

大專用書

《Apple II 及 IBM PC/XT 適用》

微電腦應用

數值方法

李超 編譯

APPLIED NUMERICAL METHODS FOR THE MICRO- COMPUTER

TERRY E. SHOUP



全華科技圖書股份有限公司 印行

《Apple II 及 IBM PC/XT 適用》

微電腦應用

數值方法

李超 編譯

APPLIED NUMERICAL METHODS FOR THE MICRO- COMPUTER

TERRY E. SHOUP



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

微電腦應用—數值方法

(Apple II 及 IBM PC/XT 適用)

李超 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5811300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

定 價 新臺幣 190 元

三版 / 76年2月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0131010

我們的宗旨：

**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙!!

TERRY E. SHOUP

*Dean of Engineering
Florida Atlantic University*

*Former Assistant Dean of Engineering
Texas A&M University*

Applied numerical methods for the microcomputer

原 序

小型電腦對於數字的處理而言，的確是一種實際而又非常有用的工具。依目前在微電腦技術領域方面的成長趨勢，將可預言，在未來的數十年內，小型電腦將可廣泛地使用於我們生活中的各層面。但以在公衆領域的廣泛使用程度而言，在科學與工程中數值方法的應用上，相對地，很少使用小型電腦。對於這個事實，有一個主要的原因存在，大部份的數值方法本文與套裝程式集都是依據大型電腦的背景而寫的。但，由於小型電腦的價格低、實用，以及方便等因素，對於某些類型的數值方法的執行而言，將小型電腦當成工具來使用，很快地比大型電腦成爲較受歡迎的對象。

由於在小型電腦上執行數值方法的有效資訊與軟體是有限的，所以並不因爲現代數值方法的效率及小型電腦的易變性，而於此方面有所大的發展。本書的目的爲開發這些混合領域的最佳特性。本書不僅提供數值方法領域中的資訊原始程式，而且更提供一個包含許多在小型電腦上可執行之優良演算法的軟體資料庫。

本書與其內容所附隨的軟體將爲大學中教授數值方法、課程，以及想要擴展自己計算設備之實用性的單獨科學與工程人員提供一套裝程式集。

本文中所研討的各種主題，包括了在解決科學與工程問題時經常遭遇到的問題領域。爲了達到發展多種有用的演算法，在數值方法中的基本主題將與關鍵的數學關係一齊被提出介紹，此仍本書的基本處理方式。然後提供一特殊用途的軟體，以執行小型電腦上的演算法。書中更列有各種方法之應用範例。

而且，於每章的結束地方綜合這章的摘要重點，以幫助使用者於給定需要解決的問題後，選擇一個最好的演算法，並提醒使用者留意在小型電腦上於演算法應用中隱含的問題。每章的最後更列有參考文獻，以幫助使用者發現更多科學演算法的資訊與資料。本書最末處附有附錄與習題。對於那些欲從本書中找出一些 BASIC 程式而加以使用的人而言，一套套裝程式集將是非常有效的。

筆者感謝那些對本書以及本書內容的處理方法創作有所貢獻的每一個人。尤其更感激 Dr. R. H. Page 的鼓勵與支持。感謝同事們提供給我有益的建議，由於他們的幫助，更增進及改善本書。亦對 Dr. Don Riley, Dr. Farrokh Mistree, Dr. Douglas Green, 以及 Dr. Ken Waldron 致以萬分的謝意。感謝 Billie Gresham 的幫助，你非凡的才能與欣然的整理編排，使得原稿的準備成爲一件愉快的工作。更感謝家人於此計劃期間的容忍與鼓勵。

THRRY E. SHOUP

譯者序

本書譯自 TERRY E. SHOUP 所著的 Applied Numerical Methods for the Microcomputer。主要之內容為介紹常用於求解工程與科學上所遭遇到的數值問題之求解方法。文中所討論的方法包括：求解方程式及聯立方程組之根、特徵值之求解、常微分方程式之求解、數值插值法、曲線擬合法，及數值微分法與積分法等。其著書之主旨仍在於使讀者如何在微電腦上，應用數值方法求解工程上所遇到的一些數值問題。故其內容形式著重於方法的描述及討論，而不重理論研析，因此，只要具有微積分基礎及 BASIC 語言的程式設計基礎之大專程度以上的人士，均能很快地進入情況。再加上文中範例多且有詳細而完整的 BASIC 程式，將帶領讀者到更高一層的境界。

在微電腦科技日新月異的今日，利用微電腦來解決各種問題成為理所當然的事。因此，發展微電腦的各種應用軟體也是必然的趨勢，且使用於微電腦中的語言均以 BASIC 語言為主，故本書中所討論的觀念及其程式，將可提供作為發展製作數值問題求解方法之套裝程式集 (package) 的基礎。

本書不但對數值方法有深入的探討，且於第一章及附錄 A 中介紹了電腦的發展簡史、微電腦結構 (architecture) 的基本概念及常見的電腦字彙與名詞解釋。不但使讀者深入瞭解數值方法的應用，而且具備了電腦方面的基本知識。每章的結束時均附有參考書目、文獻，以便讀者作更進一步的研究，且亦有助於本書的研讀效果。附錄 F 中的練習題目可供讀者思考研究之用。

本書雖經過嚴密的校稿與審查，但難免有疏漏之處，尚請讀者、先進不吝賜教。

譯者 李 超 謹識

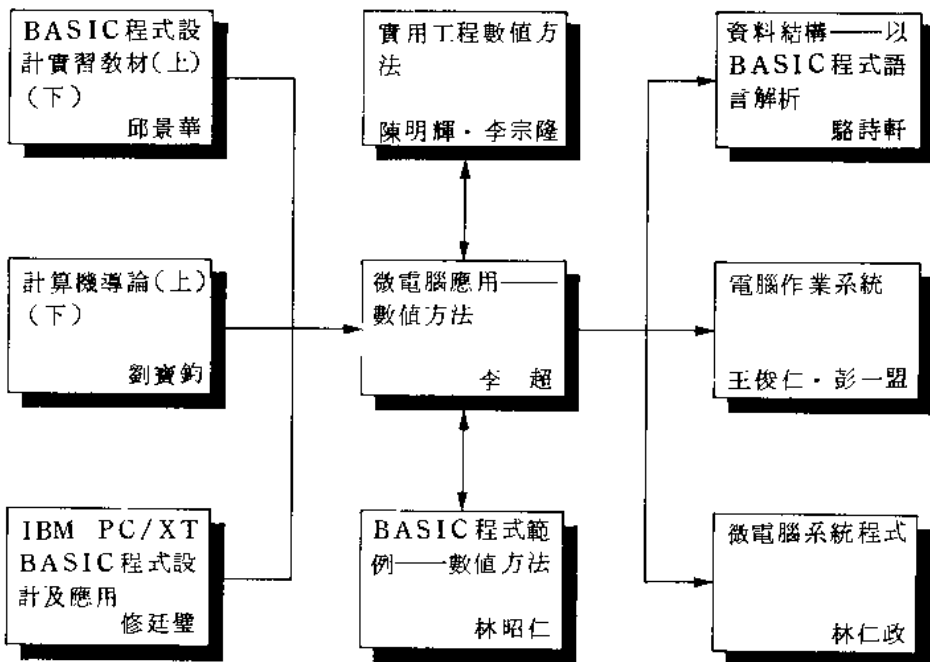
編輯部序

「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。

現在我們就將這本「微電腦應用——數值方法」呈獻給您。微電腦於工程與科學上的應用已日趨頻繁、日形重要，本書即是以 Apple 及 IBM PC 均適用的 BASIC 語言來解數值方法，其內容主要強調高斯消去法、常微分方程式、數值微分及積分法等求解方法的描述而不重理論之分析，每則範例並附有以求解問題的完整程式，讀者在學習之餘，亦可應用於實際上，極適合做為計算機程式課程輔助教材。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習微電腦方面叢書，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



全華計算機相關圖書

- A033 IBM PC/XT BASIC語言
之應用—數值分析
歐養性編譯
20K/320頁/190元
- 640 實用工程數值方法
陳明輝·李宗隆編譯
20K/264頁/190元
- 1001 工程數值分析
—IBM PC/XT適用
簡國論編譯
20K/192頁/150元
- 904 資料結構
—以BASIC程式語言解析
駱詩軒編譯
20K/232頁/170元
- 985 BASIC程式範例—數值
方法(Apple II IBM PC/XT
適用)
林昭仁編著
20K/296頁/180元
- A046 應用數值分析
朱天賜編譯
20K/496頁/240元
- A055 資料結構—以PASCAL
語言解析
蕭國珍編譯
20K/504頁/210元

● 上列書價若有變動
請以最新目錄為準。

目

錄



引 言

1

- 1.1 數位計算機 3
- 1.2 微電腦結構 10
- 1.3 將微電腦當成求解數值問題的一種工具 14



代數方程式與超越方程式之根

17

- 2.1 單一非線性方程式之根 19
- 2.2 二分查尋法 19
- 2.3 擬位法 21
- 2.4 牛頓法 23
- 2.5 割線法 24
- 2.6 直接代入法 25
- 2.7 多項式方程式之解 29
- 2.8 解複數根之林氏法 30
- 2.9 求解多項式方程式之根的貝爾斯托法 32
- 2.10 小型電腦中選取演算法所需要的考慮 38



聯立方程組之根

41

- 3.1 高斯消去法 42
- 3.2 高斯——喬丹消去法 45
- 3.3 以高斯——喬丹消去法求反矩陣 49
- 3.4 求解線性聯立方程組之寇列斯基法 53
- 3.5 求解線性聯立方程組之疊替法 59

3.6	傑可比法	59
3.7	高斯——賽鐸法	60
3.8	連續超張弛法	60
3.9	非線性聯立代數方程組之求解	64
3.10	直接疊替法	64
3.11	牛頓疊替法	65
3.12	參數變動程序	70
3.13	小型電腦中選取演算法所需要的考慮	71

4

特徵值問題 75

4.1	特徵值問題之基本原理	76
4.2	疊替求解法	79
4.3	計算特徵值之轉換法	85
4.4	求解對稱三層對角矩陣之特徵值	95
4.5	矩陣到海森堡形式的直接簡化	97
4.6	其他計算特徵值的方法	99
4.7	選取特徵值演算法所需要的考慮	107

5

常微分方程式 111

5.1	常微分方程式的類別	112
5.2	求解初值問題之單一步驟法	114
5.3	預估量——修正量法	130
5.4	預估量——修正量之特徵摘要	135
5.5	步驟大小的考慮因素	135
5.6	剛性問題	137
5.7	邊界值問題的求解方法	138
5.8	選取求解常微分方程式的演算法所需之考慮	141

6

數值插值法及曲線擬合法

145

6.1	線性插值法	146
6.2	拉格朗治插值法	147
6.3	差比法	151
6.4	疊替插值法	157
6.5	反插入法	160
6.6	利用最小平方法擬合曲線	160
6.7	以楔接函數勻滑曲線	167
6.8	選取插值法、曲線擬合法或勻滑法時，所需要的考慮	175

7

數值微分法及積分法

177

7.1	數值微分法	178
7.2	數值積分法	189
7.3	梯形積分法	190
7.4	辛普森積分法	193
7.5	高階牛頓——寇特積分公式	194
7.6	倫伯格積分	200
7.7	高斯面積法	204
7.8	選取數值微分法或積分法所需要的考慮	209

附錄A	電腦項目的字彙	211
附錄B	十六進位（ASCII文字數碼表）	229
附錄C	時間單位	230
附錄D	數字轉換方法	231
附錄E	RS-232C介面連接	234
附錄F	問題及練習	235
索引		255



由於它有非凡的能力與尺寸大小，因此，在解決科學及工程方面的問題，很快地受到廣泛的使用

1 引 言

我們生活在科學與工程空前發達的年代。在觀察以往數十年來科技的進展以及它們如何影響我們目前的生活與工作，可以發現兩個令人興奮且明顯的趨勢。第一、顯著有效的成就有隨時間的前進而越來越增加的傾向。第二、我們接受這些成就並將它們累積成爲生活之一部份的比例也隨之增高。舉例說明此兩趨勢，思考這事實：Alexander Graham Bell 於 1876 年所發明的電話，並沒有容易地受到歡迎及受商業界接受。一直到 1954 年，在這國家中的大多數家族皆擁有長途撥電話碼的設備，才有所改善。然而，在 1939 年開始流行的第一種現代家用電視的發展却不到十年，即受到廣泛的接受。美國人口調查局在 1974 年的報告上指出，百分之九十七的美國家庭擁有一部以上的電視機，而百分之四十五的家庭擁有兩部或更多的電視機。形成這種對比的原理似乎十分清晰。早期傳播與生產輸送系統的技術發展造成了晚期的發明加速被接受的狀態。因此，已擴展的技術在培育中其增强的效果更勝於革新中其增强的效果。此種現象在我們現在的時代甚至更爲明顯。或許最好的例子，就是微電腦的大改革。第一個微處理機晶片於 1971 年被發展出來且於 1975 年出現了第一部微電腦。不到十年後，將近五十萬部微電腦被使用在從娛樂到商業界及科學範圍的應用領域上。目前的工業調查預測，在這十年結束前在這國家中幾乎每個家庭將擁有一部微電腦。而微電腦將會與以往電話及電視機的發展一樣，影響到我們的生活格調是理所當然的。現代的作家已經預測到緊接在工業改革之後的社會改革中，微電腦將扮演一個明顯而重要的角色。

隨著計算能力與裝置之硬體易變性的發展，微電腦的應用領域也繼續不斷的顯現出來。一度被認爲僅適用於大電腦的工作任務，而現在，不僅實際上適用且經濟上也較願意在微電腦上執行。如此顯現的應用是科學與工程中數值問題解決的範圍（圖 1.1）。本書的目的是提供一數值方法的資源給那些想將微電腦的計算效率應用到科學與工程問題解決上的人。且本書將焦點集中在三個重要的目標上：

1. 確認那些提議何時該使用及何時不該使用這些重要計算裝置的現在與未來微電腦系統之特性。
2. 確認經常在科學與工程的數值問題解決中遭遇到的數值工作。