

電腦系統

原理與應用



黃漢威編著

電腦系統 原理與應用

黃漢威編著

電腦系統原理與應用

作者：黃漢威

總策劃：林洋

總編輯：王麗

主編者：黃蘭

發行人：林大

出版：宏基出版社

總經理：宏基書店有限公司

地址：香港譚臣道一〇五號

印刷者：金源印刷廠

地址：香港錄杭街十九號

定價：港幣拾捌元

有著作權・翻印必究

H.K.\$18.00

序 言

“基本電腦概念”是每一個想從事資訊工作的人所必備的知識。“何謂必備？”這個問題，見人見智，因此，每一位作者的取材範圍便有相當大的出入。這本書是為本中心各區訓練所“基礎電腦概論”班而寫的，內容的取材希望能作為讀者修習電腦語言程式設計課程的先修教材，因此，作者對本書的編寫希望：

1. 本書的閱讀只需要高中的知識基礎。
2. 可供三十至三十六小時教學之用。
3. 涵蓋修習程式語言所必備的知識。
4. 念完本書對資訊技術的範圍能有概括的瞭解。

因此，本書的寫作，刪除需要程式設計經驗才能體會的題材，在文字敘述方面力求其簡潔淺顯，插圖之設計在配合內容敘述之需要，希望本書的讀者能以一個月的時間，輕鬆唸完本書，對電腦系統的基礎原理獲得清楚的觀念，並能輕鬆愉快的學習程式設計的課程。

資訊教育推廣中心 訓練所

黃 漢 威

目 錄

第一章 電腦系統概述

1-1 電腦的發展史	1
1-2 電腦的基本結構	3
1-3 電腦的特性	4
1-4 電腦的類型	5
1-5 電腦的應用	6
1-6 結論	8

第二章 基本觀念與慣用語

2-1 資料的單位	9
2-2 數字系統	10
2-3 數字系統間的轉換	11
2-4 資料表示法	15
2-5 常用符號	20

第三章 電腦的運算

3-1 二進位數加法	23
3-2 二進位數減法	24
3-3 布氏代數與邏輯運算	26

第四章 主記憶體

4-1 前言	31
--------------	----

4-2	主記憶體的结构	31
4-3	磁蕊記憶體	33
4-4	半導體記憶體	39
4-5	主記憶體性能的改善方法	43

第五章 輸入媒體與設備

5-1	基本概念	45
5-2	輸入法	46
5-3	輸入設備	47
5-4	直接輸入設備	52
5-5	原始資料的自動產生	52
5-6	資料輸入的新領域	56
5-7	結論	57

第六章 輸出設備與媒體

6-1	字元列表機	59
6-2	行式與頁式列表機	61
6-3	顯示輸出設備	65
6-4	特殊輸出設備	69
6-5	結論	69

第七章 輔助儲存設備

7-1	輔助儲存設備的共同特性	71
7-2	磁性儲存設備	74
7-3	其他輔助儲存媒體及設備	83
7-4	大量儲存系統	83
7-5	結 論	84

第八章 指令集

8-1 指令與程式	87
8-2 位址	88
8-3 指令格式	88
8-4 運算元	89
8-5 資料定址方式	90
8-6 指令的類別	92
8-7 程式範例	92

第九章 中央處理機與程式設計

9-1 中央處理機的結構	95
9-2 指令的執行	100
9-3 程式組織與邏輯	104
9-4 程式設計	106

第十章 程式語言

10-1 語言的種類	119
10-2 程序導向編譯語言的敘述種類	122
10-3 常見的程序語言	123
10-4 非程序語言	125
10-5 如何選擇程式語言	125

第十一章 檔案結構

11-1 基本資料結構	129
11-2 檔案的種類	130
11-3 檔案結構	132
11-4 結論	141

第十二章 作業系統

12-1 為何需要作業系統	143
12-2 電腦的啟動	145
12-3 程式執行過程與作業系統之關係	146
12-4 記憶體管理	148
12-5 處理機管理	153
12-6 設備管理	154
12-7 資訊管理	156
12-8 作業系統的主要組成元件	157
12-9 作業系統的種類	159

第十三章 中文電腦

13-1 何謂中文電腦	167
13-2 中文的代表方法	167
13-3 中文字的輸入	169
13-4 中文的輸出	177
13-5 中文軟體	179
13-6 中文程式語	180
13-7 如何選擇中文電腦系統	180
13-8 國內中文電腦系統介紹	183

第十四章 微型、迷你及大型電腦

14-1 前言	191
14-2 微處理機、微電腦以及微電腦系統	192
14-3 迷你電腦及迷你電腦市場	198
14-4 大型主機電腦 (MAINFRAME)	202

第一章 電腦系統概述

1-1 電腦的發展史

電腦的發軔

電腦的發軔應該追溯到十七世紀法國數學家巴斯卡，他因為看見父親每天做着稅務局繁瑣的加減工作，而發明了一種機器，可以處理十進位的加法，這是最早的加法機，這種機器要論到有什麼優點，實在是沒什麼值得一提的。但是，這種機器，給人類一個啓示：

“利用機器可以幫助人類做計算的工作”

巴斯卡之後三十年，德國科學家萊布尼茲設計了乘法機，1820年法國人湯瑪斯將其改良為加減乘除四種運算機。到了十九世紀中期，英國數學家巴貝奇設計了一種差分機，但是由於精密零件無法製成功敗垂成。但是，他的研究已勾劃出今日電腦的基本部門：記憶部門、控制部門、運算部門、輸出輸入部門。到這個時候為止，都是以機械的方式協助運算，我們稱之為機械時期，是電腦發展的前期。

其後由1894年到1944年代，漸漸採用了電磁的動力，配合卡片的使用而有了所謂的計算器，第一部計算器稱為“馬克一號”，由IBM公司所製造。這部機器裝設於哈佛大學，長十七公尺，寬二公尺半，重五十公噸。它每秒做一次加法運算，4秒做一次乘法，16秒做一次除法。

第一代的電腦

到了第二次世界大戰，由於軍事上的需要，電腦技術有了快速的進步。

1945年賓州大學的毛琪雷博士和他的學生愛克特製成第一部真空管式的電腦，定名為ENIAC，這部電腦重三十公噸，每秒鐘可做五千次加法。ENIAC是電

2 電腦系統原理與應用

腦史上的革命，人們稱之為第一代電腦。

1952年賓州大學推出第二部電腦，定名為EDVAC，它的體積只有ENIAC的十分之一，但是它的速度有了驚人的進步，做一次加法只需要百萬分之一秒。

同時（1945年～1952年）普林斯頓大學的馮·紐曼博士也改良“ENIAC”而設計出“IAS”電腦，馮·紐曼首創儲存程式與流程圖（Flow chart）的觀念，從那時起，所有的數位電腦都依照這個觀念來設計。

馮·紐曼主張把告訴電腦如何做事的指令，如同儲存在記憶體中待處理的資料一樣，以數目的形式儲存在電腦的記憶內。所以，每次執行新程式時，該程式即被讀入電腦的記憶體內，而不像ENIAC必須改變數以千計的開關與接線。

緊接在“IAS”電腦的設計之後，麻省理工學院也在1951年製成一部定名為“旋風”的電腦，也是一部可以儲存程式的電腦。後來，更研究出用“磁蕊”來做記憶，並使用磁帶和磁鼓來輸出入資料，和今天的電腦已沒什麼兩樣。

在完成ENIAC之後，毛琪雷博士與愛克特合組了公司準備製售電腦，在1951年，他們完成了新設計的電腦，命名為“UNIVAC 1”，它能在兩百萬分之一秒完成加法運算，在十萬分之一秒完成乘法運算，有四十五個指令，是第一部商業用的電腦，這部電腦裝設在美國人口調查局。

第二代的電腦

電晶體出現於1950年代初期，麻省理工學院林肯實驗室在1954年利用電晶體製成TX-0電腦，其內使用了800個電晶體，這一部電腦堪稱是世界第一部高速的電腦。由於電晶體的出現，到了1959年，所有的電腦廠家不再使用真空管製造電腦。

第三代電腦

1964年4月7日在電腦發展史上是一個重要的日子，IBM在這一天發表了S/360電腦系統，與S/360同一天發表的總共有6個機型，這六種機型與40種不同的輸入/輸出以及輔助記憶體都能相配，主記憶容量由16000至一百萬個記憶位置不等。

S/360以積體電路取代了電晶體電路，積體電路比電晶體有多項優點：

- 體積小，使用時間長久，成本更加低廉。
- 可靠性更高，耗電量更少。
- 速度更快，以毫微秒（ 10^{-9} 秒）為單位。

- 單位體積內能容納的電子元件更多。

由於不斷改良，一片積體電路晶片原先只能裝數十個電子元件，通稱之為小型積體電路（SSI），後來一片積體電路晶片能容納數百個電子元件，此種積體電路，稱為中型積體電路（MSI），到了 1970 年代，一片積體電路晶片已能裝一千多個電子元件，稱之為大型積體電路（LSI），到了 1980 年代初期，甚至能在一片小小的晶片上容納上百萬個元件，稱之為超大型積體電路（VLSI）。

有人將 SSI 稱為第三代，而 MSI 及 LSI 為第三代半，VLSI 則為第四代，但在說法上並不一致。

1-2 電腦的基本結構

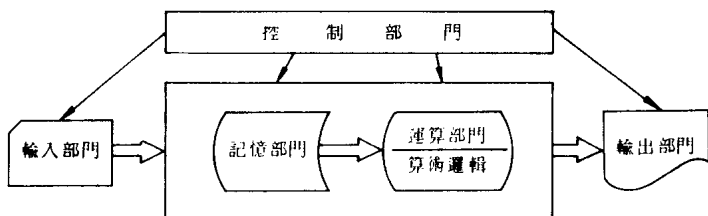
一部完整的電腦系統，可以分為兩大部份，一為硬體（hardware），二為軟體（software）。

硬體(hardware)

硬體代表組成電腦系統的各種機器設備，凡和此種機器之設計，改良修護有關的都是硬體之範疇。硬體設備大致上可以分成五大部門：

- 輸入部門
- 輸出部門
- 記憶部門
- 運算部門
- 控制部門

五大部門之
關係如右圖所示



軟體 (software)

軟體是指揮電腦工作的程式。程式在功能上區分為兩種：一種稱為「系統程式」，另一種稱為「應用程式」。系統程式是控制電腦的操作所必須的基本軟體，而應用程式則為針對某些特殊應用而寫的程式。

電腦是人類忠心的僕役，使用者只要給與合理的命令，電腦就會在短時間內完成，這些命令我們稱之為“指令”。一條指令可以使電腦完成一個動作，例如加、減；在硬體的設計上，電腦可以瞭解這些指令而工作。每一種電腦都有其所能瞭解的固定指令形式，這些指令，稱之為指令集合。大型電腦的指令比小型電腦來得多，因此結構上也複雜得多，當然，成本也相對提高。

為了要指揮電腦去完成某一次工作，我們寫了許多指令，這些指令依一定順序排列，電腦就依照這種順序接受指令完成工作。這種為完成某項工作而依其邏輯順序寫成的一連串指令，即為程式。

硬體與軟體，都是電腦系統不可缺少的部份。沒有硬體，軟體就沒有執行的場所，也就沒有存在可言。沒有軟體，則硬體無以工作，也就成了死機器，所以，硬體與軟體二者必須相互依存，共同作業，才能發揮其功能。

1-3 電腦的特性

電腦之所以能給人類文明帶來莫大的幫助，乃是因為其具備了三項優於人類的特性：

速度快：

電腦的速度依其型別而不同，大型電腦的速度較快，在一秒鐘內可完成一億次的加法運算，而許多工作需要極大量的計算工作，像登陸月球，氣象預測，等等，若無電腦之助是不可能完成的。

記憶容量大：

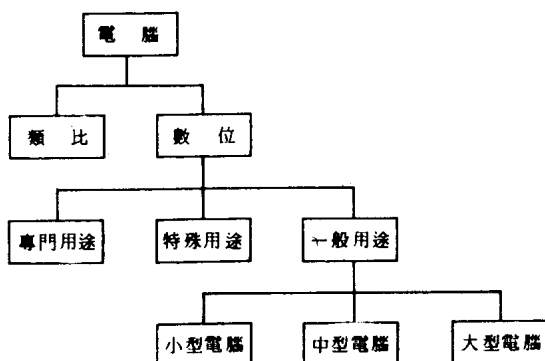
電腦系統中，有類似人類的記憶體，電腦系統的記憶體有主記憶和輔助記憶體，電腦的輔助記憶體主要有兩種，一為磁碟，另一則為磁帶，一部磁碟或一捲磁帶可以儲存一千萬個英文字以上，一部西遊記可以完全存進去，如果需多存資料，只要同時用許多磁碟或磁帶機即可。

精確性高：

電腦不像人有體力限制，可以廿四小時工作不停，不勞累，不開情緒，不會出錯。

1-4 電腦的類型

電腦依其處理信號，可以分為類比電腦（Analog computer）與數位電腦（digital computer）。而數位電腦依其用途又分為專門用途（dedicated）、特殊用途（special purpose）及一般用途（general purpose）電腦。而一般用途電腦依其規模之大小，又分為大型電腦、中型電腦與小型電腦。它們之間的關係如下圖所示：



類比與數位電腦之主要區別如下：

	數位電腦	類比電腦
資料表示法	數字 0 與 1	電 壓
計算方式	計算數字	合併與量度電壓
控制方式	由儲存在電腦內部的程式所控制	線路板的線路連結
精確度	較高	有 限
儲存資料之數量	多	少

1-5 電腦的應用

人類的進化史就是不斷利用工具以改進生活的過程。自從電腦發明以來，隨着技術的發展，它的應用已普及到人類生活的每一領域，但是它的用途是無限的，據估計至少還有一萬二千種以上的電腦應用有待人類去開發，以下摘其重要者介紹之：

工商企業上的應用

電腦工商企業的應用大致上是配合企業功能（如行銷、生產、財務等）之運作，由基本的電子資料處理以節省人力乃至建立管理資訊系統協助管理決策：

- 薪資計算
- 庫存管理，隨時保持物料與器材存量之最低，使成本降至最低而又不致發生缺料現象。
- 銷售分析，用於找出正確的銷售方針，定出合理利潤，鞏固公司的聲譽。
- 生產排程，解決安排生產時間表的繁雜工作。
- 用於生產：例如報上常提到的數值控制機（N/C），接受了操作人員給與的資料之後，能夠自動將鋼板切割成形，不但比人做得快而且準確性高。

辦公室自動化

在辦公室中，有大量的文書工作，包括文件之產生、檢索、傳送與儲存，辦公室中的管理人員亦常須做資訊之檢索，這些都是電腦可以發揮廣大功效的地方，近年來，文件處理機之流行，即肇因於此一趨勢。

健康醫療之改進

在現代醫療中，電腦已成為重要的工具。它可以處理大量的資料，使醫生與護士不必去處理文書工作，讓他們有更多的時間去照顧病人。

在輔助醫療方面；當人的膝蓋有問題時，電腦可用於分析複雜的膝蓋部位運動，以便專科醫師能設計出更佳的人工膝蓋。

此外，電腦還可以透過模式的操作，協助醫療診斷。

生態環境之改善

例如海洋研究，在美國加州的長堤港，海洋科學家利用電腦建立了一個完整的海港資料庫，以記錄、分析及提供各項潮流之變化與魚類之動態。

當初在此一港口，被考慮作為來自阿拉斯加的油輪的重要停泊港口時，經由電腦的分析發現如照傳統的方法在此一港口內設計油輪停泊碼頭時，則可能有危害海洋生物的危險。因此，港口設計人員改變方式，而免除了海洋生物可能遭受的危害。

人類需要潔淨的水，有些機構利用電腦來檢查飲水的品質。每一分鐘，電腦都可以將飲水的品質正確的報告出來，以確保其品質。

電腦還可以替人類保持空氣之潔淨，美國聖路易市環境保護機構利用電腦，將電腦公司的科學家所提供的數學式子加以演算，求出最佳的答案，以控制空氣之污染，還可讓科學家在煙囪樹立之前，發現最佳的設計與安裝場所。

由於電腦技術的進步，人類已能進行大量變數之大型模擬推算來做比較長期的氣象預測。

即使是化學家，物理學家甚至植物學家都可從電腦得到很大的助益。最近美國印第安納州的研究人員利用電腦分析了三萬五千種野花標本，結果發現其中多數具有醫療上的價值，其中當然也有許多對人類健康有害。由於這個分析，人類可以善為利用具有醫療價值者，並可對人類有害的花種採取有效之防護措施。

政府對公眾服務水準之提高

各國政府都在廣泛的利用電腦，財政部的財稅中心及各縣市稅捐處利用電腦計算各種稅款，稽查漏稅、逃稅，等等。刑事警察局利用電腦來做通緝犯的查詢，犯罪行為分析。而現在各縣市的監理處也正在使用電腦從事考照，換照以及車輛駕駛人的管理工作，有了電腦，申請駕照的工作就快得多了。

能源之開發與節約

電腦在找尋能源，節約能源方面，也扮演着一個非常重要的角色。石油探勘與開發油井，是一種非常具有挑戰性的工作。一旦決定開採之後，油井到底該一直鑽下去呢？還是要在中間改變方向？有時候真會教工程師們傷透腦筋！

有了電腦，科學家們可以收集各種地質資料，建立“資料收集庫”，在遇到難題的時候，就可以根據各種資料，做正確的判斷了。這樣不但可以節省誤打誤撞所浪費的時候，還可以節省大量的人力與金錢。

在鑽探開始之前，我們還可以利用電腦建立地層的模型。有了這種新技術，探測石油的工程師們，就可以更有把握，更有效率的從事他們的工作。

1-6 結論

電腦是一種能夠處理資料的機器，電腦能做加、減、乘、除、比較，甚至把資料由一地傳到另一地。

電腦的一切動作都由程式來控制，程式由指令所構成，必須儲存在主記憶之中才能執行。

電腦不會思考，只能依照人的命令做事，但是由於其具備快速、精確及容量大的特性，到今天，電腦已深入到人類生活的各種層面，帶給人類無限的助力。

習題

1. 列出電腦的五大部門，並解釋之。
2. 何謂儲存程式的概念？由何人所創？
3. 何謂軟體？程式？
4. 試述電腦的種類？
5. 電腦有何用途？

第二章 基本觀念與慣用語

2-1 資料的單位

數位電腦不能直接處理十進位數字、字母、符號（如？、\$、%……等），雖然電腦由幾萬個元件構成，但是每個元件都只有兩種狀態：開或關。由於每個元件只有兩種狀態，所以只能表示兩個值：0 和 1。由於數位電腦只能辨認 0 與 1，因此，所有的電腦資料，不論其為資料或是指令，都必須轉換成一組 0 與 1 的組合，這樣電腦才能處理。為了代表複雜程度不一的資料，而有下列的分類：

位元(bit)

位元是二進位數字 (binary digit) 的縮寫，代表一個 1 或者 0，是電腦中最小的資料單位。

字元(byte)

由於位元的單位過小，使用不便，為了代表文字，通常把幾個位元合成一個單位來代表一個字母或數字，這就是字元。常見的字元長度是由 8 個位元組合而成，也有少數電腦的一個字元不是用 8 個位元組合而成，像 CDC 公司的電腦，一個字元只有 6 個位元。

語(word)

對於數位電腦而言，其資料的處理單位是語，一個語通常是由幾個字元組合而成，常見的是兩個字元、四個字元，甚至十個字元，視廠家而定。