

電子計算機概論

• 基本原理與應用 •

趙榮耀 著

松崗電腦圖書資料有限公司

電子計算機概論

基本原理與應用

趙榮耀 著

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

電子計算機概論

基本原理及應用

版權所有



翻印必究

每本定價 220 元整

書號：110101

著作兼
發行人：趙 榮 耀

地 址：台北市逸仙路 42 巷 3 號 4 F

經銷處：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

驚 聲 文 物 供 應 公 司

台北市永康街十二號之一

淡水鎮代售處：淡水鎮大田寮雙龍書城

中華民國七十三年七月 第十版

內政部登記台內著字第 6788 號

序言

電子計算機自問世以來，短短四十年間，已發展成爲影響當代人類文明生活最巨大的一種工具，其影響力之廣大，將遠超過蒸汽機及原子能之發明，而使人類社會將再度掀起工業革命。

由於電子計算機龐大的記憶、精確及快速的計算能力，已使其普遍的應用於各行各業，無論在工程上、商業上、教育上、管理上、軍事上皆因使用了電子計算機而產生了革命性的新觀念、新技術以及新方法。

隨著電子工業的迅速進步以及分時系統技術不停地改進，我們相信電子計算機在短期內，將如同電燈、電話一樣，成爲家家戶戶不可缺少的文明工具，因此，生活在這一時期的人類，對於它不能沒有一番適度的認識。

世界各先進國家之一流大學有鑑於此，早在二十幾年前，便已普遍的開授電子計算機概論及應用的課程，以使其學生足以應付即將來臨的巨大變革。環顧國內，電子計算機科學教育也已相當普遍，淡江大學規定文、理、工、商各系學生皆應修習電子計算機概論及應用之課程，實爲追隨世界潮流之先驅，十幾年來，已爲國家推動資訊工業貢獻了培育人才與提昇資訊科技學術的巨大力量。

作者自61年返國以來，曾負責推展淡江電算系系務兩年，深覺欲促進電子計算機之普遍應用以及爲提高同學學習之興趣對電子計算機之瞭解，實有編就一本綜合性之中文教材的必要，乃於百忙中，收集計算機基本組織及應用方面的資料，於62年9月編成電子計算機概論中文講義兩冊，先行在淡江各系試教一年，承蒙教授該科之老師，不時地提供建議及指正錯誤，乃於63年9月正式出書。幾年來，爲配合計算機的進步，一再予以修正，本年更全部予以重新改寫，凡艱深者一律刪除，並增加實例系統，俾讀者對應用有具體的瞭解，而能推而廣之。各章節之結構亦加以重組，以求簡潔易讀，但本書之編成取材範圍甚廣，授課教師應就所教系科之特性酌予增減。另疏漏之處，在所難免，謹盼授課之老師及各界讀者，不吝指正，實不勝感激。

趙 榮 耀 謹識

中華民國七十一年八月

電子計算機概論

目錄

第一章 電子計算機簡介	1
1-1 概述.....	1
1-2 電子計算機之種類.....	1
1-3 電子計算機之組成.....	6
1-4 基本特性.....	8
1-5 如何使用電子計算機解決問題.....	9
1-6 電子計算機之應用.....	10
1-7 習題.....	11
第二章 電子計算機之演進	13
2-1 概述.....	13
2-2 機械時期.....	13
2-3 真空管時期	17
2-4 電晶體時期	21
2-5 積體電路時期	22
2-6 微型積體電路時期.....	23
2-7 國內電子計算機之發展簡介.....	31
第三章 數字系統及資訊表示法	35
3-1 概述.....	35
3-2 數字表示法.....	35
3-3 數字系統之換算.....	39
3-4 算術運算.....	45
3-5 補數及補數運算	50
3-6 常用數碼.....	52

3-7 電子計算機內部之資訊表示.....	56
3-8 習題.....	64
第四章 硬體及構組	67
4-1 輸入 / 輸出部門	67
4-2 主記憶體.....	85
4-3 次記憶體.....	88
4-4 緩衝器與通道.....	103
4-5 中央處理部門.....	105
4-6 電子計算機之構組.....	114
4-7 電子計算機網路.....	120
4-8 習題.....	123
第五章 運算法則(Algorithms)	125
5-1 概述.....	125
5-2 運算法則之特性.....	125
5-3 運算法則實例.....	126
5-4 測試運算法則.....	128
5-5 習題.....	128
第六章 流程圖(Flowchart)	131
6-1 概述.....	131
6-2 流程圖符號.....	134
6-3 製作程式流程圖之注意事項.....	137
6-4 流程圖的功用.....	137
6-5 流程圖範例.....	138
6-6 習題.....	141
第七章 程式語言概論	145
7-1 概述.....	145
7-2 機器語言.....	146

7-3	組合語言.....	147
7-4	式譯語言.....	148
7-5	運算傾向語言.....	149
7-6	商用語言.....	150
7-7	程式語言一號.....	151
7-8	列表處理語言.....	151
7-9	模擬語言.....	151
7-10	其他高級通用語言.....	152
7-11	習題.....	154
第八章	軟體及作業原理	157
8-1	概述.....	157
8-2	韌體.....	159
8-3	作業系統是什麼.....	160
8-4	記憶體之管理.....	163
8-5	處理器之管理.....	168
8-6	I/O 裝備之管理	169
8-7	資訊管理.....	171
8-8	作業之流程.....	172
8-9	作業系統實例.....	175
8-10	其他重要作業措施.....	178
8-11	處理程式.....	183
8-12	計算機效益評估.....	186
8-13	習題.....	189
第九章	誤差分析	191
9-1	誤差之產生.....	191
9-2	誤差之評估.....	196
9-3	習題.....	197

第十章 數值方法	199
10-1 概述.....	199
10-2 解方程式.....	199
10-3 數值積分.....	209
10-4 解線性系統方程式.....	213
10-5 習題.....	221
第十一章 資料庫與應用實例	225
11-1 概述.....	225
11-2 何謂資料庫.....	225
11-3 資料庫之結構.....	228
11-4 資料庫之功能.....	231
11-5 資訊系統實例.....	234
第十二章 科技上的應用	245
12-1 概論.....	245
12-2 隨機數之應用.....	245
12-3 蒙地卡羅模擬.....	247
12-4 自動指紋辨識系統.....	249
12-5 系統之控制.....	249
12-6 計算機輔助設計 / 計算機輔助生產.....	252
12-7 工業機械手.....	257
12-8 人造智慧.....	260
第十三章 商業應用	263
13-1 概述.....	263
13-2 折舊之計算.....	263
13-3 存貨計價之成本選擇.....	268
13-4 每日銷售明細報表.....	272

13-5	即時線上信用交易	274
13-6	辦公室自動化	276
第十四章	其他應用	281
14-1	計算機輔助教學	281
14-2	醫院管理與病情診斷	284
14-3	調查統計	287
14-4	交談式計算機開會系統	289
第十五章	資訊服務工業	291
15-1	概述	291
15-2	資訊服務機構	292
15-3	資訊公用事業	295
15-4	習題	299
參考附錄 A		301
A-1	計算機類譜	301
A-2	記憶體類譜	302
A-3	大型計算機之速度與字長	303
A-4	日本之計算機狀況	305
A-5	美國計算機之應用	307
A-6	工業機械手之分佈	308
A-7	IBM小型商用計算機	309
A-8	IBM最新大型系統 3081 特性	311
A-9	積體電路製造過程	312
附錄 B	重要名詞索引	315

第一章 電子計算機簡介

1-1 概述

第二次世界大戰在近代文明發展史上，是關鍵性的轉捩點。在此期間，影響人類現代文明生活的兩大發明——原子能及電子計算機——相繼問世，其中尤以電子計算機，被公認是戰後最具意義的科學產品，雖然它沒有原子能那樣驚天動地的事蹟，然而它的誕生，不僅改變了人類的日常活動，而且更改變了人類思想的觀念以及社會組織的結構，無疑的將加速人類文明的躍進。

人類自進入文明生活以來，由於商業交易的發展，便一直不停地在找尋一種能夠幫助解決數值運算的工具，因此乃有我們中國的算盤和早期西方的收銀機（Cash register）等輔助運算工具的產生，可是上述的這些運算工具，只能用來解決非常簡單的數值問題，雖然它們比一般人的運算速度要快數倍甚或數十倍，可是它們沒有記憶的能力，也不能處理求解簡易方程式的問題，因此用途有限。然而，今日的電子計算機卻能以高速來處理任何繁雜的數學問題，同時還具有驚人的記憶能力，而使其成爲一種計算及處理資料的革命性工具，有人說，它的誕生，導引了第二次工業革命，似不爲過。

1-2 電子計算機之種類

一般用來處理資料的電子計算裝備，若依其所處理之資料形式而言，可以分成三種：類比式、數位式、混合式，茲簡介如下：

(一)類比計算機(Analog Computer)

類比計算機是用來處理連續時變（Continuously time-varying）物理量諸如電壓、壓力與溫度等之機器。其主要用途是能快速地解出常微分方程式，並經由附屬儀器如繪圖器或顯示機將結果以連續時變方式繪出，常可見於化學工廠、煉油廠或應用於航空工業及電機工業上。

(二)數位計算機(Digital Computer)

與類比計算機相反，數位計算機係用於將非連續時變的數據資料予以處理與計算。其特徵為可在一個事先設計好的預存程式 (Program) 控制之下，以驚人的速度作數學與邏輯運算，圖 1.1 便是一部代表性的數位計算機的樣子。



圖 1.1 代表性之數位計算機 (Norsk Data ND 500 , France)

數位計算機最重要的優點，是其在執行計算作業時，具有高度的精確性與彈性，而且可以完成任何複雜的計算問題，因此，無論在科學上或商業上，數位計算機皆較類比計算機廣被使用，本書在以後章節所講的電子計算機，實際上便是數位計算機。

(三)混合計算機(Hybrid Computer)

混合計算機，顧名思義，是一種類比與數位計算機的混合形式。主係將類比計算機的量度能力與數位計算機的邏輯處理能力，合併而成一單元。

但若依電子計算機之用途來分，則可分為通用與專用兩種：

(一)通用計算機(General Purpose Computer)

本型電子計算機是為適用於一般習知工作而設計，凡科學上、工程上、商業上一般資料之處理及計算皆可通用，如此可增廣電子計算機之銷路，進而降低電子計算機之成本，如圖 1.1 所示者，即為一種通用計算機。

(二)專用計算機(Special Purpose Computer)

專用計算機係針對某項工作而特別設計，以提高電子計算機處理該項工作之效率，如用在原子反應爐、飛機設計、化工程序、都市計劃等之特殊電子計算機，如圖 1.2 所示，即為一種為設計工程師而開發之 Computervision 圖形處理計算機。

除此之外，一般之數位式電子計算機亦常以其價格、速度、主記憶容量、體積之大小以及軟體支援的多寡等因素綜合考慮而分為超級、大型、中型、小型、微型及個人式電子計算機，但因為並無一分類的標準，因此各型間的界限並不明確，為使讀者有一概略性之認識，謹將習用之機器例舉如下以供參考。

(一)超級計算機(Super-Computer)

本型電子計算機以使用在科技上之複雜系統為主，如 Cray - I、Illiac IV、CDC 公司之 Star 100 及 Cyber 205 等計算機系統皆是。

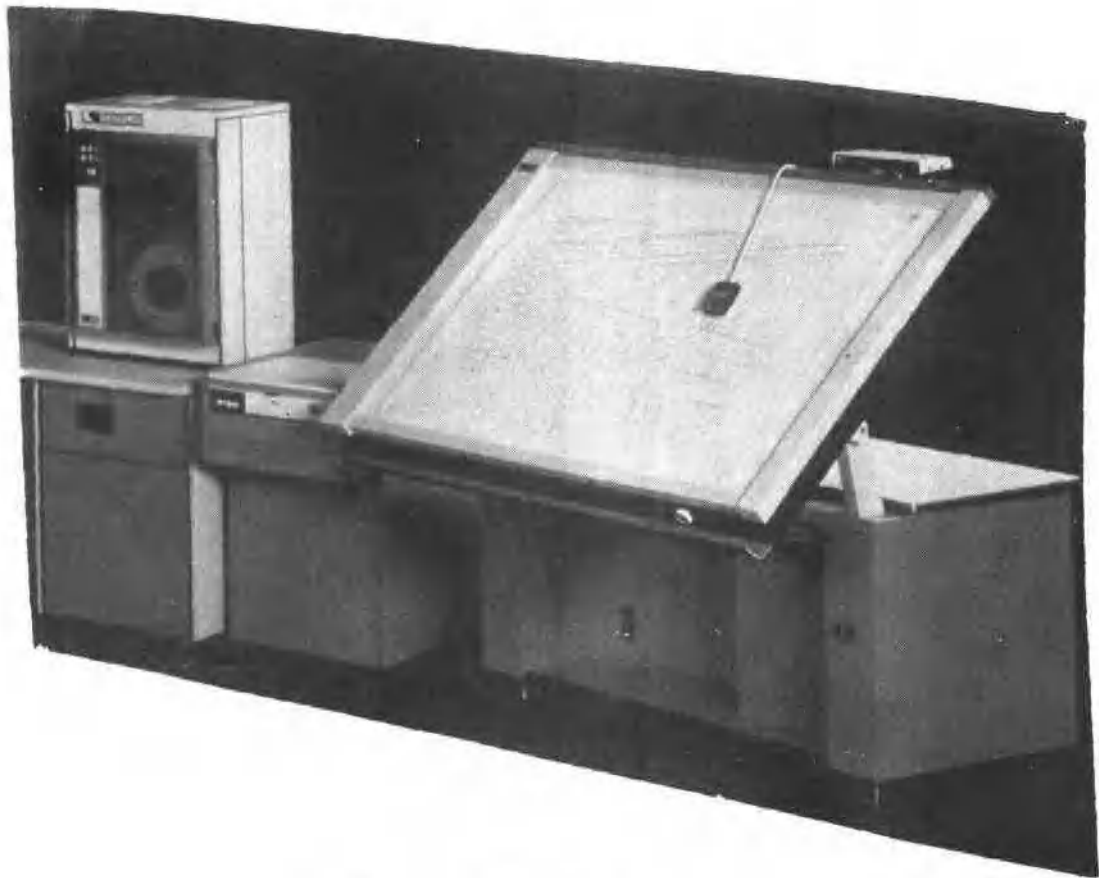


圖 1.2 CV 圖形處理計算機

(二)大型計算機(Large-scale Computer)

本型電子計算機之代表，例如 IBM公司之 370 / 148、370 / 158、370 / 168、3033、3081，UNIVAC公司之 1100/80，CDC公司之 Cyber 72, 73, 74, 172 等。

(三)中型計算機(Medium-scale Computer)

中型計算機之代表，諸如 IBM公司之 370/115、370/125、4331、4341，CDC公司之 Cyber 171，DEC公司之 DEC 10，FACOM公司之 230 / 38，UNIVAC公司之 70/45 等皆是。

(四)小型計算機(Mini-Computer)

小型計算機又稱之爲迷你計算機，其代表者如 Prime 550、Modcomp 7810、Perkin Elmer 3220、PDP 11/44、HP 3000、Wang 2200/VS、CDC公司之 3150、Interdata 8/32 等皆是，如圖1.3所示，便是一部 HP 3000/33小型計算機。



圖 1.3 HP 3000 系統

(五)微型計算機(Micro-Computer)

微型計算機簡稱之為微算機，例如 INTEL 公司之 MDS - 800、Zilog 公司之 Z 80、Digital 公司之 MiniMINC、T1 公司之 TM990、HP 公司之 21-MX、IBM 公司之 S / 34、Plessey 之 Syst - 2V（法國）、Wang 公司之 2200 MVP 等皆是，如圖 1.4 所示便是一代表性者。



圖 1.4 IBM 公司之微型計算機與小型磁碟

(六)個人計算機(Personal Computer)

電子計算機為了能打入每一家庭，最近又有價格非常便宜，從數百美元至二千美元左右一套之系統廣為流傳，它包含有鍵盤顯示機、少量記憶及可做簡單之 Basic 程式語言，如 Radio Shack 公司之 TRS-80、Apple 公司之 Apple II、Poly Morphic System 公司之 Poly 88、Commodore 公司之 PET 2001 等，代表性者，如圖 1.5 所示。



圖 1.5 (a) Apple II



(b) TRS-80



(c) PET 2001

1-3 電子計算機之組成

一部能發揮功能的現代電子計算機，必定包含硬體與軟體兩大部份，茲說明如下：

(一) 硬體(Hardware)

組成一部電子計算機之任何可見的實體裝備，稱之為硬體，其基本組織可分為五大部門：

- (1) 輸入部門 (Input unit)：為將由外部輸入的指令 (Instruction) 及 資料 (Data) 轉換形式並送入電子計算機處理之單位，常見的如打字鍵盤、讀卡機、讀紙帶機等皆是。
- (2) 儲存 (記憶) 部門 (Storage or Memory units)：為儲存指令、資料之單位，如磁帶、磁碟、磁蕊等。
- (3) 算術及邏輯部門 (Arithmetic/Logic unit)：為執行各種算術計算及邏輯決策之單位，又稱之為處理部門或處理器 (Processor)。
- (4) 控制部門 (Control unit)：為電子計算機之中樞，凡程式指令執行之排序

以及上述三個部門與輸出部門任何作業之督導，皆由本部門控制，它可說是一個發號施令的單位。

- (5) 輸出部門 (Output unit)：為輸出各型資訊的單位，如終端顯示機、繪圖機、印表機等。

其中控制及算術／邏輯部門，合稱中央處理部門 (Central Processing Unit, CPU)，它與儲存部門中之主儲存體常合為一體，為電子計算機之主機部份 (Main frame)。各部門間作業之功能方塊圖示於圖 1.6，即外部資料經由輸入裝備轉換成電子計算機內部可接受的形式，送入主儲存體，若馬上要處理，則依序將指令及資料送入處理器予以運算，否則可暫存於次儲存體，運算的結果稱之為資訊 (Information)，可由主儲存體逕送輸出部門，以事先設定的形式輸出，亦或可暫存於次儲存體，俟需輸出時再經由主儲存體轉送輸出部門。上述作業之正確完成，完全受控制部門之訊號予以控制。一個實體的代表性電子計算機系統，示於圖 1.7，其中之磁帶機與磁碟機屬於次儲存體。

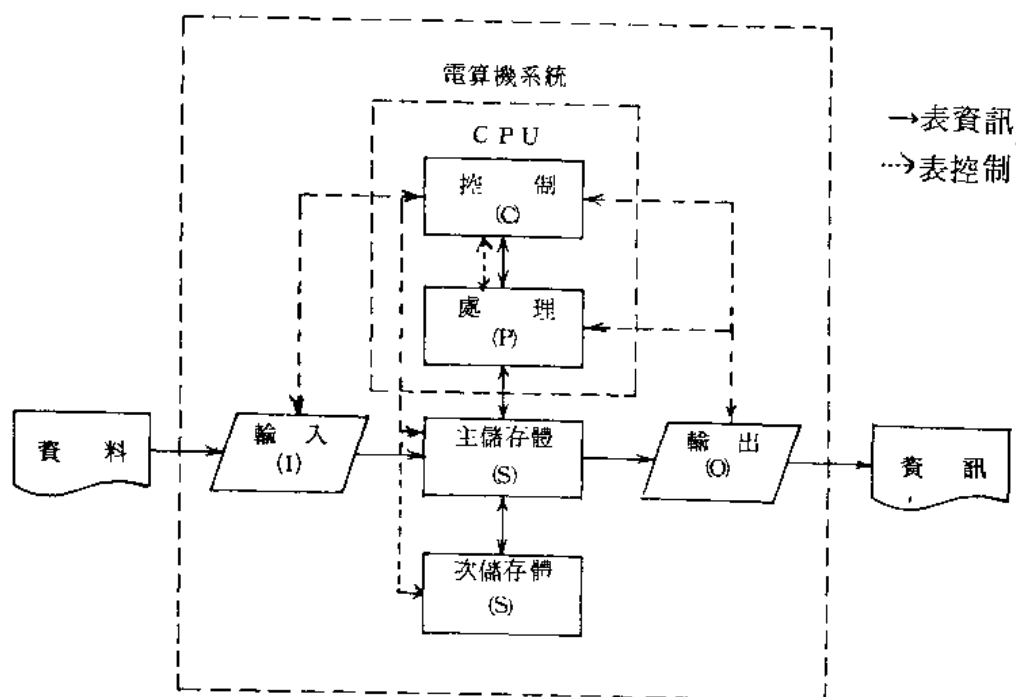


圖 1.6 功能方塊圖

(二)軟體(Software)

要使電子計算機能為我們處理一個問題，必須將處理該問題的步驟，以某種特定的形式或語言寫成一連串的指令，儲存於電子計算機內，俾其依規定順序執行每一指

令以完成工作，這些一連串的指令，通稱之為程式（Program）。程式可依其性質分為使用者所用之應用程式及維持電子計算機正常作業之系統程式兩大類，由於其並非機械或電路之實體元件，故稱之為軟體，以有別於硬體元件。



圖 1.7 代表性之現代電子計算機

1-4 基本特性

電子計算機有別於其他機具之明顯基本特性有五：(一) 二元資訊形式，(二) 預存程式作業，(三) 速度快，(四) 具有記憶，(五) 精確性高。茲分述如下：

(一)二元資訊形式 (Binary Format)

電子計算機之所以能夠儲存資訊（資料）、處理資訊（資料），完全是靠電磁元件之組合作業，而傳統之電磁元件甚易產生兩種明顯不同之狀態，例如繼電器（Relay）之開路或閉路、電路輸出電壓之高或低、電流方向之順或逆、磁場方向之順時或逆時等皆是，因此，以上述之兩種狀態來分別代表兩個不同之符號如0與1，非常容易，使得電子計算機自問世以來，其內部資訊流動、儲存與處理的方式，很自然地即以二元方式或二進位方式進行，與我們舊用之資訊表示方式不同，所以，電子計算機之輸出入設備不得不設有特別裝置，俾執行資訊形式之轉換工作。

(二)預存程式(Stored Program)作業

「程式預存的觀念」，係由美國普林斯頓大學高等研究院的馮羅曼博士（Dr. Von Neumann）於1946年所提出，他的這一觀念影響了以後數十年的電子計算機結構設計，而使得在預存程式之方式下，電子計算機得以完全自動化地執行處理作業，而提高了使用之效率。