

電腦的應用

Computer and its Applications

13216
1234

陳頤昌編著・香港萬里書店出版

電腦的應用

COMPUTER AND ITS APPLICATIONS



陳頤昌編著・香港萬里書店出版

電 腦 的 應 用

陳 順 昌 編 著

出 版 者：香 港 萬 里 書 店

香 港 英 皇 道 486 號 三 樓

(P. O. BOX 15635, HONG KONG)

電 話：H-712411 & H-712412

承 印 者：光 藝 印 刷 有 限 公 司

香 港 英 皇 道 657 至 659 號 四 樓

定 價：港 幣 八 元 六 角

版 權 所 有 * 不 准 翻 印

(一九七〇年十一月版)

緒 言

這本書的內容，大致與一般電腦班的初步課程相仿，書中不少課題，是參照外國如澳洲、加拿大等一些職業學校和商科學校的電腦班課程作為基礎。行文方面力求簡潔、清楚，並且盡量避免使用過於專業性的名詞和術語，因此，一般對電腦未有深刻認識的讀者，相信都能够流暢地閱讀。

除了着重於電腦式和系統分析之外，電腦多方面的形態也有加以說明：內容大致包括電腦發展簡史、電腦的基本概念、組成器件例如輸入和輸出設備及介質、記憶寄存介質、數據處理、軟件程式及其用途、程式的編寫、系統分析、電腦在工商業方面的用途、模擬電子計算機等等。書中還有插圖多幅以供對照，希望讀者閱讀後，對電腦是什麼樣的機器，它們怎樣解決些問題，怎樣應用和管理電腦，如何從電腦獲得裨益等等，都會得到一定的了解。書中最末的部分對新型的混合型電子計算機還作了扼要的介紹，使讀者認識電腦新近的發展情況。或許讀者會很注重電腦程式那一部分，而實際上，這個課題是電腦學裏一個極重要的環節，所以，特別在電腦程式那章之末，編上了複習問題，好讓細緻的重複思考，不致把閱讀過的東西像過眼雲煙那樣，一下子就隨風消逝了。

今天，電腦有着越來越普及的趨勢，許多人的生活，不論直接或間接都已經跟電腦有關係了。自然，不少人希望除了僅僅從報章、雜誌、電台等媒介懂得有電腦一點點的報導外，能够更進一步，更具體地了解它們。可是，又少不免有一些偏見或誤解，以為學習電腦必須要有良好的電子學知識和高等數學知識才行，因此，有一些人提起學習電腦，縱使不失望而生畏，也總會存有戒心，以為要闖過重重難關，才能掌握這門技術。其實學習電腦軟件（當然不是硬件）好比學習打字似的，主要要求怎樣使用電腦的技術（當然不像打字那麼簡單），好像學習打字時主要要求怎樣用打字機打出各種文件，對打字機的硬件，例如打字機怎樣設計的，怎樣鑄製等等，是屬於學習範疇之外，可將硬件擱置一旁不去理的。不懂收音機、電視機的人，不是一樣可以使用收音機和電視機嗎？因此，縱使我們對電子電路或高等數學完全是門外漢，也不會感到闖不過“難關”，一樣可以學習電腦。

電腦是什麼呢？簡單地說，它是一台機器，能够以高速收發信息資料，把資料處理，為人們解答一些問題。送進電腦的資料必須採用電腦能够接納的形式才辦得通。而且，對於電腦怎樣把資料加工，也應一一清楚說明，這一切正是電腦程式員責任之所在。程

式員的任務是編寫指令、指示電腦怎樣去做、怎樣把資料整理。詳細的一篇指令，就是程式(或稱計劃)。通過各種電動和機械器件，資料翻譯為一定形式，使電腦能够整理或運算。編寫指令和翻譯指令，僅是電腦從業員負責的兩種形式而已，他(或她)還有別的事要幹的。由於程式員(Programmer)經常的主要任務是編寫指令，所以有時也稱為編碼員(Coder)。在他編寫程式之前，首先要明確定出整套指令的目的何在？人們要尋求的是什麼？這些資料就由系統分析師(System analyst)提供，系統分析師把整個問題作全面性的分析，對問題進行研究，根據需要而設計一項操作系統(或稱制度)。

程式員和系統分析師要幹的一切，都是事實，也就是資料、數據，而這些數據是通過電子器件得到適當的整理，所以，有所謂EDP(Electronic Data Processing——電子數據處理)之稱。早期在英國，則流行稱之為ADP(Automatic Data Processing——自動數據處理)。不過近年來，EDP已佔了上風，ADP只在過時的舊期刊及書本中才會看到了。又，本書中對“Programmer”一字，有時譯作程式員，有時却譯為規劃員，只有隨中文文意而譯出，其實，這兩個名稱在使用電腦方面都是同義的。

由於編者自己的水平所限，書中錯誤或不妥之處，自屬難免，敬希讀者惠予指正。

陳頤昌

1970年春

目 錄

緒 言	1
一、概 論	1
人造大腦	1
電腦發展簡史	1
商業機械簡史	7
銀行採用的電腦	10
電腦解決問題的本質	14
二進制數目	16
會說話的電腦	22
人與電腦間的溝通	23
電腦的運算方法	27
電腦的記憶技術	29
二、電腦的組成部件及其操作	32
打孔卡片的作用	32
標準卡片的代碼	37
打孔和驗孔	41
分類和複製	47
對比與列表	48
電腦的五個元件	48
電腦存儲器	53
電腦的控制器	62
邏輯運算器	66
算術運算和真值表	68
輸入和輸出設備	71
磁 帶	80
磁 鼓	84

磁 碟.....	85
磁 卡.....	87
讀卡輸入器和紙帶閱讀機.....	90
打孔紙帶的代碼.....	94
字體鑑辨器件.....	95
輸入速率和輸出.....	98
印刷機和打字機.....	99
圖解顯示器、磁性輸出.....	100

三、電腦規劃、軟件及系統分析..... 102

電腦規劃的本質.....	102
標準流程圖符號.....	104
流程圖的編製.....	106
計劃和流程圖.....	109
程式編碼.....	111
規劃員的另一項任務——程式檢驗.....	112
程式的變更.....	114
電腦語言.....	114
程式的類型.....	116
系統分析師的任務.....	118
系統分析.....	119
系統設計.....	119
系統的文件化.....	120
系統的執行.....	121
系統的保養和分析師的責任.....	121
電腦程式的三部曲.....	122
程式表格.....	127
程式的檢驗.....	132
併行操作和文件報告.....	135
通用商業語言程式.....	135
程式的編寫.....	138
問題的定義.....	139
程式步法的編製.....	140
程式流程圖的繪製.....	141

程式編寫的方法.....	144
程式的檢驗.....	144
程式編寫的實例.....	145
複習問題.....	148

四、電腦的管理和使用	149
電腦在商行中的地位.....	149
電腦管理問題.....	149
了解電腦的問題.....	150
系統計劃工作組.....	151
電腦計算錯誤的情形.....	153
錯誤的輸入.....	153
電腦硬件出毛病.....	155
程式錯誤.....	156
程式更改引致的錯誤.....	156
標準章則的重要.....	157
集成管理信息系統.....	158
貨物管理.....	158
電費單、水費單.....	159
職員記錄和薪酬.....	160
生產控制.....	160
語文研究和翻譯.....	161
臨界路線分析.....	161
科學研究、教授機器及其他.....	164
模擬電子計算機.....	164
電腦與模擬機的比較.....	166
混合型計算機.....	168
新型的混合電算機體系.....	169

一、概 論

人 造 大 腦

本世紀內最突出的科技成就是什麼呢？如果說是電腦（電子計算機），相信沒有人異議的了。電子計算機或稱電腦是模仿人類大腦高級的活動——思考過程特殊設計的機器，因此，人們持有兩種不同的見解。有些人認為電腦雖然能够神速運算，有可靠的記憶，準確的操作，無論如何也及不上人類最複雜、最周密的大腦，故此它們縱使有近似人類大腦的周密結構，也不能够有獨立的和有創造性的思考。另一些人以為電腦萬能，認為未來的新型電腦不但能够執行人類大腦的一切工作任務，而且效率還比人腦高，有更高的本領，以為將來電腦不斷改進，終有一天做了人類的主宰，人類要乖乖地聽從它們的指揮，有這想法的人被電腦的表面功夫所迷惑，看不倒它的實質。

不錯，電腦確實有驚人的本領，替人類做了許多工作，但是，不管電腦的設計怎樣完善、怎樣有本領，都是人類的功績；是人類創造電腦、主宰電腦，要它乖乖地聽人們使喚。

電腦其實主要是一部加法運算機器，能做算術的四個基本運算：加、減、乘、除。與一般商店和寫字樓用的計算機和收銀機比較，電腦當然要複雜得多；可是，原理卻是一樣。由於電腦構造比較複雜，才使人想起用“腦”來稱呼它。其實它的正名應是電子數字計算機更為恰當。

要使用電腦，叫它好好地為我們服務，首先得學習電腦管理和應用，在以下的章節裏將會詳細討論這些問題，現在先讓我們回顧一下電腦的歷史。這也是一般電腦班必修的課題。

電腦發展簡史

計算工具的發展是有悠久歷史的。中國的算盤可說是最早的一種計算工具。早在南宋時代就已有史料記載珠算口訣，因此，算盤（圖 1—1）的創製可能比南宋時代還要更早。算盤簡單可靠，歷來成為中國商店最有用的計算工具。熟習珠算的人可以拿算盤來跟電腦競賽，在解決某些計算問題時，速度和準確性並不亞於電腦。

比算盤更像機器的計算工具是 1642 年法國數學家巴斯噶（Pascal）創製的計算機。

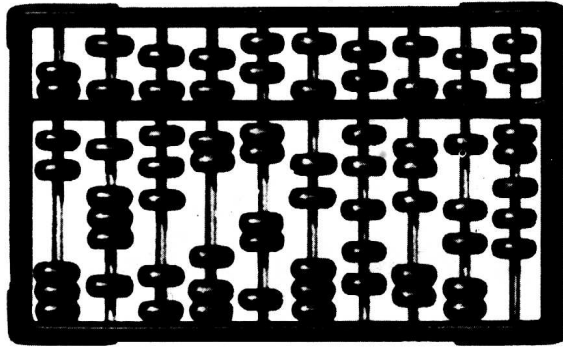


圖 1—1 最早的運算工具

巴斯噶的加法機（圖 1—2）只能做加、減兩種運算。過了三十年左右，德國數學家萊布尼茲（**Leibnitz**）把巴斯噶的計算機加以改良，可以做乘法、除法、求平方根和立方根的運算。

巴斯噶和萊布尼茲的創製，是現代電腦的先行者。十九世紀英人巴比治（**Babbage**, 1792~1871）想出了超時代的觀念（這時代當然是指十九世紀），設計了兩台精巧的計算機，明確地指出了它們操作的原理。不過，巴比治生前並沒有建造真正能夠運算的機器，圖 1—3 是他的“差分機”（**Difference Engine**）的模型。

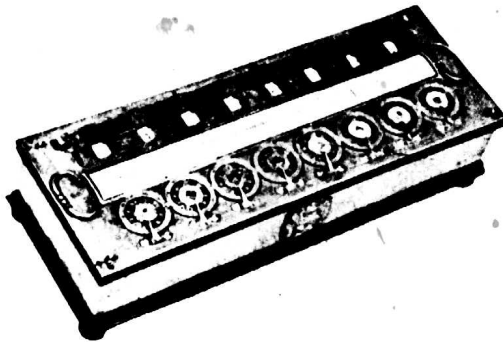


圖 1—2 現代電腦的始祖

巴比治花了四年時間試圖建造他第一台計算機，就是“差分機”，但沒有結果而把計劃放棄。後來他找到改良方法，導致設計另一截然不同的計算機，他稱之為“解析機”（**Analytical Engine**）。雖然，巴比治並沒有把“解析機”建造出來，他的概念已成為後一代電子計算機的模範。巴比治的解析機有三個主要部分，也就是現代電腦的三個部

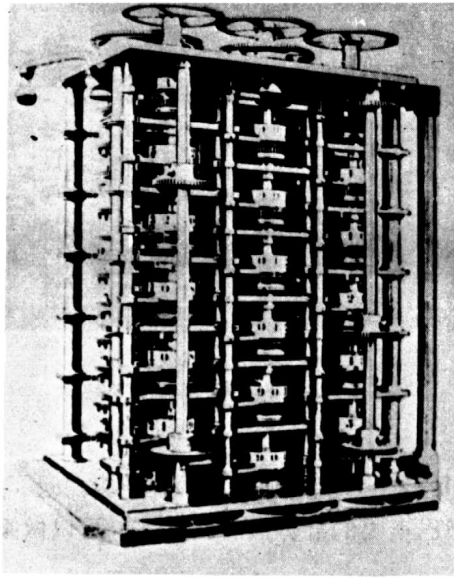


圖 1—3 “差分機”模型

分：(1) 記憶部件(或稱存儲部) (Memory unit or Store), (2) 運算部 (Calculator or Mill), (3) 控制部件 (Control unit)。數學運算在運算部執行；控制部件是施發指令，指導運算程序怎樣執行。這些結構，有點像人腦的基本“單元”似的，但巴比治這台計算機，還只是以數字和算術為基礎。

如果把上述的解析機建造出來，它的記憶部件能夠存儲一千個五十位的數字。巴比治死後，他的兒子建造了一部計算機，它能夠把二十九位的數目作加法運算，而且每分鐘內可以做六十個這種加法運算；又能夠把兩個五十位的數目作乘法和除法，不過每次乘法或每次除法運算，需花一整分鐘才完成。

巴比治解析機最聰穎的觀念可算是控制部的設計了。這控制部的作用，在於從記憶部件選擇出一些數目，把數目轉至運算部，而且還指定出精確的算術步驟，使運算部遵守執行。運算程序(或步驟)要預先由人編好，甚至今天的電腦也不能缺少這項工夫，這項手續叫做“規劃”(Programming)。步驟(步法)在打孔卡片上記錄起，需用這些卡片時，電鈴響起來便可以得到卡片應用。解析機的控制部還有一重要的特性：它有判斷能力。當錯誤的打孔卡片送來時，控制部能夠辨認出，馬上自動停止操作，並能通過另一個鈴的響聲發出“埋怨”錯誤卡片的信號，像說出：“卡片數目錯誤”之類的信息。這就是機械模仿人腦判斷力的表現。

1878 年英國物理學家開爾文 (Lord Kelvin) 創製了另一類電子計算機的雛型——模擬計算機。這類計算機不是建立在算術數字的基礎上，而是建立於比例和度量的基

礎上。開爾文製造的計算機原本是專為預測潮汐漲退而設計的，他稱之為“調和分析機”（*Harmonic analyzer*），是一具純粹機械設備，由相互聯繫的滑輪組、齒輪組和法碼等組成。開爾文的調和分析機除了幾年內曾實際執行其指定的任務外，它還指出了模擬計算機原理的真正應用。

1920年後幾年，第一台“微分分析機”（*Differential analyzer*）面世，它能够解答微分方程，是一種模擬式的計算機。微分分析機還不能稱得上電子計算機，它只是用電力推動馬達來把機械器件轉動的。

電動的微分分析機的設計人是布什（*Bush*）。他的計算機的建成，標誌着電腦發展史上一個重大的進展，為電子計算機的製造鋪平了道路。

第二次世界大戰後，1946年間，莫歇里（*Mauchly*）和艾格特（*Eckert*）等人建造了一台電子計算機，命名為 *ENIAC*，就是“電子數字積分計算機”（*Electronic Numerical Integrator And Computer*）的縮寫。這台 *ENIAC* 電腦，是最早期的全用電子線路的數字計算機（圖 1—4）。當年它是一台最精緻的計算機，也是後來 *UNIVAC* 電腦（即萬用自動計算機：*Universal Automatic Computer*）和接着面世的許許多多更趨成熟類型的電腦的先行者。不過，以今天的水平看來，*ENIAC* 電腦就嫌太粗劣了。

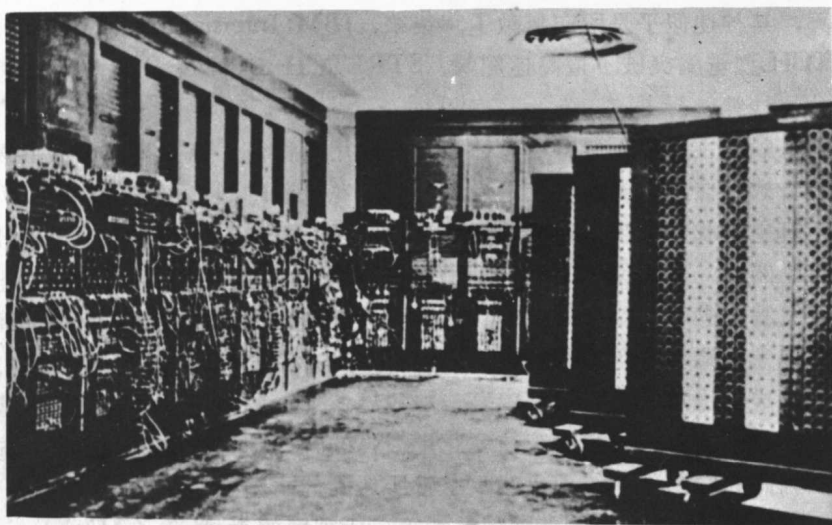


圖 1—4 早期的電子線路數字計算機

ENIAC 電腦採用近二萬隻真空管，重達三十多噸，所佔面積達一千五百平方呎，真屬笨重了。雖然如此，它是一具不折不扣的全電子計算機。在真空管的內部，電子於電極間在受控情況下往來走動，不時把信號作放大。比起以前的一切計算機，它的運算速度

當然快得多。可惜，它的缺點在於用上太多真空管，操作時產生的熱力很快使真空管燒毀。因此，有人把 ENIAC 及其姊妹類型電腦馬克——I 和馬克——II (Mark I, Mark II) 等說成有“死火”的“怪癖”，意思是指它們的可靠性是有限的。除此“怪癖”外，由於它有龐大數目發熱的真空管，佔地很大，以致這台笨重的電腦不能如意隨人們需要而移動往別處。這也是它的另一個缺點。

用真空管的電腦，叫做第一代電腦。

第二代電腦是採用半導體的。1948 年夏天，一種新設備研製成功了，這就是半導體發明隨後不久，半導體就廣泛地把真空管取而代之。半導體能够担任真空管的工作，而且它更有勝於真空管的優點。半導體即晶體管（俗稱原子粒），並非真空管或注入惰性氣體的電子管，它是一塊小巧的結晶體薄片，可容許電子在受控情況下往返通過的。

半導體的面世，使許多種工業起了急劇的革命。其影響最重大的可算是電腦工業了。我們知道，半導體在許多方面都遠勝於真空管。它的體積小，電流通過時也不產生熱，且經久耐用不會磨損，使電腦運算速率提高至令人難以置信的程度。

半導體電腦能够以更小的體積，載為數更龐大的元件，它的出現，為電腦發展跨出了巨大的步闊。採用了半導體，新製成的電腦能够處理更加複雜的問題，而且運算的速度更加提高了。1946 年以來，ENIAC 電腦能在五十分一秒鐘內做好兩個十五位的數字的加法運算，其神速似乎是所向無敵了。後來，IBM(International Business Machine) 的 STRETCH 型電腦突破了這高速記錄，STRETCH 型電腦做十五位數字的加法，只消五十萬分一秒鐘就行了。

半導體電腦的主要優點還有可靠性和經久耐用的特色。第一代電腦——真空管電腦跟舊式的收音機一樣，啟動後電流通過時，必須花一段時間慢慢熱起來 (Warm up) 才能工作。真空管收音機也是這樣，需慢慢熱起來才發出音響的，但半導體收音機却不同，只要啟動開關，馬上就發出聲音。半導體電腦也是如此，一俟啟動便馬上操作了。由於真空管電腦開動時需要有足夠的熱力，因此它開動之後，起初兩三個鐘頭內會產生不甚正常的現象，難怪當年的人們以為它們有個別獨特的什麼“品性”和什麼“脾氣”了。如果它內臟裏成千上萬的真空管當中有一兩隻燒壞了，要換上新的真空管就真費時傷神了，單是把損壞了的真空管檢出往往要花上很長的時間！半導體根本不會熱起來，也不會燒斷線，因此它輕易地解決了上述真空管所遇到的兩項難題。

從圖 1—5 可看到從第一代電腦躍進到第二代電腦的微型化 (Miniaturization) 的成果。圖中右方小巧的晶體管綫路已經把第一代電腦用的真空管綫路 (圖左方) 淘汰了。不消說，像鈕扣那樣大小的晶體管電路，比笨重而有一連串的真空管的電子電路要優勝不知多少倍了。

半導體面世後不久，電子器件就朝着更進一步的微型化，積體電路或稱集成電路終於研製成功了。集成電路 (Integrated circuits) 比一般晶體電路所佔體積更微小，效能却更增高。採用集成電路的電腦堪稱第三代電腦了。

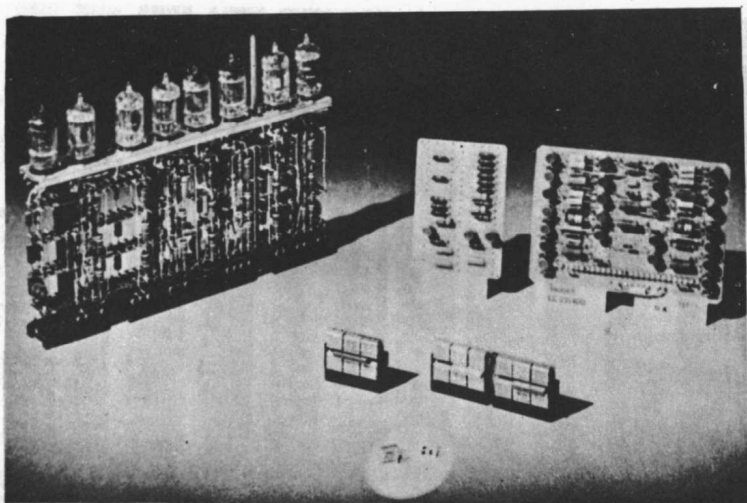


圖 1—5 微型化的電腦

一切電腦器件的微型化目標都朝着模仿人腦作用的機器。根據生理學研究者指出，人腦由許多神經細胞組成，細胞與細胞之間的互相聯繫、互導作用，並不是和電腦的元件完全不同的，不論電腦的元件是真空管、晶體管甚至集成線路也好。假如這是正確的話，那末人腦和新型而最優良的電腦的分別便是這樣：人腦至少比電腦小一千倍，而比電腦有超過數以百計的元件——神經細胞。又假如這是正確的話，則要建造一台像人腦般的電腦，也就是說電腦的元件數目跟人腦的神經細胞數目一樣龐大，即估計以 1,000,000,000 (一兆) 以上計數的，那麼，安放這台電腦的房子就要一百呎高，面積却要像上海、東京或倫敦那樣廣大！

電子器件微型化急劇的演進，促成了一門新的科學技術，叫做分子工程學 (Molecular engineering) 或叫微觀工程學 (Microscopic engineering)。這門技術的名稱非常恰當，它的主要目的是把金屬的單獨的分子造成一具獨立的電子器件。目前，微觀電子技術已經獲得很迅速的發展，已經製成有小如“方糖”那樣大小的收音機，也已製成六立方吋大的記憶器件，足以存儲地球過去一萬年來的一切記錄資料呢。

總的來說，從算盤到打孔卡片和桌式計算機（將在下一節作具體的敘述），再發展到電腦，其進步是相當快的。電腦的發展，可以分為下列“三代”：

第一代電腦 (1st Generation computers) 約由 1944 年至 1950 年，採用真空電子管。

第二代電腦 (2nd Generation computers) ——約由 1950 年至 1962 年，採用晶體管作元件。

第三代電腦 (3rd Generation computers) ——約由 1962 年起至今天，採用微型的

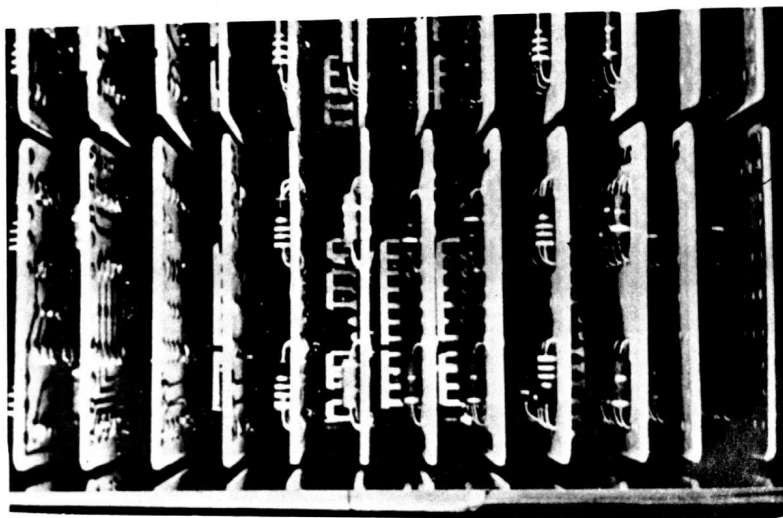


圖 1—6 第二代電腦的結構

集成電路作元件。

照目前的技術水平看來，把一百萬個電子元件擠在約為一立方呎的空間是可以辦得到的。其實這並非什麼了不起的事，人腦所佔的體積還不及十分一立方呎，而至少載盛着 10,000,000,000 個神經細胞。微觀電子技術一時還難以達到這最周密的結構水平的。

圖 1—6 顯示第二代電腦內臟裏的晶體管電路疊。

商業機械簡史

由於人類社會的不斷發展，日常生活中的事務工作就日益繁多。例如商業上各種文件的處理，就往往花費了很多人力。怎樣才能使人們擺脫繁重的工作，讓機械代替人類工作呢？這是人們在很久以前就研究的問題。

十九世紀末葉，有人想出一個解決這問題的方法。荷勒列斯（Hollerith）就是向文件的龐大壓力挑戰而創製了一台實用而能够處理文件的機器。這台機器雖然還不十分完善，但已經使工作效率提高了一倍以上。例如應用在戶口調查方面，就使原來要用七年才能做完的工作縮短了一半以上的時間。

荷勒列斯製成的打孔卡是用手按的打孔機鑿孔的。小孔預先編定在卡片某些位置上，有時這些位置並不打上小孔，視資料的情況而定，例如在某事項摘要欄裏，有小孔可代表“是”、“對”，沒小孔表示“非”、“不對”等等。戶口調查時常會遇到這類問題：“台端是否有一個兒女？”如果受調查的人只有一個兒子或一個女兒，記錄有關他的資料的卡片

就在應有適當的位置打上一個小孔，使機器記下他的確有一個孩子；假使他膝下猶虛或是未婚，或是早已有三幾個孩子的話，那麼代表上述小孔的位置就不應打穿，而應在別的適當位置打小孔了。登記了資料的卡片(即打上孔後的卡片)便一張一張地放在盛水銀的容器裏，一系列金屬串針(每根針是為各個小孔位置而設的)便向下朝着卡片插下，穿過卡片小孔的串針於是做成閉合電路，令電流通過引起指示錶裏的指針朝某個方向轉動。

雖然這種機器根本不能夠做什麼算術運算，但它開了後來的電腦的先例，已經正確地利用了電腦的基本原理。這台處理文件的機器利用了電腦的二元語言(Binary language)，就是“是—非”(“yes—no”)或“開—關”(“on—off”)，利用這麼簡單的語言把調查資料記錄下來。不要以為這種語言太簡單了，人們都公認它是最適合電子電路(或其他電路)的唯一語言呢。

後來，荷勒列斯改良了他的製表格機械(Tabulating machine)(見圖1—7)，增加了一項設備，令它能够按打孔的資料把卡片分門別類。二十世紀初，他改良後的機器不但有效地應用在戶口調查方面，而且逐漸得到在商業上更廣泛的應用了。

從此，打孔卡片成了許多商業用機械的主體。1914年間，商場上流行着使用四種基本的商業機器，今天我們看來，真是又笨又粗劣。其中是鍵打孔機(Key punch)，用以在逐張卡片打孔，是用手操作的；其次是移位打孔機(Gang punch)，見圖1—8，也是用手操作的，用以把一組有重複資料的卡片打孔。另一是垂直選卡機(Vertical sorter)，

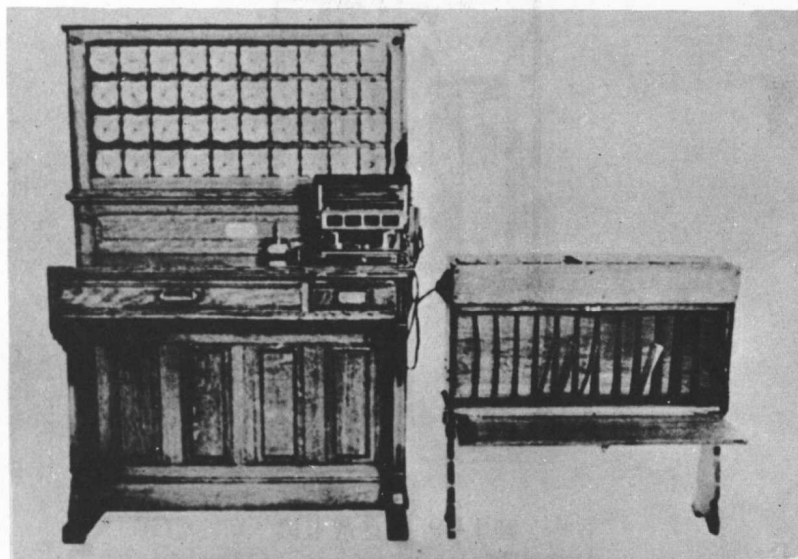


圖1—7 荷勒列斯改良的了製表格機械

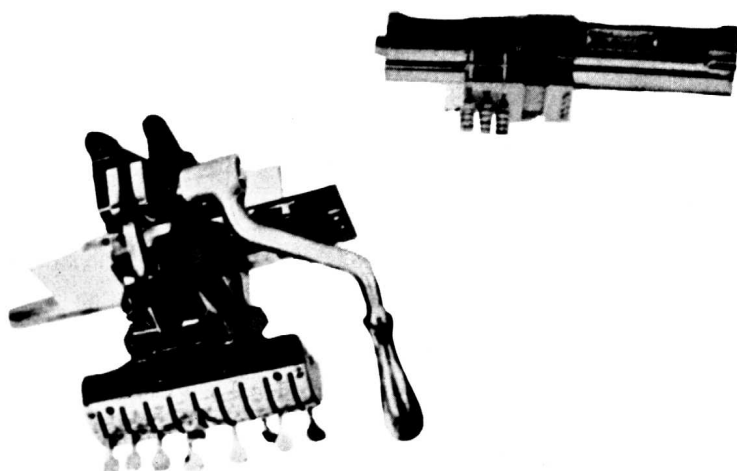


圖 1—8 鍵打孔機和移位打孔機

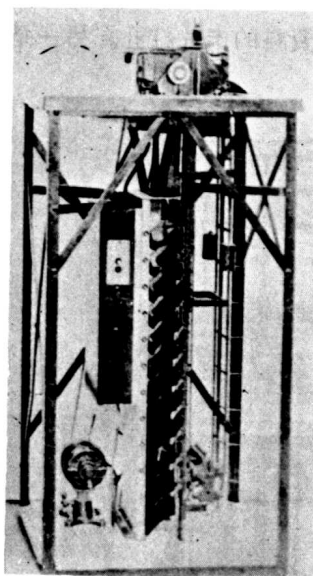


圖 1—9 垂直選卡機