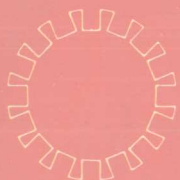


機具裝置及系統設計

原著者：W. H. Middendorf

譯述者：趙淳霖



Design of Devices
and Systems



科技圖書股份有限公司

機具裝置及系統設計

Design of Devices and Systems

原著者：W. H. Middendorf

譯述者：趙淳霖

科技圖書股份有限公司

行政院新聞局登記證 局版台業字第 1123 號

版權所有 • 翻印必究

機具裝置及系統設計

Design of Devices
and Systems

原著者：W. H. Middendorf

譯述者：趙淳霖

發行人：趙大慶

發行者：科技圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段 49 號四樓之 1

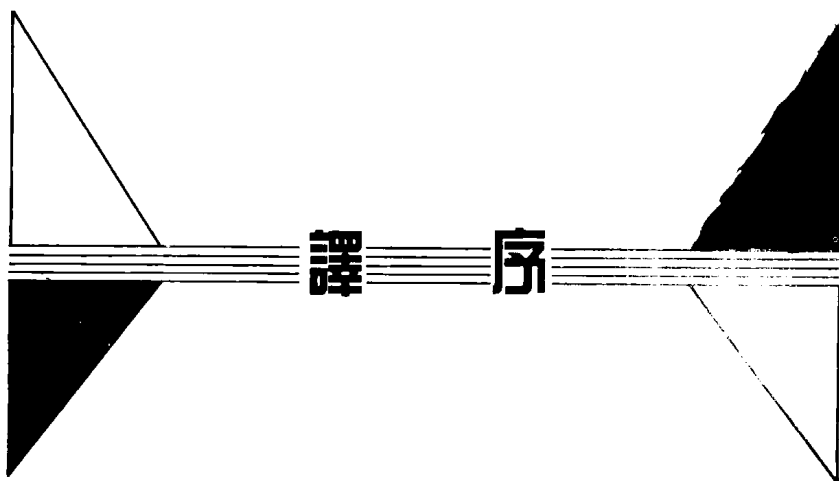
電話：3118308 • 3118794

郵政劃撥帳號 0015697-3

81 年 1 月 1 版

特價新台幣 220 元

ISBN: 957-655-103-X



以往大專院校講授產品設計課程主要為組件的設計，而且技術方面也僅限於特定學科的专业知識。但在科技高度發展及工業激烈競爭的今日，設計的工作不再限於專業技能，很多其他相關技術及知識，對於設計工程師也都是必備的基礎。

本書最大特色就是除去介紹設計的专业知識與技術，特別檢討設計工程師必備的其他相關知識。其中最值得注意的計有下列數端：

1. **可靠度工程**：這是有關產品整個壽命週期問題，不只操作性能要可靠，安全也非常重要。即使最後報廢處理也需事前詳加規畫。
2. **產品責任問題**：由於消費者意識高漲，有關產品的責任危險必須妥為減低。
3. **人因工程**：過去設計工程師對於產品使用人的操作情形考慮較少，導致很多不便或容易發生錯誤。這也是設計時不可疏忽的問題。

4. 專利與發明問題：設計工程師不只不能侵犯別人的專利權，對於自己的發明也要加以保護。這對於隸屬的工廠或公司也非常重要。

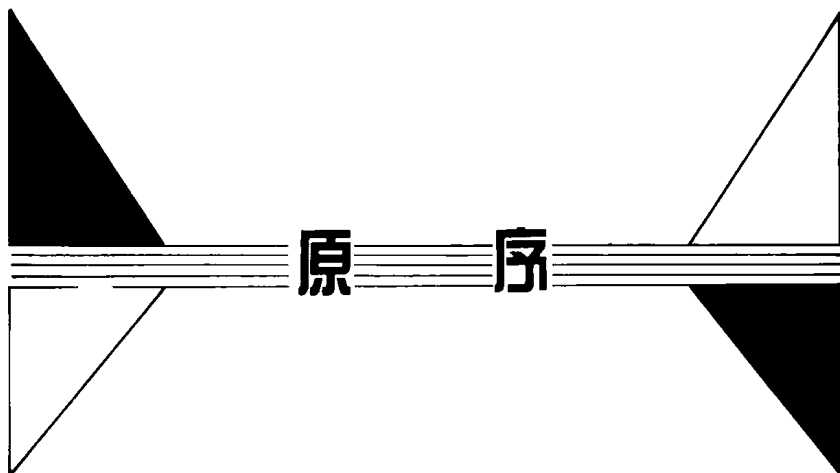
其次本書在專業工程技術以外，對於設計程序也有很精深的論述，這方面問題過去一般設計教科書中也極少提及。對於設計程序與其說也是科學，勿寧說是藝術更為恰當。本書也一再闡述這個觀念。實在講，如能認識並掌握這些技巧再加技術知識，才可創造優異的產品出奇致勝。此項啓示讀者不可不察！

這本書適合作為大專院校各工程科系高年級的教科書。如此，學生在畢業以前即已深刻瞭解現代設計工作的基本觀念，將來邁入工廠的設計部門，將會知道如何吸取必要的實際經驗，很快就可進入情況而不致摸索蹉跎時日。

對於製造工廠的工程管理階層人士，這也是一本值得閱讀的書。雖然他們不直接參與產品設計工作，但是對於產品的設計、產銷、操作、報廢等督導改進必須具有全盤性的瞭解，才能發現產品在生產過程中有那些地方可以修正，也可尋求產品在使用過程中有那個階段可以改進。若將此書置諸案頭，隨時查閱，定會受益無窮。

趙淳霖謹識

中華民國八十年夏



1. 編寫緣起

一般大學工程學系學生修讀有關裝置與系統課程是以分析為主，但在工業方面對於裝置與系統的工程運作則以設計為主。這種情形並不表示進行途徑有誤，因為設計的能力是有賴於分析的能力，當然還有很多其他因素。可信賴的職業性及學術性機構都認為在大學四年學士學位課程中，對於設計課程通常都需要半年時間的努力攻讀。修讀設計課程最重要理由，是使學生認知為了增強他對於一件工程計畫的技能將會融合多少種不同的項目。設計是一個綜合性的科學，它要求你必須有能力認識各種特別情況，而且知道在這種情況下該採用什麼理論或技術去開發求解的方法。

學習設計的最佳方式，是在一位很有成就的高級工程師指導下面對各種不同的問題情況進行工作，不過為了增強學生在這方

面的經驗，必須使他認識有關問題可能發生的各種情況，另外還要告訴他解決該項問題的適當技術。這也就是本書將要研討的內容，其中包括很多方法以提供產品設計工程師所將遭遇無數問題的解答。同時又將這些技術依一定次序編纂，使學生對於一個計畫的進行無需列出每個步驟就可有獲得一個實際經驗的感受。這種對於設計問題的編寫方式可以說與有關分析教科書傳統結構模式一樣，如此可使學生更易瞭解，而對於教師的講授也更會有效。

全書提供大學四年級一年期的課程資料，所有在觀念及數學方面的要求並未阻礙書中前半部的說明，同時由於學生在高年級修讀的其他有關科學，對於後半部內容的接受當亦無問題。

本書內容是由個人教授產品設計二十五年中開發得來，並由更長時間擔任機電產品設計工程師顧問工作使內容尤為明確。結果不只接近學術界立場促進設計邁向更高的科學水準，同時對於工業界也使他們確認產品設計不僅是一個可接收的模型，而且是對於整批的產品，其生產價格也永遠都會合宜。我在辛辛那提大學利用上項資料講授有關工讀合作計畫時也獲得很多的協助，他們總會根據各種不同的經驗，提出異議及修正且能擴展我個人的經驗，在此非常感謝他們賜給我的影響。

2. 內容簡介

本書第一章介紹有關產品壽命週期（life cycle）的觀念，同時提出可適用於大多產品的六個設計步驟。至於有關產品安全及確保適合顧主真正的需求事項，全書自始至終均特別重視。而且為了避免困難任何特定的建議亦予列入，例如在第二章就編列減低產品責任危險的二十個方法。產品規格是由需求的分析來決定，在此仍須重視產品自生產至報廢的整個壽命，並且在產品可

行性的早期研討中，還要處理有關工程經濟的成本分析與投資評估問題。

藉著對於發明及專利的檢討更可獲得改進產品新觀念的開發。我們希望以後所述例題可使學生確信產品的改進不必等待技術強烈的突破，因為產品改進通常都是有賴較小幅度逐步完成。

對於預定產品設計的執行是要先開發一個模型，而對於未來的設計工程師沒有一種初步的模式比數學模式更為重要。在第七章中我們將對因次分析（dimensional analysis）給予較詳盡的陳述，因為一個公認的事實指明如果一個產品模式對應的 π 項數（參閱 7.7.1 節）相等而且可以修改，則很多新產品都可依現有產品作為一個虛設的模式。這樣對於設計工程師們來說可獲得一項完全未出現的資料來源，因此在設計初期至少可搜集到不少可信賴的數據。這種觀念在以後討論電腦輔助工程時將予推廣，而在產品細部設計進行以前可由資料庫擷取有關資料並運用模擬模式。

設計主要是一種決策工作，對於這個問題我們特別列出若干技術，包括衆所週知的要徑法及計畫評核術或尚未普遍應用的優先矩陣（參閱 8.3.1 節）。一般在確定情況、冒險情況及不確定情況下的決策方式亦將同時敘明。

設計最後一定進行到細部設計俾敷產品製造工作的應用。第九章中利用第一章所述設計方法六個步驟，對於系統階段的計畫開發出一種作業狀態矩陣，由此更進一步對於綜合性的計畫完成一個立體的作業狀態矩陣。這樣就可建立一種結構，使任何繁複的計畫都可分解為次系統及組件，而這時設計工作也可依綜合分析或重複分析進行。

設計工作遠較以往需要更多的工程師，而工程師對於各種現象也較以往需要更精確的定理，更多的數學培育，以及更多的電腦輔助。以後有關電腦輔助設計（computer-aided design,

CAD)一章將說明最現代的電腦工作分組進行情形，其中包括由設計至整體的模擬、製造、以及現場有關品質管制方面的檢驗工作。

最佳設計方案非常重要，因為這種情況的尋求可提供決策另一個限制條件。在開發一個數學模式時，另外增列的最佳化方程式可使第十章所述綜合法執行更為方便。有關最佳化的成果更為重要，如果一件設計最後是利用較少的材料或能源，或是較多利潤，即使改進情形只有幾個百分點，它也可能使製造廠商跨進成功的邊界。

一個可接受的設計需要有一個可接受的可靠度水準，其中尚須包括各種檢討方法使設計工程師對於可靠度能加以改進。隨後我們還要研討加速壽命試驗，以及此種試驗如何規畫，如何利用很少樣品就可獲得頗具意義的試驗結果，以及有的試驗必須中斷其僅有一些數據又如何加以利用。

產品設計中同時必須考慮操作人員的因素即所謂人因工程(human factor engineering)，此部份將不會羅列過多的數據，因為這方面的資料都可由手冊中查出。現在提出這個問題的目的，是使學生認識在設計方面對於安全、零錯誤、人與機器相互間有效運作較進行數字的記憶更有意義。

本書最後將在結尾中簡短討論任何工業所有工程師都應瞭解的製造技術，另外也告訴他們要考慮產品的美觀，但不能有損於性能或人因工程。

從設計工作開始就應慎重考慮有關可靠度、人因工程、易於製造、以及工業設計各項因素，不可拖延到以後再設法進行。不過本書中是編列在最後部份，這是因為學生在修習設計主要步驟以後對於上述各項因素的重要性更可有充分的認識。

為了加強書中資料的實用性，我在課堂中採取兩種方法。一種是由學生們在已出版的工程案例選出一例作為研究對象，每位

學生在教室都有一個發表的機會，他要根據書中資料指出這個案例可能進行情況如何，以及這個案例利用書中所述的那些技術。

第二種加強方法是由學生選定一個簡單的產品，並應用書中資料加以研討。所選產品可能為商業產品的變型或是屬於學生有意想開發的新觀念，無論如何此項產品一定相當簡單使學生能有一個具體且符合實際的決策。書中習題包括產品責任分析、需求分析、可行性檢討、相關專利的查考等，多數章中習題均以上列各項為主。

William H. Middendorf

威廉米頓達夫

可靠度工程叢書

- | | | |
|----|---------------------|-------|
| 1. | 元心山，趙淳霖譯述，工程設計可靠度 | 220 元 |
| 2. | 趙淳霖譯述，可靠度工程－新技術與應用 | 150 元 |
| 3. | 趙淳霖譯述，應用產品壽命數據分析 | 270 元 |
| 4. | 趙淳霖譯述，品管、可靠度及工程設計 | 150 元 |
| 5. | 趙淳霖譯述，系統可靠度工程－設計與操作 | 160 元 |
| 6. | 趙淳霖譯述，實用可靠度工程 | 180 元 |
| 7. | 趙淳霖譯述，可靠度工程導論 | 200 元 |

機具裝置及系統設計

目 錄

譯 序

原 序

第一章 設計與工程師

1.1 工程設計	1
1.2 設計工程師的職責	10
1.3 工程師倫理道德	13
1.4 本章綱要	18
參考文獻	19
複習與檢討	19
個案實習	20

第二章 產品責任

2.1 產品責任的演變	24
2.2 產品可預見的應用與誤用	29
2.3 產品責任冒險的減低	32
2.4 本章綱要	50
參考文獻	51
複習與檢討	51
個案實習	52

第三章 產品需求的分析與規格

3.1 產品全部壽命需求的分析	55
3.2 研判顧客需要的條件	57
3.3 研判主管機構的限制條件	58
3.4 研判本工廠的限制條件	65
3.5 產品需求情況的分析	65
3.6 本章綱要	66
複習與檢討	70
個案實習	71

第四章 產品可行性的研討

4.1 產品實體可製性	73
4.2 產品實體可製性的分析	75
4.3 產品與工廠的配合性	82
4.4 經濟學簡介	83
4.5 本章綱要	110
參考文獻	110
複習與檢討	111
個案實習	112

第五章 產品的專利

5.1 何謂專利？	121
5.2 專利的剖析	125
5.3 專利的分類系統	131
5.4 專利的查尋	132
5.5 基本專利法	137
5.6 其他智慧財產	139

5.7 本章綱要	140
複習與檢討	141
個案實習	142

第六章 多重設計與發明

6.1 多重設計	143
6.2 向過去大發明家學習	144
6.3 發明的定理	145
6.4 創造力的障礙	146
6.5 那一種人才能發明	147
6.6 認識發明的策略	148
6.7 如何改進發明的能力	150
6.8 激勵發明的方法	160
6.9 本章綱要	163
參考文獻	169
複習與檢討	170
個案實習	171

第七章 產品的模型

7.1 工程圖	172
7.2 方塊圖	174
7.3 網路圖	175
7.4 數學模式	176
7.5 實體模型	180
7.6 模型的聯合應用	181
7.7 因次分析的應用	187
7.8 本章綱要	206

參考文獻	207
複習與檢討	207
個案實習	208
附 錄	210

第八章 設計的決策

8.1 每個決策的要素	218
8.2 決策問題的型別	219
8.3 確定狀態下的決策	220
8.4 冒險狀態下的決策	249
8.5 不確定情況下的決策	257
8.6 本章綱要	269
參考文獻	269
複習與檢討	270
個案實習	271

第九章 系統的設計

9.1 何謂系統？	281
9.2 系統設計工程師	281
9.3 系統設計的焦點	282
9.4 系統設計	285
9.5 本章綱要	292
參考文獻	293
複習與檢討	293
個案實習	294

第十章 裝置及系統的細部設計

10.1 進化法、重複分析法、及綜合法	295
---------------------------	-----

10.2 重複分析法的應用	297
10.3 綜合法的應用	300
10.4 系統簡化為組件	311
10.5 本章綱要	319
參考文獻	320
複習與檢討	320
個案實習	321

第十一章 電腦輔助的產品設計

11.1 電腦工作站	326
11.2 電腦輔助設計	338
11.3 電腦輔助設計與製造[1]	339
11.4 電腦輔助工程運作	339
11.5 電腦輔助檢驗	341
11.6 有限單元分析法[2,3,4,5]	344
11.7 本章綱要	347
參考文獻	349
複習與檢討	349
個案實習	349

第十二章 最佳設計

12.1 設計最佳化的初步考慮	350
12.2 一般最佳化問題的型態	353
12.3 僅有判別函數的最佳化問題	354
12.4 最佳化問題中包括函數限制式	358
12.5 最佳化問題中包括區域限制式	364
12.6 最佳化問題中包括函數及區域限制式	369
12.7 最佳化的搜求法	374

12.8 本章綱要	375
參考文獻	375
複習與檢討	376
個案實習	377

第十三章 產品的可靠度

13.1 可靠度的基本關係式	384
13.2 早期故障、隨機故障、及衰退故障	386
13.3 產品可靠度的求解	396
13.4 重複系統與備用系統	398
13.5 隨機變數	400
13.6 可靠度設計的考慮事項	401
13.7 本章綱要	403
參考文獻	404
複習與檢討	404
個案實習	405

第十四章 產品壽命加速試驗

14.1 加速試驗原理	410
14.2 小量樣品的壽命數據	417
14.3 壽命試驗的檢別數據	421
14.4 產品改進意見的評估	425
14.5 本章綱要	433
參考文獻	434
複習與檢討	434
個案實習	435

第十五章 人因工程