

電 腦 與資料處理

許 是 祥 主譯
李 良、猷 審訂



中華企業管理發展中心

電腦與資料處理

電腦與資料處理

版權所有・翻印必究

中華民國七十一年八月初版・七十二年五月三版

原著書名	INTRODUCTION TO COMPUTERS AND DATA PROCESSING
原 著 者	Gary B. Shelly Thomas J. Cashman
主 譯 者	許 是 祥
編 校 者	陳 鍾 文・周 珊 英
審 訂 者	李 良 猷
發 行 者	中華企業管理發展中心 董 事 長 李 裕 昆 臺北市武昌街二段卅七號 三愛大樓 電話總機：3311650・3312862 郵政劃撥儲金戶第14232號 本中心登記證字號： 行政院新聞局局版台業字第0607號
排 版 者	魯風打字排版印書有限公司
印 製 者	愛欣企業股份有限公司

豪華版(精裝本)每册新台幣1,000元

普及版(平裝本)每册新台幣 700元

序

導 言

今天是電腦的時代。在這科技社會中生活和工作的士，對電腦及電腦的操作，和電腦如何影響個人的生活等，均應有所瞭解。

本書的目的，即在對一般人士、企業界、及攻習電腦科學的學生，提供有關電腦和資料處理的基本知識，俾使瞭解電腦的操作和電腦在企業及科學上的用途。

本書採用了許多彩色圖表和照片，一方面為求提高讀者閱讀的興趣，俾更易於瞭解電腦的技術性能；一方面也是為了能藉此引導讀者走出課室，踏進資料處理的實際世界中，使對於電腦中心、現代化辦公室、商店、銀行、及製造工廠的情況得以一目瞭然。

本書編撰歷時將近兩年，承一百九十餘家製造廠商和電腦硬體及軟體使用者的合作，始臻完稿。各公司熱心提供了他們的技術資料、幻燈片、和照片；不但包括了他們使用的最新的硬體，還包括了實際運作的情形。

本書之着眼點

在本書出版的籌劃階段，我們發現坊間大部份電腦概論教科書，內容多屬一九六〇年代後期的情況。例如打孔卡片及整批處理系統等，近年來已迅速為“異動導向處理系統”(transaction-oriented processing systems)所取代，納入了各項終端機的輸入、資料庫、及資料傳輸等等系統。在軟體方面，“結構化程式”(structured programming)以及“結構化設計”(structured design)顯然現已極受重視，理應列入介紹。

因此本書的編寫，乃着眼於下列四個目標：(1)本書必須能反映最新科技情況；(2)本書必須將電腦系統各方面最新的應用情形均予介紹；(3)有關商業界、工業界、及科學上的應用，應儘量利用圖片及照片，俾讀者有如身歷其境，加深瞭解；(4)介紹各項課題，應先綜觀全貌，再及其細節。

本書的出版，特以彩色印製，全書彩色照片及圖片將近五百幅；相信必為最新、且最能引人入勝的一部教科書。

本書各章簡介

我們認為關於電腦的討論，軟體和硬體不宜分開；否則讀者將難以窺及電腦和資料處理的整體面貌。因此本書各章均將兼顧軟體和硬體；首先介紹某一課題的概論，繼而再作較細的研究。

本書編輯方式相當精巧，讀者縱然只有一個星期的時間閱讀本書，對電腦及資料處理，也必能獲得全面性的瞭解。

第一章的內容，包括資料處理作業的總述，電腦硬體、軟體、及資料處理的各項基本觀念，與各型電腦系統的簡介，由微電腦以至於大型電腦。相信讀者當能對電腦的實際環境獲致一綜合性的印象；對電腦的操作，資料處理裝置的情況，及小型、中型、與大型電腦系統等均能有一初步的認識。

本書第二章討論電腦的歷史演進。本書與其他教科書的不同是：本書不一定強調某型某電腦係於何年何月何日問世。我們的用意，厥在於加深讀者的印象，俾能掌握資料處理系統在其演進為今天世界上最龐大的事業之一的過程中所經歷的酸甜苦辣。第二章的內容，除電腦的硬體和軟體外，尚兼及有關的人事問題、社會課題、及微電腦對產業界的影響。本章列有許多圖片，足以顯示一般機關、教育機構、商店、及製造業者採用電腦的現況。讀者讀完這一章後，則對於資料處理和電腦的全部範疇當較第一章又有更深一層的體認。

接着在第三章，則將進一步研討各種資料處理的類型；第三章也彙列了許多圖片，例如輸入、處理、輸出、比較、算術運算、資料儲存、輔助儲存的處理、查詢、更新等是。這一章可視為以下四章的總綱。

第四章專論電腦系統的主記憶體內的資料儲存。第五章則討論資料輸入電腦系統的細節，在這一章裏，讀者將能瞭解所謂整批處理系統和異動導向系統兩者；這兩類系統，實為瞭解資料輸入的初階。本章的內容，不但包括硬體部份，而且介紹了資料輸入時所不可或缺的憑證，及輸入所需的各項方法和格式。因此，這一章的討論，並非僅以硬體設備為限，對於讀者當能具有較佳的啟發。

第六章介紹電腦系統的輸出，包括印表輸出、螢光幕顯示、終端機的輸出，及其他各種不同的輸出。同樣地，本章除介紹硬體外，也介紹使用者與電腦的“交談”(interaction)、輸出資訊表格的設計、輸出的分配等等。這也是硬體與軟體的整合性的討論。

第七章研究輔助儲存設備的使用。本章介紹了磁碟及磁帶硬體，還討論了資料檔的存取方式、資料檔的組織、及與其有關的軟體。

第八章討論資料傳輸的課題。遠距離傳輸的運用，及傳輸系統的各项方法等均經納入本章。讀者讀畢第八章後，對於資料傳輸的實際情形及如何建立一項通訊網路當能獲得明確的認識。

第九章繼而研究資料庫及分散式資料處理的課題。讀者在第七章和第八章中，既已獲得了基本的瞭解，則在這一章當能對整個電腦的運用情形得到更具體的印象。

以下的第十章、第十一章、和第十二章，旨在說明電腦各項系統的實際運作情形。其中第十章介紹電腦系統設計的細節；第十一章研究程式設計方面最新的方法；第十二章則為檢討各種程式語言的用途，並列有一項有關操作系統和操作系統如何在電腦系統中運用的討論。

本書最後一章——第十三章，是一項總結性的討論，研究電腦科技對於人類生活素質的衝擊；並分析電腦科技的快速發展對專業人員和整個社會所形成的各項問題。

教學效果的強化

在本書各章的最後，均分別列有一項“本章提要”(僅第十三章除外)。本書各章並附有“複習問題”數則，以供讀者複習之用。

我們認為鼓勵學生分析及檢討所學內容，應為最重要的一項教學方法，因此各章結尾時均附列了討論問題。擔任教席的主講人，可在課堂中提出這些問題，與學生共同討論，俾增加學習的效果。

此外，各章並列出了有關的“研究案”。其中某些研究案，宜囑由學生前往工廠實地訪問及搜集必要的資料；其餘的研究案則不妨僅作課堂討論。

電腦程式的學習

在有關電腦程式的課程中，大抵皆要求學生能編寫及執行若干程式。因此本書特別增列了一項附錄A。由於BASIC程式最為普遍，故附錄A係以BASIC程式為基礎；可供主講教席使用。

但這項附錄的方式，殊與一般習見的教學方式不同。一般的電腦概論的課程中，多係在講授一些常用的BASIC的程式陳述之後，即命學生隨便編寫程式。我們認為這樣的教學方法，易於使學生養成不良習慣，以致造成學生對電腦程式的態度和途徑的不當。

我們認為正確觀念的培養，端在於“慎始”。因此，程式的設計必須力求審慎，作最適當的編碼。學生必須自始即以正確態度處理電腦的問題。不論一項程式的用途是甚麼——例如家庭運用的程式、遊戲運用的程式、或企業界運用的程式等，均必須認定“程式設計”為一項“正事”，建立誠懇認真的態度。

但是這不是說電腦程式設計缺少趣味。事實正好相反，今天的程式設計已不是令人焦慮或挫折的工作了。電腦程式設計應該是一項“享受”——享受其能由電腦系統中獲得有用的輸出之樂趣。

因此深盼擔任電腦概論課程教席的主講人，能對學生作嚴格的要求，務期以專業性的態度進行附錄A的程式作業。

謝詞 (譯文從畧)

著 者 識

目 錄

第1章 電腦概論 (An Introduction to the Computer)

前言・電腦是甚麼？	1.1	電腦程式設計師及系統分析師	1.17
電腦能做些甚麼？	1.4	各部門的管理	1.17
資料是甚麼？	1.5	電腦使用人	1.19
資料的輸入、處理、及輸出	1.5	電腦系統有大有小	1.19
電腦程式・典型的電腦應用例	1.6	到處可見的小型電腦	1.20
電腦中心巡禮	1.7	辦公室內使用桌上型電腦日見普遍	1.23
電腦控制台・輸入裝置	1.11	精緻實用的迷你電腦	1.24
輸出裝置	1.12	大「恐龍」將到那裡去？	1.27
輔助儲存裝置	1.13	特殊用途的電腦	1.28
電腦系統・磁帶庫	1.15	本章提要・本章複習問題	1.30
資料登錄部門・撕開及分拆	1.16	本章討論問題・本章研究案	1.33

第2章 電腦工業的演進

(The Evolution of the Electronic Computer Industry)

前言	2.1	一項最重要的宣布——IBM/360	2.16
早年怎樣開始？	2.2	固態邏輯科技	2.17
毛奇利及艾柯特兩氏的貢獻	2.2	S/360的困擾——程式不通用的問題	2.18
ENIAC — 第一台大型電子數值電腦	2.3	操作系統的困擾	2.19
范紐曼的貢獻・內貯程式概念	2.5	業界對 System / 360的反應	2.20
實際製成的第一台內貯程式電腦	2.6	六〇年代後期全盛景象(1965-1970)	2.20
電腦事業的開始(1950—1955)	2.6	合格作業人員的供需問題	2.20
漸為社會大眾普遍認識	2.7	一門日益擴張的產業	2.21
巨人睡醒了	2.8	軟體工業的誕生	2.21
發展和競爭的時代	2.9	迷你電腦的出現	2.22
一門旭日初升的產業・程式的問題	2.10	使用電腦是否合算？	2.22
符號化程式編寫之可能性	2.11	電腦程式不可靠的問題	2.23
高階程式語言的發展	2.11	部分電腦事業無法生存	2.23
新程式語言紛紛出現	2.11	演進式的成長期(1970—1975)	2.24
企業用程式語言接踵而至	2.12	電腦已經能夠傳輸	2.25
第二代電腦的誕生(1958—1964)	2.12	電腦引起的社會問題	2.26
電腦革命的人力問題	2.14	電腦犯罪與詐欺事件	2.26
形形色色的機器・競爭的世界	2.15	經濟的衰退・微電子的發展	2.28

微處理機的時代.....	2.30	零售商店使用電腦.....	2.38
電腦的新天地(1975至現在).....	2.31	從甲地到乙地.....	2.40
現代社會中電腦應用的一斑.....	2.31	製造和設計的電腦化.....	2.43
今天的辦公室.....	2.33	日常生活中的電腦.....	2.44
電腦能代替學校教師嗎？.....	2.34	本章提要・本章複習問題.....	2.46
舉世最大的文書作業問題.....	2.36	本章討論問題・本章研究案.....	2.49

第3章 電腦系統的資料處理

(Processing Data on a Computer System)

前言・資料的組織.....	3.1	“小於”情況・“大於”情況.....	3.11
輸入.....	3.2	資料的儲存.....	3.12
資料的處理・輸出.....	3.3	電腦系統處理資料應用的一斑.....	3.13
基本處理循環的彙總示意圖.....	3.5	電腦撰擬個人化的信函.....	3.14
基本處理的概念.....	3.5	資料銀行的應用.....	3.17
輸入及輸出操作・應用實例一則.....	3.5	我的儲蓄帳戶還有多少存款？.....	3.18
輸入、處理、及輸出.....	3.6	記錄資料的整理.....	3.20
輸入資料檔內其餘資料記錄的處理.....	3.6	資料及記錄的運作.....	3.22
算術運算.....	3.8	本章提要・本章複習問題.....	3.24
算術運算的輸入、處理、輸出.....	3.8	本章討論問題・本章研究案.....	3.27
邏輯運算・“等於”情況.....	3.10		

第4章 處理單元 (The Processor Unit)

前言・資料怎樣儲存.....	4.1	電腦指令・中央處理單元.....	4.9
延伸式二進位交換譯碼.....	4.2	電腦指令的執行.....	4.10
記憶體內數值的代表法.....	4.3	固定字長電腦.....	4.12
記憶體內英文字母的代表法.....	4.4	資料儲存體的沿革、製造、和型別.....	4.13
記憶體內特殊符號的表示法.....	4.5	主記憶體溯往.....	4.14
電腦主記憶體的容量.....	4.5	電腦記憶體的製造.....	4.16
可定位址儲存.....	4.5	僅讀記憶體、隨機存取記憶體及微處 理機單元.....	4.19
資料儲存欄位.....	4.6	本章提要・本章複習問題.....	4.20
電腦主記憶體資料之運作.....	4.7	本章討論問題・本章研究案.....	4.23
電腦主記憶體的使用.....	4.8		

第5章 電腦系統的輸入 (Input to the Computer System)

前言 • 原始資料	5.1	異動導向處理系統的用途	5.15
將資料輸入電腦	5.2	電腦終端機	5.15
輸入資料的可靠性 • 分批處理系統	5.3	智慧型終端機	5.16
打孔卡片 • 打孔卡及輸入記錄的設計	5.4	異動導向處理系統的基本處理循環	5.18
輸入記錄的設計方法	5.5	輸入資料的偵錯	5.20
打孔卡片的資料登錄 • 打卡機	5.6	資料輸入系統	5.23
打孔卡片資料的校驗	5.6	各種專用及特殊用途的輸入裝置	5.23
將打孔卡片資料讀進主記憶體	5.7	可以直接由機器閱讀的原始文件	5.24
分批處理的資料處理循環	5.8	可閱讀原始資料的機器	5.26
打孔卡片的優點與缺點	5.9	銷售地點使用的終端機	5.28
磁帶資料登錄機	5.9	製造工廠的資料收集	5.31
磁片資料登錄裝置	5.10	資料登錄的新境界	5.32
共用式鍵盤至磁碟處理系統	5.11	本章提要 • 本章複習問題	5.34
本地登錄作業 • 遠程登錄作業	5.14	本章討論問題 • 本章研究案	5.37
異動導向處理系統	5.14		

第6章 電腦系統的輸出 (Obtaining Output From The Computer)

前言	6.1	例外報表	6.10
印刷輸出 • 按印刷方法分類	6.2	使用人對列印報表的考慮因素	6.11
撞擊型列表機	6.2	異動導向的輸出	6.12
非撞擊型列表機 • 按印刷速度分類	6.3	異動導向處理系統有關輸出的考慮因素	6.14
低速列表機 • 高速列表機	6.4	形形色色的輸出	6.15
極高速列表機	6.5	各種型式的電腦列表機	6.16
列表機的選擇 • 顯像輸出	6.6	電腦縮微影片輸出	6.19
陰極射線管終端機	6.6	圖形顯像輸出	6.20
顯像控制的型別 • 電腦系統的輸出	6.7	電腦輸出的多方用途	6.22
對外輸出及對內輸出	6.8	本章提要 • 本章複習問題	6.24
輸出資訊的表達方式	6.9	本章討論問題 • 本章研究案	6.27
清單式報表 • 彙總報表	6.9		

第7章 輔助儲存裝置及檔案組織 (Auxiliary Storage and File Organization)

前言	7.1	近代的直接存取式儲存裝置	7.6
磁帶 • 磁帶儲存資料的方法	7.2	磁碟儲存資料的方法	7.7
磁帶儲存資料記錄的格式	7.4	資料儲存面的磁軌	7.7
磁碟	7.5	磁碟儲存資料的實質組織	7.8

磁碟儲存資料的存取	7.8
大規模資料儲存裝置	7.9
磁泡記憶	7.10
輔助儲存裝置的資料存取操作	7.10
循序存取	7.10
隨機存取	7.11
輔助儲存裝置上的資料之處理	7.12
資料取用	7.12
資料檔更新 • 循序式資料檔更新	7.14
隨機式資料檔更新	7.16

資料檔的組織 • 循序式資料檔組織	7.17
相對式或直接式資料檔組織	7.18
索引式資料檔組織	7.20
資料管理系統	7.22
電腦系統各式輔助儲存裝置一覽	7.23
大型輔助儲存裝置	7.24
小型輔助儲存裝置	7.27
本章提要 • 本章複習問題	7.28
本章討論問題 • 本章研究案	7.31

第8章 資料的傳輸 (Data Communications)

前言	8.1
資料傳輸的早期歷史	8.2
今天的資料傳輸系統	8.2
資料傳輸系統的元件 • 終端機	8.4
數據機	8.5
聲頻耦合器	8.6
資料傳輸通路 • 電話線路	8.7
同軸電纜 • 微波發射	8.7
通訊衛星 • 光學纖維	8.8
傳輸通路的資料發送	8.9
傳輸控制單元 • 前端處理機	8.10
電腦系統	8.11
資料傳輸速度及流量 • 線路速度	8.12
傳輸的方式	8.13
傳輸線路的類型	8.14
資料傳輸所用的文字編碼	8.15
線路的結構 • 點對點式線路	8.16
多歧式線路	8.17

建立資料傳輸的起動接觸	8.18
點對點式線路的起動接觸	8.18
多歧式線路的起動接觸	8.19
位址法的起動接觸	8.20
資料傳輸網路 • 星形網路	8.21
環形網路 • 複訊機	8.22
集訊機	8.23
傳輸網路的一例	8.25
電腦操作及資料傳輸 • 中斷	8.25
多元程式	8.26
多元程式與資料傳輸	8.28
資料傳輸的其他有關事項	8.28
傳輸事業的管制問題	8.28
資料傳輸不法行為的控制 • 結論	8.29
遍佈全球的資料傳輸網	8.30
本章提要 • 本章複習問題	8.32
本章討論問題 • 本章研究案	8.35

第9章 資料庫及分散式資料處理

(Data Base and Distributed Data Processing)

前言 • 資料庫的概念	9.1
資料庫	9.5
資料庫的建立 • 階層式資料庫	9.6

網路式資料庫	9.6
資料庫的資料存取	9.8
資料庫和單獨資料檔的比較	9.9

查詢語言·····	9.9
資料庫的運用・資料庫系統的優點·····	9.10
資料庫系統的缺點·····	9.10
分散式資料處理·····	9.11

分散式資料庫·····	9.12
本章提要・本章複習問題·····	9.14
本章討論問題・本章研究案·····	9.17

第10章 系統分析和設計 (Systems Analysis and Design)

前言·····	10.1	系統資料檔及資料庫的設計·····	10.17
電腦在企業組織中的地位·····	10.2	系統處理的設計·····	10.18
資料處理部門的組織·····	10.3	系統控制的設計・原始文件控制·····	10.20
資料處理的職務分類·····	10.4	輸入控制·····	10.20
資料處理部門及公司的組織結構·····	10.5	處理控制・追溯稽核·····	10.21
資料庫管理師·····	10.6	備份的考慮·····	10.22
分散式處理系統的各項職位·····	10.6	系統設計的核定·····	10.23
系統分析及設計簡介·····	10.7	第四階段——系統發展·····	10.24
一項系統計畫專案的進行·····	10.7	專案計畫的研擬·····	10.24
第一階段——系統計畫專案的提出及 初步調查・初步的調查·····	10.8	擬定具體的程式規範·····	10.24
第二階段——詳細系統調查及分析·····	10.10	程式的規劃·····	10.25
詳細的系統調查·····	10.10	第五階段——執行及評估·····	10.27
事實資料之書面化·····	10.10	轉換為新系統・直接轉換·····	10.27
現行系統的分析·····	10.11	並行轉換·····	10.27
對管理階層的報告·····	10.12	執行後的評估・系統的維護·····	10.28
第三階段——系統設計·····	10.12	企業機構的系統應用示例·····	10.29
系統輸出的設計·····	10.12	訂單登錄·····	10.29
決定輸出的需求·····	10.14	庫存管制·····	10.30
決定輸出媒體的型別·····	10.14	應收帳款・應付帳款·····	10.31
印刷報表的設計·····	10.14	總分類帳·····	10.32
終端機輸出的設計·····	10.15	員工薪資・其他應用系統·····	10.33
系統輸入的設計·····	10.16	本章提要・本章複習問題·····	10.34
		本章討論問題・本章研究案·····	10.37

第11章 程式設計及流程圖 (Program Design and Flowcharting)

前言・程式是甚麼？·····	11.1	結構化程式設計·····	11.6
程式規範的檢討·····	11.2	“順序”結構·····	11.7
程式設計・早期的程式設計方法·····	11.3	“如果一則一否則”結構·····	11.7
程式流程圖繪製·····	11.4	“當一則做”結構·····	11.7
流程圖設計的困擾·····	11.6	運用“擬似碼”表示邏輯·····	11.8

結構化的設計.....	11.9	多重比較——記錄代碼的運用.....	11.20
其他設計方法學.....	11.12	表列資料的搜尋.....	11.22
無私程式設計及結構化複核.....	11.13	控制段落.....	11.24
程式設計常見的問題.....	11.14	兩檔的合併.....	11.28
基本輸入 / 輸出操作.....	11.14	決策表.....	11.30
計數、累積、及最後總數列印.....	11.15	本章提要 • 本章複習問題.....	11.32
基本比較.....	11.18	本章討論問題 • 本章研究案.....	11.35

第12章 程式語言——程式編碼及測試

(Programming Languages-Coding and Testing Programs)

前言 • 各項主要的程式語言.....	12.1	根源程式的翻譯.....	12.17
Assembler 語言.....	12.2	編譯程式.....	12.18
Assembler 的優點和缺點.....	12.3	直譯程式 • 程式編碼的品質.....	12.20
FORTRAN 語言	12.4	程式的測試 • 測試資料的建立.....	12.22
FORTRAN 的優點和缺點	12.5	測試的順序 • 單元測試法.....	12.23
COBOL 語言 • COBOL 的指令寫作.....	12.6	程式正確性的確保.....	12.24
COBOL 的程式結構.....	12.7	程式書面文件作業.....	12.24
COBOL 的優點和缺點.....	12.9	操作系統.....	12.26
PL / I 語言.....	12.10	控制程式.....	12.27
PL / I 的優點和缺點 • RPG 語言	12.12	處理程式.....	12.28
RPG 的優點和缺點 • BASIC 語言.....	12.14	資料管理系統程式.....	12.30
BASIC 的優點和缺點 • Pascal 語言	12.15	虛擬記憶.....	12.31
其他程式語言 • 程式應用軟體成品.....	12.16	本章提要 • 本章複習問題.....	12.32
程式的發展 • 程式的編碼.....	12.17	本章討論問題 • 本章研究案.....	12.35

第13章 電腦在社會中的未來 (The Future of Computers in Society)

前言 • 資料處理業者的問題.....	13.1	電腦在社會中的發展.....	13.4
科技的快速進步 • 電腦軟體的問題.....	13.2	資料銀行 • 電子現金轉帳系統.....	13.6
職業標準的需要.....	13.3	本章討論問題 • 本章研究案.....	13.8
職業道德和犯罪行為.....	13.4		

附錄A BASIC 語言程式設計示例.....	A.1
附錄B 80列打孔卡的編碼.....	B.1
附錄C 計數系統簡介.....	C.1
附錄D 名詞彙編.....	D.1

電腦概論

“電腦革命爲人類有史以來最具影響的革命。然而有趣的是：我們卻仍然低估了此一革命的衝擊。”*

前言

上引的一句話，係 Hudson Institute 的 Herman Kahn 所說的。這句話充分說明了我們研究電腦和資料處理的重要性。時至今日，說某人沒有聽說過電腦的名稱，或沒有受到電腦的影響，根本是不可能的事。可是今天在我們的社會裏，能瞭解電腦的人卻並不普遍。本書的目的，即在介紹電腦是甚麼，電腦如何操作，及如何運用電腦解決我們遭遇的問題——不但包括企業界和科學上的問題，而且還有我們日常生活方面的問題。因此，讀者讀畢本書，則對於所謂“電腦革命”的意義應能有所體認了。

電腦是甚麼？

關於“電腦革命”，首先令人想到的問題便是“電腦是甚麼”？電腦一詞，雖然有多種不同的意義；但實質上電腦只是一項能夠執行“運算”的設備，包括算術運算和邏輯運算，而不受人性因素的干預。附圖 1-1 即爲一具電腦。該電腦中的電子電路，足以遂行一部電腦應具備的全部功能。

附圖 1-1 的設備雖然完全符合“電腦”的定義，但是一般人在聽到“電腦革命”時，其心目中的電腦大概不會如該圖所示。在大多數人看來，所謂電腦一定有整整一個房間那麼大；室內滿佈了形形色色、前所未見的機器，燈泡閃閃發亮，磁帶不停運轉，工作人員忙忙碌碌。整個形象一定充滿着神祕，請參看附圖 1-2 所示的電腦，大概就是那種形象。

* "Computers and the Future of America," Hesh Weiner, COMPUTER DECISIONS, January, 1977.



附圖1-2 圖示 Cray-1型電腦，為目前最強大的電腦系統之一。每秒能處理八千萬個指令；其主記憶體能儲存資料達一百萬字以上。本圖所示的Cray-1型電腦，係裝設於美國科羅拉多州波蘭德市（Boulder）的國家大氣研究中心，供大氣及氣象資訊分析之用。

Figure 1-2 The Cray-1 computer is the world's most powerful computer system. It can process 80 million instructions per second and can store over 1 million characters of data in its main storage. The Cray-1 pictured here is used at the National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado, for analyzing atmospheric and weather information.



因此“電腦是甚麼”的答案，大概應該介乎附圖1—1的微型電腦，和漫畫中所見的巨型怪物之間。附圖1—2所示，為Cray-1型電腦，實際上係由多種不同的設備構成。各項設備經適當聯結後，乃形成一套電腦系統。一套電腦系統不但應有各項能處理運算作業的設備，且應有能够顯示或列印各項資料，俾供工作人員使用的有關設備。

電腦能作些甚麼？

電腦資料處理能做的事太多了，足以令人瞠目結舌。太空人登陸月球的控制，靠的是電腦。航空公司旅客的訂座，飛機班次數以千計，旅客人數何止數十萬人，靠的也是電腦。然而，任何一套電腦系統，不論其大小如何，卻僅能作少數幾項操作。那就是：

1. 算術運算(arithmetic operations)：例如資料的加、減、乘、除。
2. 邏輯運算(logical operations)：例如認知某一數目是否大於另一數目。
3. 輸入 / 輸出操作(input/output operations)：例如接收資料備供處理，或提供資料備供印製為報表。

可是，雖然這些操作看來微不足道，而且也無啥稀奇，但電腦系統處理這些操作的速度極快，正確性極高；電腦系統的強大能力即係由此而來。各項操作均係透過電腦中的電子電路而進行。由於電子電路的操作幾乎從來不會失誤，且由於電路中的資料流通速度接近於光速，因此資料處理纔能迅速而可靠。

資料是甚麼？

在上文介紹的電腦系統的三類操作中，有一項共同點是：三類操作均涉及資料的處理。因此我們對於資料是甚麼，應該先有概念。

資料代表事實，代表概念，或代表指令；以一種正式的形式表現，因而可供人工或自動機器作傳輸、譯解、及處理之用。舉例來說，學生的某一課程的成績等第，員工一星期內的工作時數，飛機飛行於紐約及洛杉磯間的班次數，都是資料。電腦系統的目的，乃在於接收資料、處理資料，以及在資料處理後產生輸出，以供使用。

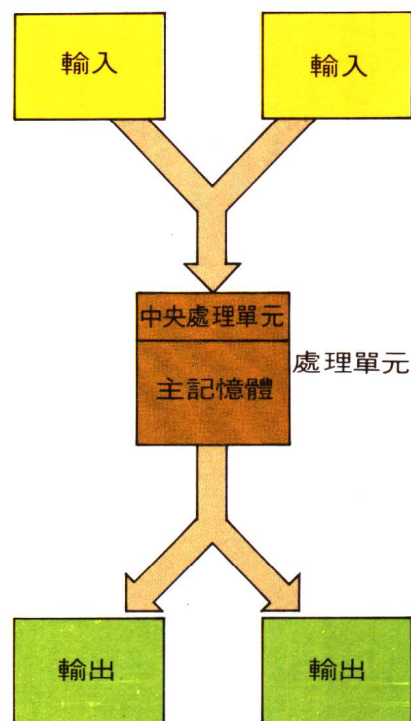
資料的輸入、處理、及輸出 (data input, processing, and output)

電腦系統能以極快速度處理資料，產生適用的結果。為便於說明電腦系統如何進行這項工作，首先應瞭解電腦系統的三項基本單元，請參看附圖1—3。這三項單元是：

1. 輸入單元 (input units)：為將資料送進電腦系統的處理單元，以供處理之需。
2. 處理單元 (processor units)：為供儲存資料之用；並包括必要的電子電路，俾將儲存的資料予以處理。
3. 輸出單元 (output units)：為將資料處理的結果，以顯像、列印或其他方式提供給使用人。

電腦系統的處理單元，通常包括兩大部份。一為“中央處理單元”(central processing unit，簡稱CPU)；一為“主記憶體”(main computer storage)。中央處理單元包括若干電子電路，為實際進行處理的主體；其作用在於將指令譯解於電腦內，執行必要的計算，及執行該系統的輸入操作及輸出操作。

備供處理的各項資料，必須先行儲存於電腦的主記憶體中。主記憶體由若干機件構成，能將英文字母、數字、及其他特殊符號例如小數點或金額符號等，以電子方式予以儲存。主記憶體中存入的各項資料，能與中央處理單元相互對照；因此處理操作始得以進行。



附圖1-3 基本電腦系統包括對處理單元提供資料的“輸入單元”；儲存及處理資料的“處理單元”；及提供處理結果的“輸出單元”。