原則之下之生產方法，之生產設計及合理的操作、運轉管理設計。
- (4) 工業設計與人體工學 (*Industrial Design & Human Engineering*) 視覺美觀、適合人體操作使用上之最大效率為目的，並追求新時代之要求，在改良生產品及容易使用之目的為主的有關機械設備及產品之設計。

1-1 機械元件種類

機械之定義為

- ①相互間按一定的規則發生相對運動的物體的集合體。
- ②對力發生抵抗力的物體所組成者。
- ③承受所供之能 (*Energy*) 而作有效的功 (*Work*)。

例如車床，銑床，射出成形機、紡織機、汽車等皆能滿足上列三條件故可判斷是機械。測量儀、製圖器、板手，等在上列三條件中滿足②，③但欠①，故不能稱為機械。係器具或工具。鍋爐 (Boiler) 是由複雜的機件構造而成的，但其鍋爐本身只產生蒸汽而無相對運動的機構或機件，故不能稱為機械。

機械是各種各樣的零件所組成，這些零件稱為機械元件 (*Machine Elements*)。

茲將機械元件按使用目的分類為：

- (1) 鎖緊用機械元件：螺栓 (Bolt)、螺帽 (Nut)、鍵 (Key)、銷 (Pin)、鉚釘 (Rivet) 等
- (2) 傳動用機械元件：齒輪 (Gear)、凸輪 (Cam)、鏈 (Link)，皮帶及皮帶輪 (Belt and Belt Wheel)。
- (3) 軸之機械元件：聯結器 (Coupling)、軸承 (Bearing)、軸 (Shaft)、離合器 (Clutch)。
- (4) 管之機械原件：管 (Pipe)、管接頭 (Pipe joint)，閥 (valve)。
- (5) 緩衝及制動機械元件：彈簧 (Spring)，制動器 (Brake)。

1-2 機械工業標準規格——各國工業規格介紹

機械工業產品為着構造單純化，零件容易互換，品質檢查及作業方便起見需要標準化，因此各國均訂有自己國家的工業標準規格，如 CNS (中華民國)，ASA (美國)，BS (英國)，DIN (德國)，KS (韓國) JIS (日本)，NF (法國)，CESA (加拿大)，ABS (比利時)，SAA (澳洲)，DS (丹麥)，VSM (*Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller*，(瑞士)，UNI (義大利)，SIS (瑞典) 等，但因各國依據自訂標準使用上發生不便，因此在

1928年在瑞士設立國際標準化機構 *ISO (International Organization for Standardization)*。世界各工業先進國家皆參加協商訂定或修訂各種規格國際標準化，惟未進入理想階段。參考附表 1。我國所採用之 *CNS* 標準規格乃中央標準局所訂定者。採用公制為單位，並發行標準雜誌月刊，公布新資料及變動事項希讀者經常注意。本書讀者希備有 *CNS* 標準（機械類）及 *JIS* 機械設計製圖圖表便覽以資增加學習上瞭解。至於美國 *ASA*, *ASME*, *BS* 等規格仍採用英吋，磅，制度規格，所用計算公式資料有所差異希讀者注意，自己可參考推用之。

表 1 各國工業關係規格一覽表

AA	Aluminum Association. U. S. A.
AAR	Association of American Railroads, U. S. A.
AASHO	American Association of State Highway Officials, U. S. A.
AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists, U. S. A.
ABS	American Bureau of Shipping, U. S. A.
ACI	American Concrete Institute, U. S. A.
AIC	Alloy Casting Institute, U. S. A.
ACS	American Chemical Society, U. S. A.
AD	Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter, GERMANY
ADA	American Dental Association, U. S. A.
AEIC	Association of Edison Illuminating Co., U. S. A.
AFBMA	Anti-Friction Bearing Manufacturers Association, U. S. A.
AGA	American Gas Association, U. S. A.
AGMA	American Gear Manufacturers Association, U. S. A.
AIEE	American Institute of Electrical Engineers, U. S. A. (IEEE)
AISC	American Institute of Steel Construction, U. S. A.
AISI	American Iron and Steel Institute, U. S. A.
ALCOA	Aluminum Company of America, U. S. A.
AMCA	Air Moving and Conditioning Association, U. S. A.
AMS	Aerospace Material Specifications-SAE, U. S. A.
AN	Air Force-Navy Aeronautical Standards, U. S. A.

AN	Air Force-Navy Aeronautical Specifications, U. S. A.
ANA	Air Force-Navy Aeronautical Bulletin, U. S. A.
AND	Air Force-Navy Aeronautical Design Standards, U. S. A.
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists, U. S. A.
AOCS	American Oil Chemists' Society, U. S. A.
APHA	American Public Health Association, U. S. A.
API	American Petroleum Institute, U. S. A.
ARB	Air Registration Board, U. K.
ARP	Aerospace Recommended Practice-SAE, U. S. A.
AREA	American Railway Engineering Association, U. S. A.
ARI	Air-Conditioning and Refrigeration Institute, U. S. A.
AS	Aerospace Standards-SAE, U. S. A.
ASA	American Standards Association, U. S. A. (USASI)
ASAE	American Society of Agricultural Engineers, U. S. A.
ASCE	American Society of Civil Engineers, U. S. A.
ASE	Association Suisse des Electriciens-SEV SWITZERLAND
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, U. S. A.
ASM	American Society for Metals, U. S. A.
ASME	American Society of Mechanical Engineers, U. S. A.
ASRE	American Society of Refrigerating Engineers, U. S. A.
ASTM	American Society for Testing and Materials, U. S. A.
ASTME	American Society of Tool Manufacturing Engineers, U. S. A.
AWPA	American Wood Preservers' Associating, U. S. A.
AWS	American Welding Society, U. S. A.
AWWA	American Water Works Association, U. S. A.
BDS	Comité Suprême de l'Automobile, FRANCE
BS	British Standards, U. K.
BV	Bureau Veritas, FRANCE
CEE	International Commission on Rules for the Approval of Electric Equipment
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano. ITALY

CEMA	Canadian Electrical Manufacturers Association, CANADA
CGA	Compressed Gas Association, U. S. A.
CISPR	International Special Committee on Radio Interference
CNS	Chinese National Standards, TAIWAN. R. O. C
CR	China Corporation Register of Shipping. TAIWAN, R. O. C
CS	Commercial Standards, U. S. A.
CSA	Canadian Standards Association, CANADA
CSB	Centrala Sjukvardsberedningen-SIS, SWEDEN
CSN	Ceskoslovenskych Norem, CZEKOSLOVAKIA
CGSB	Canadian Government Specification Board. CANADA
DCDMA	Diamond Core Drill Manufacturers Association, U. S. A.
DGN	Direccion General de Normas, MEXICO
DIN	Deutsche Normen, GERMANY
DS	Dansk Standard, DENMARK
DTD	Directorate of Technical Development, U. K.
EI	Edison Electric Institute, U. S. A.
EIA	Electronic Industries Association, U. S. A.
ENO	Greek Standards Committee, Technical Chamber of Greece, GREECE
EOCI	Electric Overhead Crane Institute, U. S. A.
EOS	Egyptian Organization for Standardization, U. A. R.
EURONORM	Normen der Europäischen Gemeinschaft fur Kohle and Stahl
FDA	Foods and Drugs Administration, U. S. A.
FHMA	Feedwater Heater Manufacturers Association, U. S. A.
FS	Federal Specifications and Standards, U. S. A.
GL	Germanischer Lloyd, GERMANY
HEI	Heat Exchange Institute, U. S. A.
HMA	Hoist Manufacturers Association, U. S. A.
HI	Hydraulic Institute, U. S. A.
IBR	Indian Boiler Regulation. INDIA
IBR	Institute of Boiler and Radiator Manufacturers, U. S. A.
ICC	Interstate Commerce Commission, U. S. A.
IEE	Institute of Electrical Engineers, U. K.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers, U. S. A. (舊AIEE, IRE)
IES	Illuminating Engineering Society, U. S. A.

IFI	Industrial Fasteners Institute, U. S. A.
INDITECNDRI	Institute National de Investigaciones Tecnologicasy Normalizacion. CHILE
IP	Institute of Petroleum, U. K.
IPCEA	Insulated Power Cable Engineers Association, U. S. A.
IRAM	Institute Argentino de Racionalizacion de Materials, ARGENTINE
IRE	Institute of Radio Engineers, U. S. A. (IEEE)
IRSS	Indian Railway Standard Specification INDIA
IS	Indian Standards, INDIA
ISD	Indian Stores Department INDIA
I. S.	Irish Standards, IRELAND
ISA	International Federation of the National Standardizing Association (ISO)
ISA	Instrument Society of America, U. S. A.
ISO	International Organization for Standardization
ICBO	International Conference of Building Officials
JAN	Joint Army-Navy Specifications, U. S. A. (MIL)
JIC	Joint Industry Conference, U. S. A.
JEDEC	Joint Electronic Device Engineering Council-EIA, U. S. A.
KS	Korean Standards, Rep. of KOREA.
MIL	Military Specifications and Standards, U. S. A.
MNC	Metallnormcentralen-SIS, SWEDEN
MPIF	Metal Powder Industries Federation, U. S. A.
MSS	Manufactuerers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry, U. S. A.
MSZ	Magyar Szabvanyugyi Hivatal, HUNGARY
MS	Military Standards, U. S. A.
NAB	National Association of Broadcasters, U. S. A.
NARTB	National Association of Radio and Television Broadcasters, U. S. A. (NAB)
NBCC	National Building Code of Canada CANADA
NB	Normas Brasileiras. BRAZIL
NBN	Normes Belges, BELGIUM
NBS	National Bureau of Standards, U. S. A.
NEC	National Electrical Code-USASI CI. U. S. A.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association, U. S. A.

NEMCO	Norges Elektriske Materiellkontroll, NORWAY
NEN	Nederlandse Norm, NETHERLANDS
NF	Norme Francaise, FRANCE
NFPA	National Fire Protection Association, U. S. A.
NFPA	National Fluid Power Association, U. S. A.
NMTBA	National Machine Tool Builders' Association, U. S. A.
NORVEN	Venezuelische Norm, VENEZUELA
NP	Norma Portuguesa. PORTUGAL
NS	Norsk Standard, NORWAY
NZSS	New Zealand Standard Specifications, NEWZEALAND
NV	Norske Veritas, NORWAY.
ONORM	Osterreichische Norm, AUSTRIA.
OVE	Osterreichischer Elektrotechnischer Verein, AUSTRIA
PEI	Porcelain Enamel Institute, U. S. A.
PRSS	Pakistan Railway Standard Specification, PAKISTAN
PS	Pakistan Standards, PAKISTAN
RETMA	Radio Electronic Television Manufacturers Association, U. S. A. (EIA)
RI	Registro Italiano Navale, ITALY
RMA	Rubber Manufacturers Association, U. S. A.
SABS	South African Bureau of Standards, REP. of SOUTH AFRICA
SAE	Society of Automotive Engineers, U. S. A.
SEMKO	Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten, SWEDEN
SEN	Svenska Elektrotekniska Normer-SIS, SWEDEN
SEV	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein=SAE, SWITZERLAND
SFS	Finlands Standardiserings Kommission, FINLAND
SI	Israel Standards, ISPAEL
SIS	Svenska Standard, SWEDEN
SMS	Sveriges Mekanförbunds Standardcentral-SIS, SWEDEN
SNV	Schweizerische Normenvereinigung, SWITZERLAND
SPR	Simplified Practice Recommendation, U. S. A.
TAPPI	Technical Association of the Pulp and Paper Industry, U. S. A.
TEMA	Tubular Exchanger Manufacturers Association, U. S. A.
TRA	Tire and Rim Association, U. S. A.
TS	Türk Standardlari, TURKEY
UIC	International Union of Railways