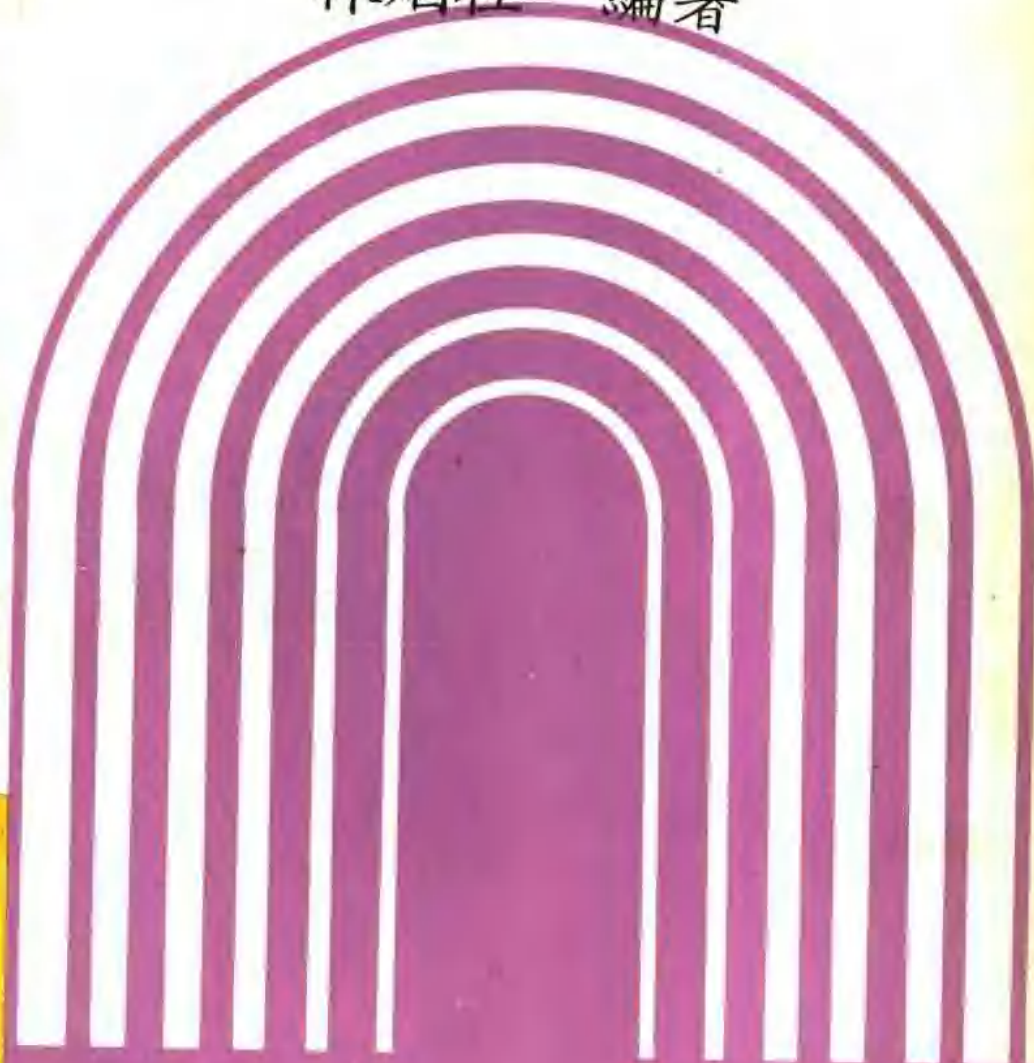


電子計算機程式

林烟桂 編著



松崗電腦圖書資料有限公司

電子計算機程式

林烟桂 編著

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

電子計算機程式

書號：110110

版權所有



翻印必究

每本定價 140 元整

編著者：林 烟 桂

發行人：吳 守 信

發行所：道明出版社

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

總經理：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255・3930249

郵政劃撥：109030

印刷者：東崗印刷設計股份有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255・3930249

中華民國七十年七月 初 版

本出版社經行政院新聞局核准登記，

登記證號為局版台業字第一七二九號

序

電子計算機又叫電算機，俗稱電腦，在學術界喜歡使用電子計算機或電算機這個名詞，但電腦一詞却仍為工商界普遍使用。因此這些名詞在本書中交互使用，指的都是同一個意思。

本書主要分成兩個部份，電算機基本概念以及程式語言，電算機基本概念的部份包括下列各章：

第一章 電子計算機簡介

第二章 數 系

第三章 資料表示法

第四章 輸入及輸出單位

第五章 記憶單位

第六章 中央處理單位

第七章 電算機解題方式

程式語言部份包括下列各章：

第八章 程式語言 BASIC

第九章 程式語言 FORTRAN

第十章 程式語言 COBOL

第十一章 程式語言 PL/1

第十二章 程式語言 PASCAL

基本概念部份可以說是電子計算機的原理，不可忽略，程式語言部份，本書以 BASIC 為主。其中舉了20個例題，出了36個習題，並附上題示（附錄 D），各種各樣的題目做多了，自然能夠運用靈活，FORTRAN, COBOL, PL/1, PASCAL 這幾章均說明其最基本的部份，並且舉例說明，希望讀者雖然不熟悉該四種語言，也能有一些概

念，若進一步要知道該語言詳細的情形，就得閱讀各該語言的使用手冊。

本書編印倉促，錯誤在所難免，希望高明指正，不勝感激！

林 烟 桂 謹識

民國70年6月于正修工專

目 錄

第一章 電子計算機簡介	1
1-1 電子計算機的種類	1
1-2 電子計算機的發展	2
1-3 電子計算機的用途	8
第二章 數 系	21
2-1 引 言	21
2-2 數 系	21
2-3 整數的轉換	23
2-4 小數的轉換	24
2-5 算術的運算	25
2-6 補 數	27
2-7 邏輯運算	29
第三章 資料表示法	33
3-1 寫的表示法	33
3-2 BCD交換碼	33
3-3 ASCII 碼	34
3-4 EBCDIC 碼	34
3-5 數的表示法	37

第四章 輸入及輸出單位	41
4-1 引 言	41
4-2 卡 片	41
4-3 讀卡機與打孔機	43
4-4 印字機	44
4-5 鍵 盤	47
4-6 紙 帶	47
4-7 磁 帶	48
4-8 磁 碟	50
4-9 其他輸入輸出裝置	52
第五章 記憶單位	55
5-1 引 言	55
5-2 磁蕊主儲存體	55
5-3 LSI 主儲存體	58
第六章 中央處理單位	59
6-1 引 言	59
6-2 暫存器	59
6-3 算術邏輯單元	63
6-4 控制單元	69
第七章 電算機解題方式	73
7-1 語 言	73
7-2 建立程式	74
7-3 決策表	76

	3
7-4 流程圖	76
7-5 電算機題解方式	79
第八章 程式語言 BASIC	83
8-1 程式語言	83
8-2 輸入/輸出敘述	83
8-3 指定敘述	84
8-4 控制敘述	85
8-5 函數敘述	88
第九章 程式語言 FORTRAN	100
9-1 式譯語言 FORTRAN	109
9-2 輸入/輸出敘述	170
9-3 算術敘述	171
9-4 控制敘述	172
9-5 形式敘述	174
9-6 函數與次常式	175
9-7 其他敘述	176
9-8 例題	177
第十章 程式語言 COBOL	179
10-1 商業通用語言 COBOL	179
10-2 標題部	179
10-3 裝置構成部	180
10-4 資料部	181
10-5 處理部	184
10-6 例題	188

第十一章 程式語言 PL/I	195
11-1 程式語言 PL/I	195
11-2 宣告敘述	196
11-3 輸入 / 輸出敘述	197
11-4 算術敘述	198
11-5 控制敘述	199
11-6 函數及次常式	202
11-7 其他敘述	203
11-8 例題	204
第十二章 程式語言 PASCAL	211
12-1 程式語言 PASCAL	211
12-2 輸入 / 輸出程序	215
12-3 指定敘述	218
12-4 控制敘述	220
12-5 問題	222
附錄 A：操作系統 DX 10	
B：Tr 990 Basic 錯誤列表	235
C：Tr 990 Basic 語律圖	240
D：第八章 習題提示	249

第一章 電子計算機簡介

1.1 電子計算機的種類

電子計算機俗稱電腦，因為它通俗，容易記，為一般社會人士所常引用。但嚴格說來，電子計算機是指任何類型的電子計算裝置，稱為電子資料處理系統，簡稱EDPS，其定義為：一個能接受資料的裝置，其內可儲存程式，處理資料，產生所要的資訊。

電子計算機一般分成三種：數位電子計算機，類比計算機，混合計算機。

(1) 數位電子計算機

將非連續性的資料加以處理與計算。在一個事先設計好的程式控制下，可以用相當快的速率處理資料。通常資料皆以電脈衝的形式輸入數位電子計算機。EDPS指的是這種計算機，本書後面章節中說明的也是這種計算機。

數位電子計算機的特點是高速率，內部記憶及內儲程式。高速率乃是使用電子元件的必然結果，其處理的速率就是電子傳遞的速率。電子計算機可以將資料及指令，以電的狀態儲存於記憶單元內。這種特性不但提高處理的速率，且為內儲程式的基礎。與一般桌上型計算器相比，計算器計算過程中，每一個步驟都需要人為的指引，而電子計算機對於繁複運算順序的執行，並不需要操作員插手，而由內儲程式指揮運算即可。內儲程式常包含邏輯測試，在程式內，就分支處，依條件的現況，逕行決定採行，因此電子計算機也常稱自動計算機。

(2) 類比計算機

類比計算機是用來處理連續時變的物理量。例如電壓，流體的溫

2 電子計算機程式

度、壓力、流量，其他如時間，距離，角度等，用來代表不同的資料，直接輸入類比計算機中，經過運算後，這種連續變數所得的新值，就是所要的解答。我們日常所用的計算尺就是。它上面的數字刻度，用不同距離來代表，即距離正比於數字的對數，故距離即為一種連續變數，當計算時，雖為數字運算，但實際為改變距離量，以求得所需的結果。

類比計算機主要是一部量度的儀器，它具備一些電路以作測量與計算之用，並可經由附屬儀器如繪圖器或顯示機將結果繪出。這種計算機在製造處理過程應用很廣泛，諸如化工廠，煉油廠，航空工業等皆在使用，類比計算機的缺點是不夠精確，所以用途雖廣但却有限，不像數位電子計算機的用途，幾乎弗遠弗屆。

(3) 混合計算機

混合計算機是類比與數位計算機的混合組成。它將類比計算機的量度能力和數位計算機的邏輯處理能力，合併而成一單元。它解決許多工程上的問題，例如它用來模擬飛機的飛行，船隻的航行，港口的性能等等，以往研究一具機械的特性，必須將機械加以實地運轉，才能知道結果，即所謂實驗精神。但今日許多實驗，已不須利用原物，只須將所實驗的機械性能，送入計算機中，由事先設計好的程式對於可能改變的因素，加於處理，計算，所求得的结果就是在這些不同情況下機械的性能。例如引擎，火箭，飛彈，原子彈的模擬試驗等。

1.2 電子計算機的發展

資料處理技術的進展既快且廣。使用資料處理的技巧似乎毫無止境。每一種新的應用都說明該系統能夠幫助人們增大他的能力。

一些設備能夠自動檢查錯誤，以電子的速率處理商業上及科學上的資料，再加上設計好的程序，就構成了資料處理系統。這些設備包括各種不同的單位，如輸入、儲存、處理以及輸出等。

人們爲了某種目的而發明機器。發明資料處理機器的目的非常單純：只爲了提供人們增加生產能力。爲了達到這個目的，使用兩種方式。首先增加輸出的品質及速率，其次是藉小心謹慎以及良好的設計，提高生產能力。

資料的需求隨着時代日增複雜，資料處理機器的發明正好滿足這個需要。就像十九世紀製造業的發展一樣，那時擴大的市場需要大量的生產技術方能應付，機器的發明適時提高了生產能力，只需少量的人力就可以產生大量的產品。

十九世紀最後的廿五年，發生了更大的變動。科學擠到人們活動的第一線。研究發展的費用每年高達數億元。新的技術成爲工商業成長的一大原動力。服務性的工商業更是加倍成長。消費的形式因而改變。

由於生產技術的創新而提高產量，相對的也產生大量的文書作業。就因爲文書作業機械化的速率遠遠落後，幾幾乎淹沒了大量生產的效果。這時科學接受挑戰而有好成績。例如就在幾年前爲銀行界發展出一種能辨別磁性墨水的機器，使得每年有上億張支票來往的銀行界因而鬆了一口氣。每張支票提交銀行，在完成或退回前必須至少經過六道手續。

辨別磁性墨水機器是由電算機製造廠商以及美國銀行協會通力合作而發展出的。使用磁性墨水記錄的資料，人們認得，機器也認得。電算機製造商、支票印刷商及銀行公會協同之下，銀行文件例如支票、存款條、提款條等都印上了磁性墨水。印刷的資料包括原銀行、存款者帳戶號碼，及其他基本資料，都可以由機器辨認。只有支票及存款條上的金額欄必須印上磁性墨水，其餘不必，而這個手續是在文件處理的整個過程中惟一的一次。

由於技術革新及研究發展的結果，產生了巨大數量的資料，爲了應付這種情形，文件處理及管理步驟的機械化已經是刻不容緩的事了。資料情報的需求更殷。企業的運轉，管理機構，研究發展，以及未

4 電子計算機程式

來的規劃等等，在在都要依賴資料處理系統。結果資料處理中心紛紛成立，負責提供各種服務，用戶只需提供要解的問題或所要求的情報，提供這些資料的地方可能就在附近，也可能遠在千里。像飛機票的訂座就是一個很好的例子。

還有兩方面的進展，影像處理以及聲音回答。水手四號太空船由火星傳送像片回地球就是個絕佳的例子。快速的縮影技巧以及自動把光與暗轉變為電算機儲存的 0 與 1，使得遠地的影像可以在觀察者的螢光幕上出現。電算機可以接受以聲音問話，並以聲音回答。這在紐約的股票市場已經做了好幾年。客戶可以打電話詢問最新的股票行情，由電算機以事先錄好的話回答。

除此之外，只要與人們下判斷有關的資料，都可經由資料處理系統取得。

雖然資料處理是一種各方面適用的優良工具，但是自動化的資料處理，成長最快的却是最近四十年的事。打孔卡片的觀念在 1890 年代才被引進，直到 1930 年代才成熟。第二次世界大戰是資料處理發展的一大原動力。科學方面緊迫的需要資料處理，飛機設計、大砲設計等各種新的要求都要資料。原子彈方面，科學家突然面對着新方程式的計算。

美國第一部大型的電算機，由大學試驗室發展出來，就是最早的 ENIAC，是由賓州大學設計安裝的。歐洲最早的一部是來自英國劍橋大學試驗室，名為 EDSAC。這兩部機器一度曾用接替器，後來改用真空管。因此由電子機械慢速運轉進入了完全電子快速運轉，計算速率因此增加了大約一千倍。

在發展為完全電子速率運轉的同時，另外一種很重要的發展發生了。它使得資料處理系統的運用能力大大地增強，它就是能夠儲存程式的電算機。剛開始的時候，是把機器指令規劃在控制盤上，或卡片上，或紙帶上的。操作時指令經由插線讀入機器，資料依照剛由插線讀入機器的指令讀入電算機。這樣的程式規劃顯然限制了電算機的發

展。不用操作員的協助，而給予電算機問題較大的彈性，科學家終於提供了儲存程式在電算機高速的主儲存體的方法。因此電算機隨時可以取得指令，就像馬上可以取得資料一樣。甚至在工作中也可以修改指令。

早期具有此種設備的電算機是在 1948 年完成的，後來的電算機更擴大運用，產生可觀的指令。由於電算機具備判斷能力，並可修改程式指令，所以用戶就從高成本及重複程式規劃的困境中得到解脫。

幾乎在發展儲存程式電算機的同時，電傳技術萌芽了，雖然它已默默無聞地工作近廿年。在 1940 年美國空軍宣稱需要一種自動打孔機器，以便把經由電報打孔紙帶轉換為打孔卡片。IBM 於是發展出紙帶控制的打孔機，及卡片控制的打孔紙帶機，第二次世界大戰的最後兩年，每月約有四至五千萬張卡片由某一地方經由電報傳到另一個地方。

其次的發展是在 1954 年由 IBM 推出了卡片對卡片的資料接收機，經由電話線由甲地傳至乙地，就像無線電短波或電報一樣。

1950 年代初期，各大公司引進了中大型的資料處理系統，以便處理日增的資料。電算機之處理資料雖然很相似，不過處理科學上的資料與處理商業上的資料，其形式却迥然不同。在科學的研究發展常碰到的問題只須幾項資料，却要做很深入的運算。而商業上的問題却相反，常常要輸入輸出大量的資料，而只從事一些簡單的運算。要解決商業問題，電算機只須解決兩個問題，就是輸入及輸出。早期的電算機使用打孔卡片及打孔紙帶為輸入媒體。後來發展出把資料用小磁點記錄在磁帶的方法。這種新技術提高處理速率至五十到七十五倍之多，由此改善了輸入，輸出以及儲存。

韓戰後，人們的需求像已越過當時電算機能力一大步。要電算機處理邏輯運算。尤其是在核子物理及太空技術方面更是特別急需。而在氫彈及洲際飛彈方面提出的問題，更已超出當時電算機的能力範圍，需要更快速的電算機。

6 電子計算機程式

一種小鐵圈叫做磁蕊的，終於取代了1950年代所用的儲存體，磁蕊穿以細電線就構成了極其高速的儲存系統。磁蕊的陣列代表各種資料。磁蕊儲存的資料，只在百萬分之一秒就可以預備好，以便處理。

同時也發展出磁鼓儲存。從磁鼓上取資料要比從磁蕊取資料慢得多，可是儲存量却可增大，並且比從磁帶取資料要快得多。

在1950年代中期引進了一直接取材的技術，也因此提供了連線處理作業。直接把想要的記錄取出，降低處理時間。第一部可以隨意直接取資料的機器就是磁碟機。同時在電子及固態物理不斷的研究發展下，提供了更新更好的電子元件。真空管已經被半導體的二極體所取代，只需更少的電力就可以運轉。更進一步的發展是以電晶體取代真空管，這樣不僅電算機的體積大量縮小，而且可靠性提高了，這就是一般人所稱的第二代電算機。

技術的進步又把第二代電算機元件更進一步的縮小，更進一步的精細。這就是整體邏輯技術，使用這種電子元件的電算機，俗稱第三代電算機。經常的技術革新，目的只有一個，就是要發展出一套更好，更通俗，更有用的電算機。達到更快，儲存更多資料，需要更少電力，佔更少空間而成本更低些。

隨着電晶體的發展，電算機逐漸趨於袖珍化。由於應用微電子學技術，產生了更小，更快，更可靠的元件。使用的技術稱為拼合電路及單石積體電路。拼合電路又稱整體邏輯技術。是在陶質基板上，加入小型切片式電晶體及二極體等構成，所有元件均接於印刷電路上。成品約0.5平方吋，利用塑膠密封。單石積體電路是由受控制的晶體結構所形成的完整電路，包括電晶體、電阻、二極體等濃縮在一微片上。此構造與拼合電路工作原理相同，但是體積更小，速率更快。

使用拼合電路或積體電路所製造出來的電算機稱為第三代電算機。啓用於1965年。IBM 360系列為其代表。其特性為具有即時及分時，複程式及複處理等能力。使得遠方的資料收集、傳輸、通訊得以終端機與主機連線作業。這種方式不僅對國際性的機構大為有利，

即對中小企業也可藉分時系統享受即時的資料處理服務。

過去二十年來，在計算機資料處理方面的進步，可說是相當驚人的。但在 1970 年以後數年間的發展，更叫人刮目相看。發展出超積體電路，使用大型積體電路製造，這種 LSI 技術使用的微片，通常不超過十分之一吋，可是最少包含了五千個電晶體或電子交換電路。

最近幾年來先進國家更投下大量人力、財力，研究超大型積體電路，無疑的這種 VLSI 技術所產製出來的電算機，將是未來第五代的主要組件。

在另一方面由於 LSI 的發展，電算機趨向迷你型，在 1971 年美國 INTEL 公司推出第一部微處理機，INTEL 4004，它是一單片的完整中央處理機，全部裝在長不及 4 毫米，寬不及 3 毫米的小塊上。此種單片微處理機通常與記憶體，其他邏輯電路，以及輸入、輸出控制裝在一印刷線路板上，形成一微算機。最近微算機的發展則往單片的方向進行，就是所謂的單片微算機。是將微處理機和其相關的邏輯電路，記憶體，輸入，輸出控制等研製在一單片上，若研製成功，那麼價格當更便宜而能普遍使用。

年 代	里 程 碑
1946	ENIAC 第一部數位電算機
1948	EDSAC 第一部內儲程式電算機
1948	電晶體
1951	UNIVAC I 第一部商用電算機
1958	電晶體電算機
1964	積體電路電算機
1964	大型積體電路
1965	迷你電算機
1970	大型積體電路半導體記憶體
1971	微處理機

表 1.2 電算機發展的里程碑

8 電子計算機程式

1.3 電子計算機的用途

在今天多彩多姿的文明世界中，電子計算機已經跟人類的生活分不開了。微處理機控制冷氣機的溫度，電視機的色彩，汽車的油，空氣比例，洗澡水的溫度等等。它已不僅是一個極有用的工具，而是個極能幹，高效率的僕人。它嚴格地遵循主人的命令，反覆不厭其煩地去尋求結果，它雖不能像人一樣，常有創作性的思考，但却能亦步亦趨。它的能力主要解決兩種問題：

(1) 繁雜的問題

以前要解一個高次方程式，常要用試差法，一次又一次地試，對人而言是非常繁的，但電子計算機速率非常高，以百萬分之一秒的速率運算，它經得起一試再試，毫不疲倦，忠實地幫人們求得解答。其他像微分方程式的計算，積分問題，多元聯立方程式問題，等等都是。因此數值分析的方法也就應運而生。

(2) 重複的問題

有些問題，像電力公司收費單的製作，求解的方法已成一定的形式，每一用戶輸入的資料並不多，但每一用戶輸入資料的性質均相同。電子計算機可依一定的程式，求得結果。

電子計算機由於具備內儲程式的能力，可依程式所設的條件加以判斷而自行決定途徑，因此可以處理複雜的問題。用途非常廣泛，若要一一說明條列，實難以盡述。舉幾個常見的應用問題加以說明。

1. 在工程方面：在土木工程中，設計房屋、橋樑、道路等，計算多是繁複的，如使用電子計算機，工程師所做的，只是將預定的數據，輸入一個事先設計好的標準程式中，就能迅速得出準確的結果。事實上，今日計算機所從事的設計工作，已不僅止於土木工程方面，其他諸如電路分析，結構計算，化工程序控制，