

自動化機械設計

江雨龍 編譯

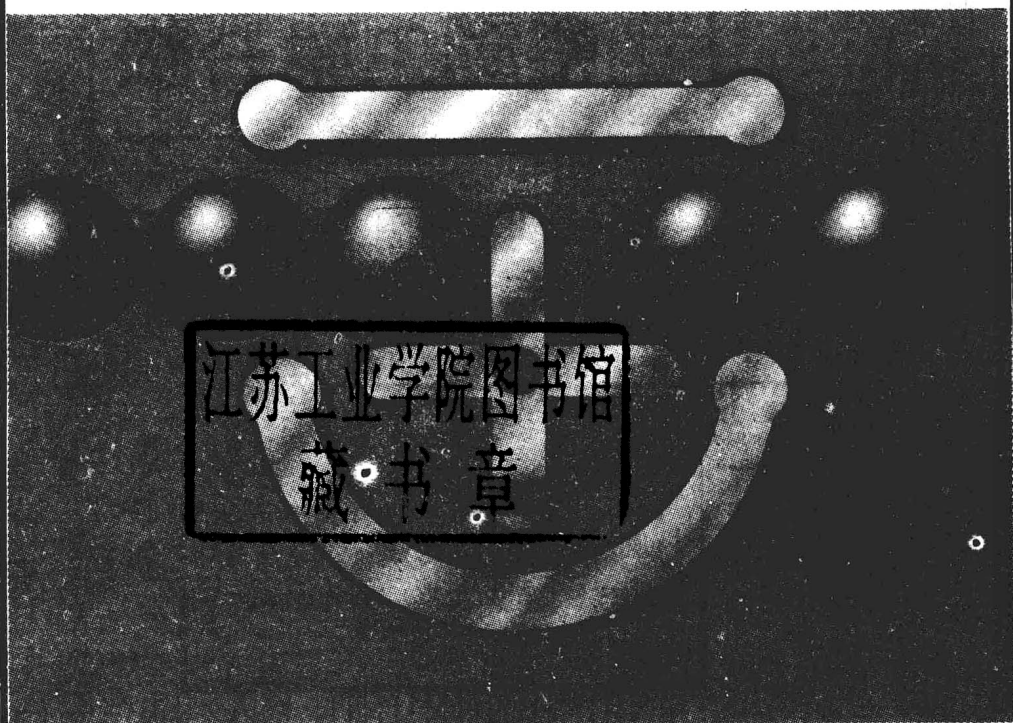


全華科技圖書股份有限公司 印行

世界图书出版公司重印

自動化機械設計

江雨龍 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界圖書出版公司重印

自动化机械设计

江雨龙 编译

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年2月第1版 开本: $787 \times 1245 \frac{1}{32}$

1991年2月第1次印刷 印张: 16

印数: 0,001—1,400 字数: 31.2万字

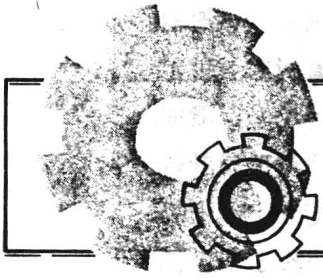
ISBN 7-5062-0849-0/TH·8

定价: 7.90元

本书经全华科技图书股份有限公司香港和中国大陆总代理

鑫港出版社有限公司特许世界图书出版公司独家重印

限国内发行



原 序

美國工業界現在強調改善生產率，造成對製造技術一個新的風潮，大部份嶄新的文獻均偏向這方面，很吸引人的主題有：機器人、電腦輔助設計和製造（CAD/CAM）、電腦群體製造（CIM）、專家系統和“未來的製造廠”等。明顯地與這些“新潮”比起來是相對的“老舊”，不管是效率、製造程序的觀念、自動化、特殊目的的機器或簡單的“特殊機器”等，此行業實際上已使工業因其生產率之提高而獲利。

當我主張一個特殊的製造程序，其“自動化”使用特殊機器會比工業機器人有效率和經濟，通常的反駁是：“是，但機器人在以後對不同的工作可以重新設定程式。”在此的重要事實是購買任何機器時，是買特殊機器或機器人必須視其對特殊的製品之預定製程能有效的節省情況而定。如果能證明機器經由硬體自動化後其製程節省能實現，則此項事實與其他尚未預知之目的無關。

如果特殊機器是改善工業生產率的主要因數，那麼我們必須訓練設計者和工程師來設計和製造這些機器。技術學校和大學無法教育出具有此種專才之設計者，有人可能會猜想沒有教授此主題的原因是祇有從事特殊製造的特定經驗才能夠使人獲得設計特殊機器資格的觀念；無疑地，經驗是一個很好的老師，但是希望本書能提供對各種不同機器設計之初步概念而使技術或工程科系學生甚至設計專家能夠“學習”如何設計特殊目的的自動化機器。

本書的最初構想於1979年在Novatek公司，此公司從事

於特殊目的自動化機器和設備的設計與製造。作者和機械設計主任工程師 Robert Metcalfe 先生企圖發展一套對有希望的客戶構思和企劃新機器的“核對表”，這些概念的程序累積成計劃，但是有希望的客戶很少擔付完成可能概念的創意設計時間。若沒有任何的控制，最好的設計師發現他們花費大部份的時間準備計劃而很少的時間用於實際工作；核對表除了可提高計劃程序的速度外，同時確保對機器概念企劃的均一程度。

作者企圖將此種“核對表”擴大發展成訓練手冊，它不祇是建議規劃新機器的方法，而且提供設計者有用的相關資訊和資料。對此種訓練手冊或訓練計劃的需求是空前的，因為要規劃“完整機器”之設計師（有別於機器零件設計師）至今仍很難找到。

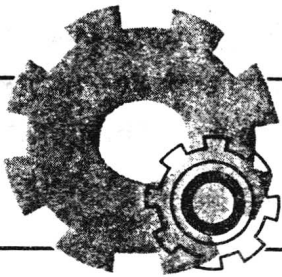
經由麻薩諸塞州 Lowell 大學工程學院院長 Aldo Crugnola 博士和機械工程系主任 Zelman Kamien 博士之推薦，在該大學舉行訓練計劃的未來發展討論會，隨後完成此書；從 1981 ~ 1984 年作者在該大學開一門“自動化機械之設計”課程共 8 學期，一半的課程教授機械工程系高年級學生，另一半則教授夜間部有經驗的技術員和工程師，由上述兩種程度學生的反應，擷取最高效率的教材而成爲本書的架構。

本書主要是爲自動化或製造技術員或專業人員而寫，其目的是要消除傳統將機械、電子和控制工程分開的訓練界限並提供對自動化機器之特殊目的之瞭解和實務。

雖然在本版中沒有包括複習問題，但本書在補充解析例題、問題和工作實例後可成爲很有用的教科書。本書的基本組織共可分爲三大部份，(1)致動器和工作站設計，(2)材料輸送系統設計，和(3)控制系統設計—提供作爲大專程度或設計製造專業人員訓練之教材。

作者非常感激 Lowell 大學不但提供執教機會開此門選修課程而能完成此書，而且提供設備，包括實驗室、圖書館、電腦及文字處理設備等。在此特別感謝機械工程技術連續教育制

度 (Mechanical Engineering Technology Continuing Education Program) 協調者 Frederick Bischoff 教授 , 經其最初同意然後將 “ 自動化機械之設計 ” 列為 MET 之必修課程。



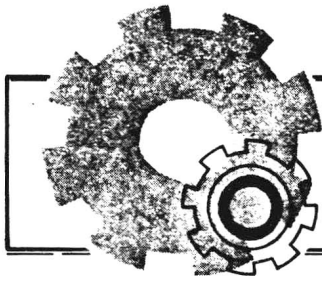
譯 者 序

傳統的機械設計師是由設計者結合了技術、努力和機會，從參與零件設計經驗之累積直到能夠設計整部機器。自動化機械之設計在現代微電腦、CAD/CAM 和工業機器人發達的情形下仍是一門藝術，作者將累積多年從事機械、電機和熱學系統之設計經驗完成此書欲使工程師瞭解此門藝術之基本知識和典型的設計步驟。

本書之目的有五，第一是從一般設計方法之討論而發展出一套實用自動化機械之設計步驟來引導初學者；第二是增進一個工程師設計完整系統之信心，不祇是提供一個方法，同時說明對同一設計問題之許多解決方法；第三是經驗之累積將零件和次系統應用而結合成機械；第四是提供從事於設計和裝置特殊自動化機械之業者一般性之知識；第五是提供學生作為自動化機械設計之實用和應用之基本知識。

本書內容充實從設計規劃到完成設計做有系統的介紹，舉凡設計程序、估價方法到自動化機械各分系統均有詳細之說明，對於初學者或從事設計之工程師均有所助益。譯者利用公餘之暇完成此書，希望對我國之工業自動化略盡棉薄之力；譯者才疏學淺，尚祈社會賢達不吝指教為禱。

江 雨 龍



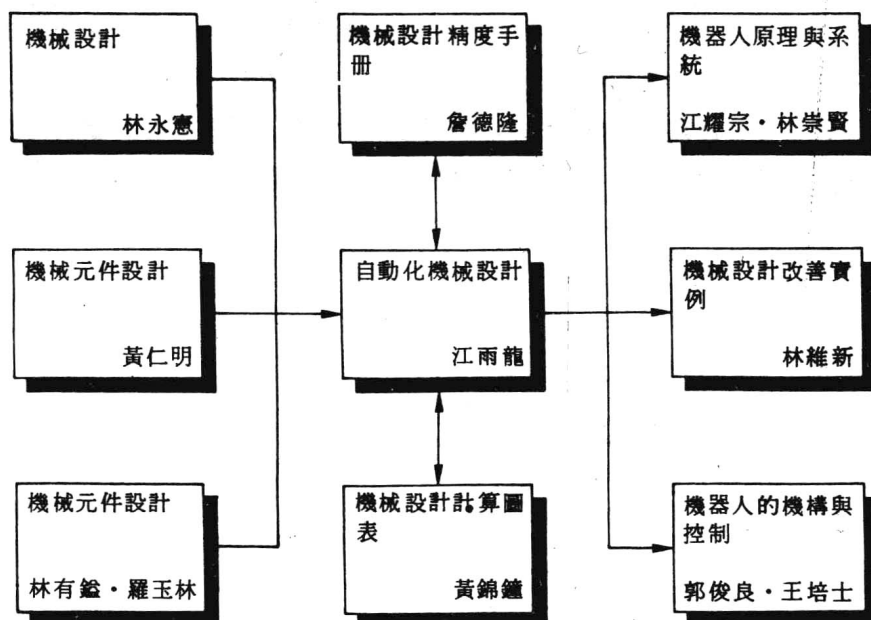
編輯部序

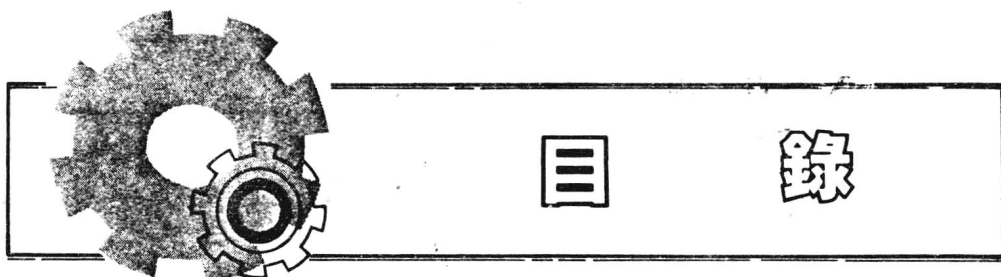
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書是原作者累積多年從事機械、電機和熱學系統之設計經驗編撰完成，書中內容從設計規劃到完成設計舉凡設計程序、估價方法到自動化機械各分系統均作有系統之介紹，在現代微電腦、CAD/CAM和工業機器人發達的情形下，本書實是機械工程學生充實機械設計實用和應用基本知識的最佳教材。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流 程 圖





1	緒 論	1
	1.1 對機械設計感想	1
	1.2 機械設計師	2
	1.3 本書之目的，內容和組織	2
2	自動化機械	5
	2.1 概 論	5
	2.2 自動化	6
	2.3 通稱之自動化機械	7
	2.4 機械之分類	9
	2.4.1 以機器功能分類	9
	2.4.2 由材料輸送型態來分類	14
3	自動化機械設計和組裝商業行為	17
	3.1 特殊機器之設計和組裝	17
	3.2 設計和組裝計畫	18
	3.2.1 機器的構想	18
	3.2.2 設計和組裝計畫	20
	3.2.3 可行性研究	21
	3.2.4 初步的設計	21
	3.2.5 細步設計	22
	3.2.6 機器之製造	22

4

3.2.7 機器之裝置、除錯和驗證

23

設計程序

25

- 4.1 設計和創造 —— 概論 25
- 4.2 系統設計 27
- 4.3 自動化機器之設計方法 29
 - 4.3.1 機械概念設計 —— 獲得需要的消息 31
 - 4.3.2 機械概念設計 —— 程序需求之定量化 33
 - 4.3.3 機械概念設計 —— 確認選擇機械化 37
 - 4.3.4 機械概念設計 —— 系統概念之合成 39
 - 4.3.5 機械概念設計 —— 概念估計 42
 - 4.3.6 機械概念設計 —— 概念選擇 42
 - 4.3.7 設計佈置圖 43
 - 4.3.8 細部設計 44

5

機器經濟學

45

- 5.1 總 論 45
- 5.2 工作計畫的費用 48
 - 5.2.1 直接工資之估價 48
 - 5.2.2 直接工資的管理費 50
 - 5.2.3 直接材料成本 51
 - 5.2.4 其他直接成本 51
 - 5.2.5 一般和行政費用 (G & A) 52
 - 5.2.6 利 潤 52
 - 5.2.7 其他的估算技巧 53

6

致動器和傳動系統原理

55

- 6.1 機器力量，力矩和動力 55
- 6.2 傳動系統之概念 58
- 6.3 機器負荷和損失之計算 62

6.3.1	克服摩擦的力量	62
6.3.2	機器之慣性力	69
6.3.3	機器的負荷——金屬成型和金屬移除	76
6.3.4	擠出粘滯性材料所需要之力量	84
6.3.5	從機器負荷和損失來計算需要之致動器	86
6.4	電動馬達原理	86
6.4.1	總 論	86
6.4.2	交流馬達	92
6.4.3	直流馬達	99
6.4.4	步進馬達	106
6.4.5	伺服馬達	112
6.5	液壓動力致動器和零件	116
6.5.1	氣壓缸	116
6.5.2	液壓缸	122
6.5.3	壓缸方向控制閥	125
6.5.4	流體馬達	129
6.5.5	其他用於自動化機器的流體裝置	130
6.6	電磁閥致動器	133
6.6.1	電磁閥原理	133
6.6.2	選擇電磁閥	136

7

實用工作站 141

7.1	選擇現成的工作站	141
7.2	工作站的需求	143
7.2.1	裝配工作站之需求	144
7.2.2	檢驗站之需求	147
7.2.3	測試站之需求	147
7.2.4	機器製造站之要求	148
7.2.5	包裝站之要求	149
7.3	工作站設計	149

7.3.1	工件之定位	149
7.3.2	自動化箝制	150
7.3.3	機器之精確度	151
7.3.4	校準之要求	152
7.3.5	安全之要求	153
7.3.6	可靠性和可維修性	155

8

工件輸送週邊系統設計 159

8.1	基本工作流程形相	159
8.1.1	直列運輸機器	163
8.1.2	旋轉運輸機器	165
8.1.3	迴旋式輸送機器	167
8.1.4	X - Y床枱運輸機器	168
8.1.5	工作握把	170
8.2	基本驅動原則	171
8.2.1	直列驅動系統	171
8.2.2	提升與運輸驅動系統	173
8.2.3	旋轉驅動系統	177
8.2.4	X - Y床枱驅動系統	181
8.2.5	皮帶及摩擦驅動系統	183
8.3	零件控制週邊系統	184
8.3.1	零件進料器	185
8.3.2	零件定向器	197
8.3.3	零件傳遞	199
8.3.4	擒縱器	202
8.3.5	零件定位	208

9

機器控制系統 213

9.1	控制系統之要求	213
9.1.1	生產程序之型式	213

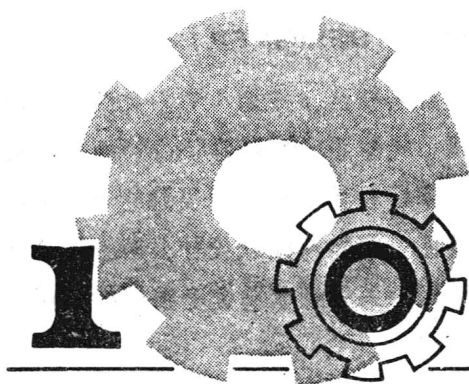
9.1.2	自動機器控制——序列	214
9.1.3	機器控制要求	216
9.1.4	控制計畫	219
9.1.5	控制動力之水平	220
9.2	繼動控制系統	221
9.2.1	通 論	221
9.2.2	電子機器繼動器構造	221
9.2.3	繼動梯邏輯	225
9.2.4	繼動邏輯之序列控制	235
9.3	開關邏輯	245
9.3.1	布林代數	246
9.3.2	卡那夫 (karnaugh) 製圖	253
9.4	電子邏輯	261
9.5	可程式控制器	264
9.6	微處理和微電腦控制	266

10

感應器原理

269

10.1	電子機械開關	270
10.1.1	機械接觸開關	270
10.1.2	人工開關	275
10.1.3	極限開關	275
10.1.4	簧式開關	279
10.1.5	壓力開關	280
10.1.6	電子機械定時器	281
10.2	固態開關	282
10.3	接近開關	283
10.4	光電開關和控制	286
10.5	旋轉位置感應器	288
10.5.1	旋轉密碼器	288
10.5.2	類比角度位置感應器	292



緒論

INTRODUCTION

1.1 對機械設計感想 (SOME OBSERVATIONS CONCERNING MACHINERY DESIGN)

15 年來從事於機械、電機和熱學系統之設計，從工程師、經理到企業家，而有以下之感想：

- 很少的工程師或設計師有機會去設計、組裝具有全功能的機器 (complete functional machine) 。
- 詳細介紹自動化機械的課程和教科書很少。
- 由於上述的結果，很少工程師或設計師具有設計和組裝一部完整的自動化機械所需之經驗和訓練。
- 勝任的工程師可以很容易的設計指定的零件 (有些也是很複雜的)，但對設計一部完整的機械却感到猶豫，而不管此機械的設計可能很簡單。
- 大部份成功的機械設計師均是單獨的以細部設計概念來完成，此種設計方法是從很多構想中作一個最佳的選擇。
- 一個程度很好的機械設計師無法簡潔地說明“他們如何的設計”。

由上述所得之結構，即使在現代之微電腦、電腦控制、CAD/CAM 和工業機器人發達的情形下，設計自動化機械仍是一門藝術；此本書乃是以此動機使工程師瞭解此門藝術之基本知識和典型的設計步驟。

1.2 機械設計師 (THE MACHINERY DESIGNER)

在傳統上一個完全的機械設計師是由設計者結合了技術、努力和機會，從參與很多之零件設計直到能夠設計整部機械。此種設計師較難聘請到而且當其離職時也沒有人能取代，他們是從經驗中去學習設計的藝術而很難給予定量說明與教導。此本書的構想始於1980年我擔任一家特殊機械設計公司副總裁時，希望能以更快和更有效率的方法來訓練年青的工程師成為程度很好的機械設計師。

傳統機械設計師的最大弱點可能在自動控制方面，因為機械控制系統，特別是電子或電腦控制，其變化很大且應用很廣；一般都是先設計機械部份然後再加上控制系統。由於此種關係，機械設計又被分為機械和電兩部份，因此一個優秀的機械設計師設計高精度和創新功能的機械需要一個精通線路設計和電腦程式之電子工程師相互配合。

由於缺乏兼具機械和電子才能之機械設計師，因此要找到一個能設計整部機械，包括螺栓、螺帽到微電腦控制，且能很快完成設計而經裝置後即達設計需求是很困難的。本書希望在機械設計和機械控制之整合方面有所貢獻而使一個機械設計師能完成整部機械系統之設計。

1.3 本書之目的，內容和組織

(TEXT OBJECTIVES, APPROACH, AND ORGANIZATION)

有經驗的機械設計師是從設計中發現問題而慢慢累積起來的，因此我們嚐試著定出可以適用於大部份自動化機械之設計步驟來引導初學者瞭解機械設計的觀念。第4章討論一般的設計方法，然後發展出一套實用自動化機械之設計步驟。

在此必須指出大部份的工程師認為整部機械之設計和零件設計不同，這也是對整部機械設計之信心的打擊；因此本書的一個目標是增進一個工程師設計完整的系統之信心，不祇是提供一個方法，同時說明對同一設計問題之許多解決之方法。

經驗是一個很重要的因素，本書的第三個目的是經驗之累積，將零件和次系統應用而結合成機械；第3章說明設計和裝置機械有關業務和計畫，第5～

10 章說明設計者可應用之一般機械元件，並以實際之專題研究來舉例說明。

本書的第四個目的是提供從事於設計和裝置特殊自動化機械之業者一般性之知識；最後的一個目的是提供學生作為自動化機械設計之實用和應用之基本知識，第 5 至 10 章概述機械設計之各種原理。