

高級中學科學課程試用教材

電子計算機簡介

教育部於七十一年六月五日召開會議，研討高級中學開設電腦選修科目有關事項。會中決議選定十所高中進行實驗，並成立高級中學實驗電腦教學指導小組，由施金池次長擔任召集人。本中心接受委託於七月十二日成立編輯小組進行教材之編訂。為求集思廣益，所編教材將陸續刊登於本刊，提請教育先進及同仁就其內容及編寫方式惠予指教。

第一章 電子計算機發展簡史

1-1 前言

電子計算機，英文稱為 Electronic Computer，顧名思義是由電子電路組成的計算機。一談到計算機，首先聯想到「計算」兩個字。

自古以來，「計算」一事，一直就是令人費神，但又不能避免的事。從人類開始用算術起，便極力想發明一些工具以幫助解決麻煩的計算工作。值得驕傲的，中國人在三千年前（殷商時代）發明的算盤是人類最早使用的精巧計算工具，在計算機史上，佔有很重要的地位。

計算機的演進和人類科技的進展是一致的。十七世紀，科學萌芽，計算機有進一步的突破。西元 1642 年，法國數學家巴斯卡（Blaise Pascal）發明了加法器，此加法器最重要的突破乃是進位之機械化。該機械有一連串的十進位齒輪，當任何一齒輪由 9 轉到 0 時，就有一個凸輪帶動其左邊之齒輪，使其前進一位，因而可以直接演算加法與減法，至於乘法與除法，則必需使用連續的加法或減法來完成。

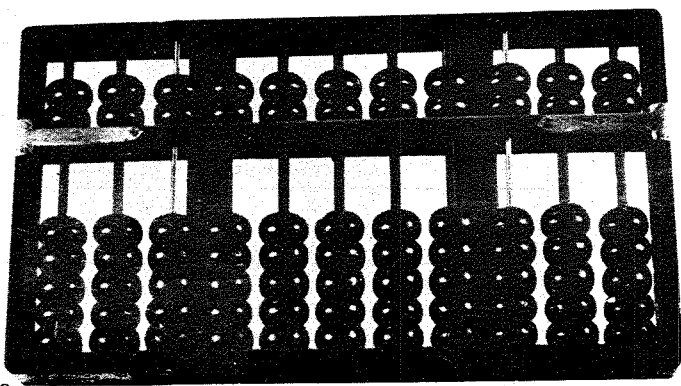


圖 1-1 算盤

十九世紀，英國數學家巴貝基（Charles Babbage）設計一部機器名叫分析機（Analytical Engine），想從事複雜的計算，雖然結果並不理想，但其主張計算機應由下列五個主要單元所構成，對以後計算機的發明有很大的貢獻。

1. 輸入單元
2. 記憶單元
3. 數學運算單元
4. 控制單元
5. 輸出單元

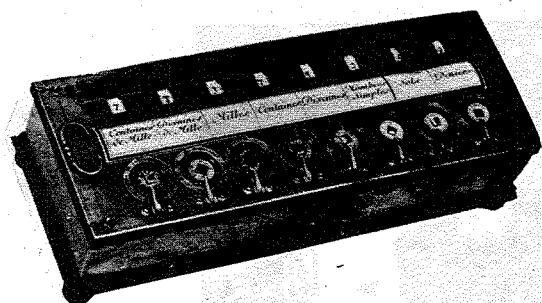


圖 1-2 巴斯卡加法器

以上所提的計算機，實際上只是用來幫助我們做計算的工作，而且都只是使用機器的機械功能而已，如果稱其為計算器（Calculator）則更為恰當。

其實人類的生活，並不限於計算的工作。人類社會，從文化開端的結繩記事開始，就把日常遇到的資料，加以記錄、整理、分析、報告及存查。由於近代電子科技的進步使計算機具有這些功能，所以我們稱其為電子計算機，以便與計算器有所區別。

電子計算機的發展可概分為四個階段：

第一代計算機—真空管時期。

第二代計算機—電晶體時期。

第三代計算機—積體電路時期。

第四代計算機—現代電子計算機。

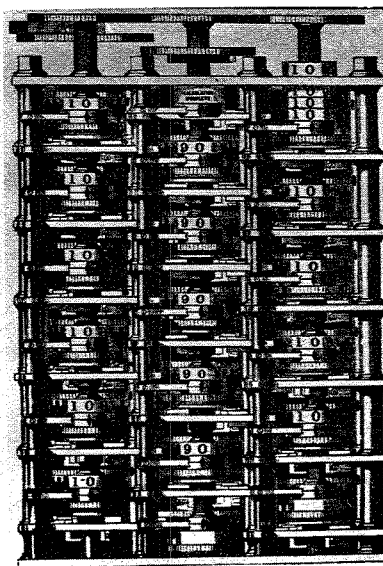


圖 1-3 巴貝基分析儀

1-2 第一代計算機——真空管時期

第一部電子計算機是在美國賓州大學由伊克特（Eckert）和莫克雷（Mauckley）在1946年，替美國陸軍製造完成的。這部電子計算機，常用英文ENIAC的縮寫來表示，其英文之全名為Electronic Numerical Integrator And Calculator。這部機器的主要部份，是由一萬八千多支的真空管組合而成，用來解決繁複的數學計算，其在一秒之內可做五千次加法。從1946年到1955年，美軍曾利用此機器進行彈導方面的研究。

第一代電子計算機由於利用真空管製造，體積龐大、速率慢、耗電量大，而且溫度高，經常故障不容易維護。

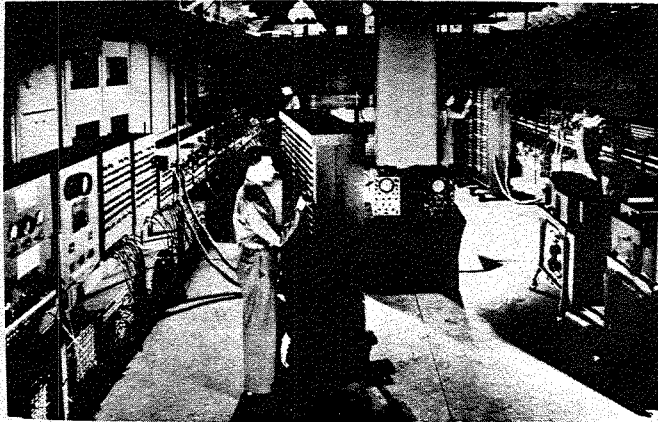


圖 1-4

1-3 第二代計算機——電晶體時期

1948 年電晶體發明後，其在電子計算機的應用立即受到重視。1955 年後，高速電晶體的製造技術日新又新，至 1960 年，電子計算機內之真空管電路幾乎全部為電晶體電路所取代，而造成第二代電子計算機的來臨。

一個電晶體相當於一個真空管，體積與耗電量都比真空管小，速率快，能在一秒內做上千萬個加法。更重要的，人類已可透過比較方便的程式語言來使用第二代計算機。

1-4 第三代計算機——積體電路時期

第三代計算機採用積體電路（Integrated Circuits 簡稱 IC）。一個積體電路只有姆指頭的大小，就包括了幾十個幾百個半導體元件。顯然電子計算機的體積又縮小了，耗電量更少，而且速率比第二代又快了幾十倍到幾百倍。在第三代，計算機已能夠同時執行數個程式，功能上，增加了許多特點。

1-5 第四代計算機——現代電子計算機

第三代電子計算機與現代電子計算機在時間上不容易劃分，一般都將 1970 年以後問世的電子計算機歸類為第四代。1970 年以後，中型積體電路（Medium Scale IC 簡稱 MSI）、大型積體電路（Large Scale IC 簡稱

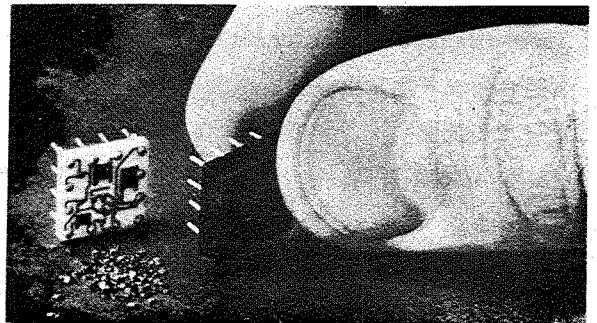


圖 1-5 積體電路（IC）

LSI)、及超大型積體電路(Very Large Scale IC簡稱為VLSI)不斷推出,一個集積電路就可包含數千個半導體元件,計算機的功能大為提高,應用範圍更為廣泛。

第一章 問題

1. 算盤、計算器、電子計算機等之主要差別何在?
2. 你認為巴貝基對於電子計算機之主要貢獻何在?
3. 請指出各代電子計算機間之進步,主要表現在那些方面?
4. 根據你的觀察,一個人做一個加法要多少時間?如果有兩千萬個加法問題,由一部現代電子計算機來做,與由兩千萬人分工合作來做,何者較快?為什麼?

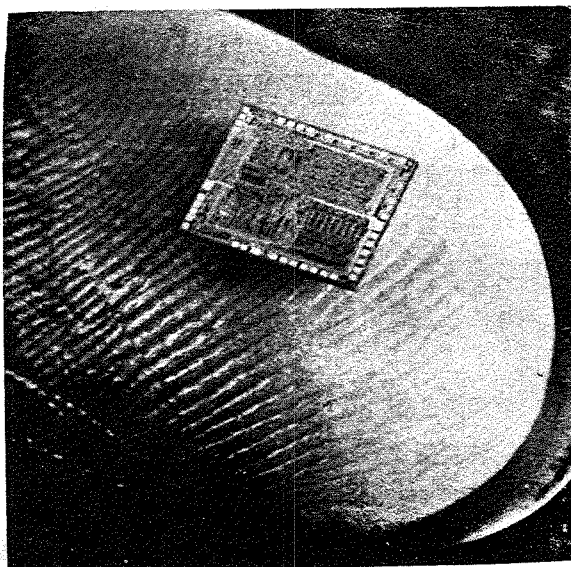


圖 1-6 大型積體電路 (LSI)

第二章 電子計算機之硬體組織

關於電子計算機有兩個重要的名詞：硬體 (Hardware) 和軟體 (Software)。硬體是機器本身，主要是由電子電路所組成。軟體是指揮計算機工作的程式。程式就是一組明確而詳細的工作指令，用以指揮計算機解決某些特定的問題。因此我們可以說：「電子計算機的硬體加上軟體，才能成為有用的工具」。電子計算機本身只是一架機器，如果沒有程式來配合，就不能做出有意義的工作。

本章將先討論電子計算機的硬體部份，軟體則留待以後幾章說明；

2-1 電子計算機之種類

1. 依據資料處理型態的不同，電子計算機可分為三類：

- (1) 數位計算機 (Digital Computer)
- (2) 類比計算機 (Analog Computer)
- (3) 混合式計算機 (Hybrid Computer)

數位計算機所處理的資料，用數位表示法表示，也就是說，數位計算機所處理的是數位信號。類比計算機所處理的資料都以類比表示法表示，也就是說類比計算機所處理的是類比信號。數位信號和類比信號的不同，可用下面的圖形來說明。前者為不連續性的，而後者為連續性的。例如數字式手錶，其時間之表示為間斷性的是數位式的。而傳統式的手錶，其分針的移動為連續性，這是類比式的。



最近數位計算機之發展極快，功能不斷增進，能執行許多類比計算機所不能作的工作，因此平常我們所稱的計算機大多指數位計算機。混合式計算機也可稱為類比—數位混合計算機，它是類比計算機和數位計算機的結合。其主要用途為大型計算機控制系統之設計及模擬。例如在模擬太空飛行計劃時，類比的功能對於太空中運轉方面之問題的解決，佔有重要地位，而數位功能則用來決定軌道之計算。

2. 依用途的不同，電子計算機可分為兩類：

- (1) 特殊用途計算機
- (2) 一般用途計算機

特殊用途的計算機應特殊目的而設計，其功能固定不變。因此效率高，成本低，體積小，用電量少。一般用途的計算機，可用不同的程式，執行不同的工作，這種計算機的應用有很大的彈性，常用在管理商業、工業、醫學、國防及科學研究等方面，我們常見的計算機大多屬於此類。

3. 依容量、價格等分類，電子計算機系統可歸納為五大類：

- (1) 超大型計算機 (Super Large Scale Computer)
- (2) 大型計算機 (Large Scale Computer)
- (3) 中型計算機 (Midium Scale Computer)
- (4) 迷你型計算機 (Mini-Computer)
- (5) 微型計算機 (Micro-Computer)

由於廠商不同，出產的各種機型很難有明顯的畫分標準。本書的說明，以配合微型計算機之使用為主。

2-2 電子計算機的硬體組織

雖然許多廠家所製的各型計算機有其相異之處，但就結構而言，大致包含五個基本單元：

輸入單元 (Input Unit)

輸出單元 (Output Unit)

算術及邏輯運算單元 (Arithmetic and Logic Unit)

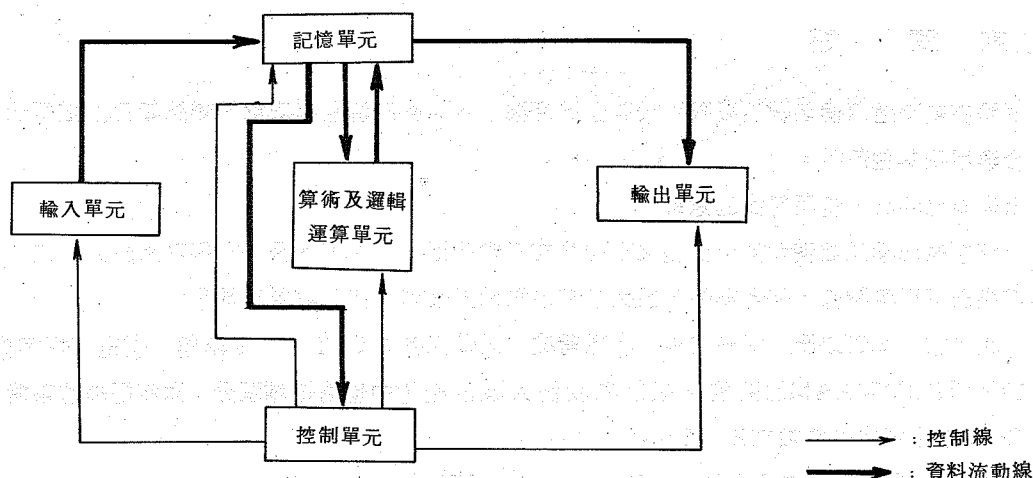
控制單元 (Control Unit)

記憶單元 (Memory)

下圖是電子計算機五個基本單元間之關係圖。控制單元指揮其他的單元，其控制流程如細線所示。而資料或指令的流動則如圖中粗線所示。

1. 輸入單元

資料或程式都經由輸入單元輸入。單元主要的設備包括讀卡機、磁帶機、磁碟機、鍵盤等。



2. 輸出單元

資料經過計算機處理後，應將這些結果由輸出單元輸出。此單元主要的設備包括印表機、螢光幕 (Cathode Ray Tube, 簡稱 CRT) 等，而磁帶機、磁碟機也可當成輸出設備。所以這些均可稱為輸入 / 輸出 (INPUT / OUTPUT, 簡稱 I/O) 設備。

3. 記憶單元

由輸入單元輸入的程式或資料，暫時儲存在記憶單元。以供處理之用。電子計算機所用的記憶體，主要可歸納為：①磁性記憶體，②半導體記憶體等兩類。最近由於半導體技術的進步，固定在電子計算機內的主記憶體都用半導體記憶體，而磁帶、磁碟等磁性記憶體則作為輔助記憶體。這一節我們只討論半導體記憶體。

半導體記憶體主要包括兩種，一種叫 ROM，一種叫 RAM。ROM 是英文 Read Only Memory 的縮寫，意思是只能讀的記憶體，儲存在它裏面的資料或命令，不會因為開機或關機而消失，但是也不能更改。RAM 是英文 Random Access Memory 的縮寫，意思是可以隨意寫進及讀出的記憶體，放到它裏面的資料或指令，可加以更改，也就是提供我們使用的部份，我們寫的程式、我們輸入的資料，都可放到這裏面。RAM 的記憶容量越大，能夠使用的記憶空間就越多。

4. 算術邏輯運算單元

此單元主要的目的是執行算術運算或邏輯運算。這單元常用縮寫的英文 ALU 表示。ALU 為英文 Arithmetic and Logic Unit 的縮寫。電子計算機利用這部份替我們執行各種運算。

5. 控制單元

電子計算機中，資料的輸入、運算及輸出都由控制單元加以控制，有很多人把主記憶體、算術邏輯運算及控制等三單元合稱為中央處理機 (Central Processing Unit 簡為 CPU)。

電子計算機本身，只是由各單元所組成的一部機器系統，如果沒有人類所提供的資料和程式來配合，是不能有任何用途的，但如果對於其內部的結構有所了解，在使用的時候，就更能運用我們的智慧，使它發揮最大的功能。可能是因為電子計算機的構造和功能，有很多類似人腦的地方，有人喜歡把它叫做「電腦」。

第二章 問題

1. 硬體與軟體這兩個名詞已不限用於電子計算機上，你會否注意到報章、雜誌如何把這兩個名詞配合應用到其他部門。
2. 用你自己的話，說明程式的意義。
3. 你能想像出類比信號和數位信號之不同？在日常生活上，它們是否一定很容易劃分清楚？
4. 請指出下列各設備，何者為輸入設備？何者為輸出設備？何者兩者兼具？
①讀卡機 ②印表機 ③磁碟機 ④磁帶機 ⑤螢光幕（CRT） ⑥鍵盤 ⑦電傳打字機
5. 請說明ROM和RAM的區別。假設在我們人腦的記憶中也有這種區分，你將把那些事情放在ROM中？那些事情放在RAM中。
6. ALU包括那兩類運算？你能用你的看法，說出這兩類之差別嗎？
7. 在計算機結構上，控制單元控制其他四個單元，那麼控制單元又受那一單元所控制？
8. 請你想一些預備利用計算機替你解決的問題。

本試用教材計共八章，第三、四、五章現已完稿。
本刊自即期起將陸續揭刊，佈請匡正。

影印機的原理

思惠

一般圖書館或辦公室影印機所用的方法是 Xerography，此字源于希臘，為乾寫（dry writing）之意。它是很適切的名詞，因為在影印過程中並未用到溫的墨水，而是利用靜電的原理。

當原件放在影印機上時，一道燈光掃過此文件，並把它影像用透鏡集中在轉輪上。轉輪帶有強的電荷，表面塗有一層很薄且能吸收光的非金屬物質，如硒（selenium）。

硒是光導電性（photo conductive）的物質，在黑暗時它保持有靜電荷，但當受到光照射時就放出電荷。原件的影像印在硒上時，暗處（原件上之文字或圖像處）保持有電荷，而光亮處（原件上之空白處）則放出電荷。如此把原件看不見的影像用電荷“印”在轉輪上。

在轉輪上撒以混有膠質的炭粉，它是很細的黑色粉末，帶有與轉輪上相反的電荷。因異性電相吸，炭粉就與轉輪上仍帶有電荷的硒相吸在一起。把一張白紙在轉輪上輾過，並從紙的背面充電，此電荷與轉輪上的相同但較強，而使得炭粉從轉輪移轉到紙上。印有炭粉的紙經過加熱器，使炭粉上的樹脂熔化，而把炭粉黏牢在紙上。這時影印就完成了。把轉輪上殘留的炭粉刷乾淨，機器又可重新使用。

雖然光影印的原理很簡單，但機器本身則很複雜。現在的影印機速度很快，不出一秒就可影印出一張文件，故影印過程中的每一步驟都要緊密地相配合。