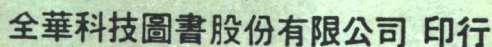


—檢修與應用

編譯



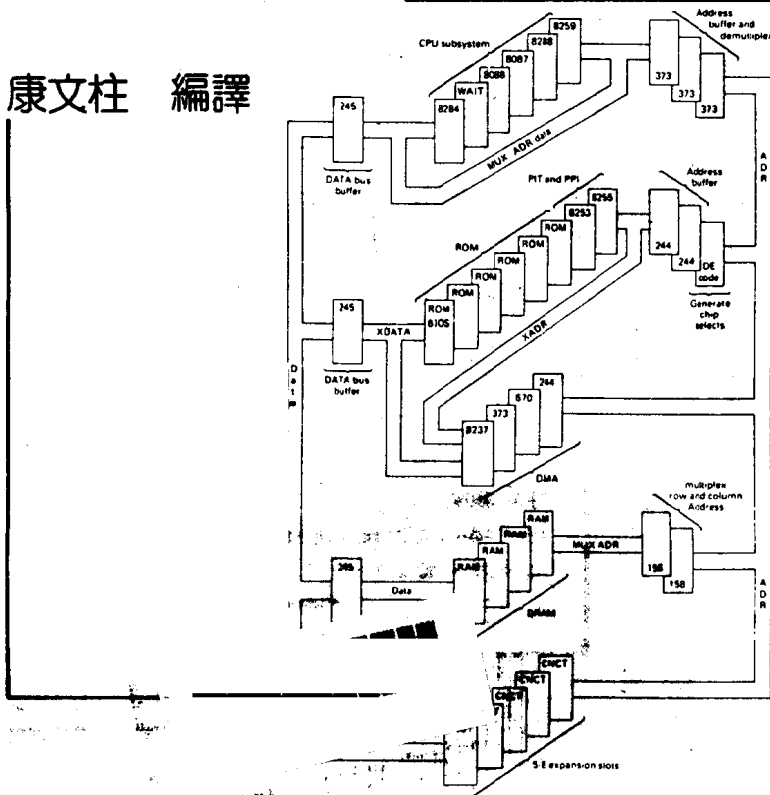
世界图书出版公司重印

IBM PC

硬體原理剖析

— 檢修與應用

康文柱 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界图书出版公司重印

IBM PC
硬体原理剖析
——检修与应用——

康文柱 编译

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年2月第1版 开本: $711 \times 1245 \frac{1}{4}$

1991年2月第1次印刷 印张: 10.5

印数: 0,001—1,300 字数: 20万字

ISBN 7-5062-0829-6/TP·7

定价: 5.00元

本书经全华科技图书股份有限公司香港和中国大陆总代理

香港出版社有限公司 特许世界图书出版公司独家重印

限国内发行

我們的宗旨：

**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準。我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙！！

**MICROCOMPUTER HARDWARE,
OPERATION, AND TROUBLESHOOTING
WITH IBM PC APPLICATIONS**

原 序

本書適合電子工程師、系統軟體設計師、研究科學家和一些想要深入了解、檢修、擴充和連接微電腦硬體者的需要，可使讀者了解目前最流行的微電腦系統—IBM PC 之工作原理。

支援三種匯流排所需要的功能是所有微電腦系統最基本的要求，本書內探討存取資料（記憶體讀寫動作）、等待狀態之產生（調整記憶體和 I/O 的速度）、中斷處理和直接記憶體存取等觀念。

除了它的廣受歡迎外，更由於 IBM 採取開放式結構的哲學，使 IBM PC 成為學習微電腦系統的一種優良工具。IBM 在製造和生產 PC 時，並不保存任何機密；他們出版一些文件描述 PC 的每一部分—從硬體概廓到 BIOS 組合語言。

微處理機是一種相當奇異的裝置—功能強而極富彈性，在一些探討微電腦技術的教科書中，常會提到它。微處理機決定了一部微電腦系統的限制和特性，然而，微處理機只是構成現代微電腦系統的許多智慧型裝置中的一個，另外還有直接記憶體存取控制器、可程式化中斷控制器、可程式化周邊介面、可程式化間隔計時器、CRT 控制器和軟式磁碟機控制器等。

要了解本書只需要一些基本的電子學和數位電路常識，本書分原理、應用和檢修三部分分別探討，首先討論元件或次組合物，探討其中的一些訊號，然後考慮執行一特殊功能的次系統，最後討論症狀分析和問題檢修。

第一章介紹一般電腦系統相關的術語和觀念，第二章幫助讀者了解三種匯流排結構（位址、資料和控制／狀態匯流排）和一般的微處理機。

第三章說明 IBM PC 的標準結構，其中並討論硬體、BIOS、作業系統和應用程式的關係。

第四章利用第二章介紹的觀念，對 CPU 次系統：8088 微處理機、8284 時脈產生器和 8288 系統控制器作詳細的分析，重點放在 8088 如何與記憶體、I/O、影像和輔助記憶次系統連繫。

第五章研究 PC 系統內的智慧型 LSI 支援裝置：8255 PPI、8253 PIT、8259 PIC 和 8237 DMAC 等，以及它們所提供的功能，最後以 8088 處理器次系統和 LSI 支援裝置構成的系統電路板之功能方塊圖做為結束。

第六章探討 DRAM 次系統和擴充槽，在 DRAM 方面包括：行列位址多工化、RAS 和 CAS 的產生以及更新週期，並藉著對 8253 PIT 計時器 1 和 8237 DMAC 的通道 0 之功能探討，來討論 PC 特有的更新動作。擴充槽則視為一功能極強的微電腦晶片，加以探討。

第七章介紹單色顯示幕配接卡和單色顯示幕，並研究 6850 CRT 控制器、雙埠影像 RAM 以及字元產生器的功能，特別對系統處理器和 CRT 控制器的工作加以探討，影像顯示幕的元件以一單色顯示幕的方塊圖加以說明。

第八章描述軟式磁碟機次系統，軟式磁碟機配接電路板包括 8272 軟式磁碟控制器、數位輸出暫存器和標準的 MFM 資料隔離器，並詳細討論這些電路和軟式磁碟機之間的動作。在探討軟式磁碟機的電動機械組合體後，說明標準索引、徑向、方位和主軸速度的調整校準。

第九章專門討論檢修問題，POST 的個別測試可找出一個或一群故障的元件，IBM 高等診斷磁片的常式被用來檢驗次組合體的錯誤以及 DRAM 和鍵盤的元件錯誤，最後並考慮修理次組合體的技術和經濟問題。

附錄 A 詳述本書中所使用的二進位和十六進位數字系統。

附錄 B 解釋 ASC II 碼和控制字元。

Byron W. Putman

譯 序

本書以深入淺出的方式，有系統地介紹 PC 各部的工作原理、功能和問題檢修，使讀者對 PC 的結構有完整的觀念，讓你能一步一步地建立起整個 PC 的硬體結構，實在是了解 PC 硬體一本良好的教材。原文中有若干小錯誤，譯者都一一核對更正，盼望能幫助想對 PC 硬體深入了解的人。

康文柱

目 錄

前言

1 電腦系統的元件

1. 1	電腦系統：大電腦、迷你電腦和微電腦	1
1. 2	電腦的基本結構	3
1. 3	記憶體	5
1. 4	輸入／輸出裝置	12
1. 5	電腦與通訊	16
	第一章的重要觀念	17

2 微處理機與三種匯流排結構

2. 1	一般性的微處理機	19
2. 2	三種匯流排結構	22
2. 3	簡單的 8K RAM 系統	27
2. 4	控制／狀態匯流排的功能	28
2. 5	微處理機一般的內部結構	29
2. 6	服務 I/O 裝置：徵詢和中斷	33
2. 7	直接記憶存取	35
2. 8	一般的指令集	35
2. 9	運算元定址模式	47
	第二章的重要觀念	48

3 IBM PC 的概觀

3. 1	硬體／軟體的關係	52
3. 2	PC 的共通性	54
3. 3	鍵盤和影像顯示幕介面	54

3. 4	標準的介面電路	57
3. 5	並列和串列介面	57
3. 6	並列印表機配接卡	59
3. 7	非同步通訊配接卡	60
3. 8	系統單元內部	63
	第三章的重要觀念	67
4	8088 處理機次系統的分析	
4. 1	8088 微處理機	69
4. 2	8288 系統控制器	72
4. 3	8088 的暫存器組	76
4. 4	8088 的旗標暫存器	81
	第四章的重要觀念	84
5	系統電路板上的 LSI 支援裝置	
5. 1	8255 可程式化週邊介面 PPI	87
5. 2	8253 可程式化間隔計時器 PIT	93
5. 3	PC 的中斷系統	98
5. 4	8259 可程式化中斷控制器 PIC	100
5. 5	8237 直接記憶存取控制器 DMAC	106
5. 6	PC 系統電路板的方塊圖	111
	第五章的重要觀念	115
6	DRAM 次系統和擴充槽	
6. 1	DRAM 系統的觀念	117
6. 2	擴充槽	127
	第六章的重要觀念	132

7 影像顯示幕

7. 1	光域掃瞄 CRT 顯示幕	133
7. 2	6845 CRT 控制器	136
7. 3	一般顯示系統的方塊圖	140
7. 4	單色顯示幕配接卡的方塊圖	142
7. 5	字元產生器和顯示-RAM	145
7. 6	IBM 單色顯示幕	148
	第七章的重要觀念	152

8 軟式磁碟次系統

8. 1	軟式磁碟次系統	155
8. 2	軟式磁碟機配接卡	160
8. 3	軟式磁碟機配接卡的方塊圖	166
8. 4	軟式磁碟機	169
8. 5	軟式磁碟機和控制電子介面	173
8. 6	軟式磁碟機的校準調整	175
	第八章的重要觀念	183

9 檢修 PC 系統

9. 1	POST	185
9. 2	高等診斷磁片	197
9. 3	置換電路板與修理元件	203
	第九章的重要觀念	209

附錄 A 二進位與十六進位數字系統

A. 1	數位訊號的介紹	211
A. 2	數字的基底和計數	212

A. 3	二進位的加法和減法	214
A. 4	數字系統間的轉換	216
A. 5	十六進位數字系統的介紹	219
A. 6	十六進位轉換成記憶單位 K	221
A. 7	十六進位系統的轉換	222
A. 8	十六進位數字系統的加法和減法	224

附錄 B ASC II 碼

B. 1	標準的數位碼	227
B. 2	ASC II 碼	229
B. 3	可印出的 ASC II 字元	234

第一章

電腦系統的要素

(THE ELEMENTS OF A COMPUTER SYSTEM)

這本書的前兩章提供了研究 IBM PC 所需之有系統與微處理機的基本概念。本章首先介紹一些構成多用途可程式化電腦系統的裝置。

1.1 電腦系統：大電腦、迷你電腦和微電腦(computer systems:mainframes,minis,and micros)

通常電腦可分成三種：大電腦、迷你電腦和微電腦。其分法是根據電腦機體本身的大小以及它在每一次讀寫動作中所處理之資料的位元數、所能定址的記憶體大小和它處理資料的速度等因素決定。隨著科技的進步，這三種電腦之間的區別變得更加微妙。大電腦所能處理的資料之字組長度(word lengths)介於32 到 64 位元間，迷你電腦是16 到 32 位元，微電腦是 8 到 32 位元。

大電腦通常使用在一些有大量的資料需要儲存、搜尋或處理的地方或是一些需要高階數學和統計應用的環境中。銀行、保險公司、生產公司常依賴大電腦來處理繁多的資料和數據。實際上，大電腦是由

許多不同而獨立的電腦所構成，中央電腦做真正的資料處理工作，其他電腦是用來做資料的預前處理 (preprocessing) 以及通訊的工作。大電腦可同時供 100 到 1000 名使用者使用。

大電腦因為使用射極耦合邏輯電路 (Emitter Coupled Logic 即 ECL)，所以有較快的速度。ECL 使用非飽和邏輯準位，速度較 TTL 或 COMS 都來得快。ECL 的邏輯電位是在電晶體特性曲線的線性區，所以電壓準位轉換時不像 TTL 或 CMOS 需將電晶體開關，同時能除去基極和集極間的旁路電容而大大地減少了傳遞延遲時間 (propagation delay)。ECL 電路使用 -5.2V 的電源，典型的輸出電壓，當邏輯 1 時是 -0.9V，邏輯 0 時為 -1.75V。雖然它是速度最快的邏輯電路，卻也有許多缺點如：消耗功率很大、低雜訊臨界電壓而且不能製造高度積體化的電路。

迷你電腦是用在需處理中度量資料的小型商業環境中。學院和大學可能是迷你電腦的最大用戶，在這些學術機構中，迷你電腦常提供一些程式課的教授如文書處理、電子郵遞或用在實驗室的研究工作中。迷你電腦的其他應用包括工廠的控制系統、碼頭裝載工作、電子自動測試系統等。典型的迷你電腦可同時供 24 到 48 個用戶使用。

微電腦革命是歷史上一項影響相當深遠的科技突破，如今微電腦處處可見、它們被用在商業、教育、研究、通訊等領域。一些買不起大電腦或迷你電腦的小企業也能買上幾部微電腦。微電腦在商場的應用包括出存貨的控制、財務、人員、資料庫的管理、文書處理、預測等。個人也可用微電腦來做類似上述的工作。

一些擁有大電腦和迷你電腦的企業使用微電腦做個人的工作站，這些微電腦與大電腦和迷你電腦連線而做終端機使用，線上的使用者可與其他使用者共用系統中的大量資料，如此，微電腦使用者可獲得更多的功能：一個能執行複雜工作的獨立之個人工作站以及從線上的所有工作者獲得重要的資訊。在這種網路中的使用者可送出或收取電子郵件 (electrical mail)、共用周邊設備如印表機等以及獲取一些

公司的消息、行情。

雖然，微電腦目前是電腦世界的主力，然而一種叫工作站 (work station) 的超級微電腦正迅速地佔領迷你電腦和微電腦的市場。工作站實際上是將微電腦和迷你電腦技術合併來製造個人電腦，這些工作站都設計成能直接連線到大電腦網路，如此，工作站使用者可迅速獲取大電腦資料庫的資料，享有昂貴的系統設備如印表機、磁碟裝置、後援裝備、檔案系統等以及其他重要的網路資源。

1.2 電腦的基本結構(basic architecture of a computer)

從大電腦到微電腦、所有的電腦系統都擁有相同的基本結構，這種結構包括四個主要部分：中央處理單元(CPU)、記憶體、輸入部門、輸出部門。如圖 1.1 顯示典型的電腦之方塊圖，必須注意的是在圖 1.1 的裝置與線路隨著不同的電腦系統而有很大的差異。本章的目的在介紹一些適用於所有電腦（與年代、大小及容量等無關）的基本觀念。

中央處理單元(CPU)

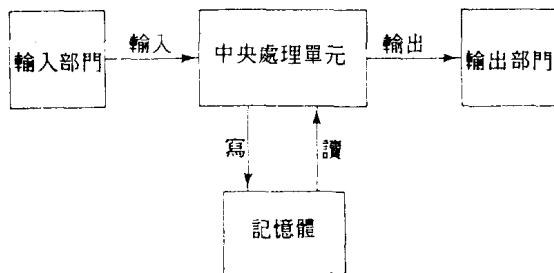


圖 1.1 電腦系統的方塊圖

在大電腦中的 CPU 是由許多電路板構成的，而微電腦的 CPU 是一塊大型積體電路 (LSI) 叫做微處理機 (microprocessor)。大電腦的

CPU 之速度較微電腦快數千倍，其複雜度也遠甚於微電腦。

CPU 可想作是電腦系統的心和腦，通常 CPU 含有以下數個部分：算術邏輯單元(arithmetic/logic unit 即 ALU)、暫存器(registers)、控制和時序電路(control and timing circuitry)以及微程式指令(microprogrammed instructions)等。

算術邏輯單元(ALU)

ALU 執行算術和邏輯的功能，加法、減法和乘法是 ALU 典型的算術功能，AND、OR、XOR 和 NOT 是典型的邏輯功能。

暫存器(registers)

暫存器是 CPU 內的記憶器，一般 CPU 含 4 到 128 個暫存器，這些暫存器按它們所存的資料型態來分類。有些暫存器只是用來儲存位址，有些用來儲存特定型態的資料，有些是多用途的，可儲存任何型態的資料。必須注意的是暫存器中的資料或位址只能儲存一短暫時間，而不像 CPU 外的 RAM，當載入程式資料時，RAM 中的內容常保持不變。在暫存器中的資訊是動態的，必須時常改變以便提供資料給正在執行的指令來完成工作。

存取 RAM 時需要一段相當長的時間，因為微處理機必須將位址放在位址匯流排(address bus)，同時一些訊號也必須放到控制匯流排(control bus)上，此外，在 RAM 內外的位址解碼器(decoders)都有傳遞延遲。因為暫存器是位在 CPU 內，讀寫資料時沒有像在存取 RAM 時的那些訊號，因此，暫存器的存取時間(access time)相當快。通常 CPU 之暫存器的存取時間低於 50 奈秒(ns)，而高速度的 RAM 卻需 120 奈秒。

控制與時序線路(control and timing)

CPU 的另一項重要功能是產生控制時序訊號。所有的 CPU 都有

一時脈(clock)輸入，此輸入是用來做時間標準以便產生處理系統匯流排所需之適當訊號。CPU 製造商所提供的時序圖(timing diagrams)指出了 CPU 所產生的位址、資料和控制訊號之間的關係。

微程式(microprogram)

CPU 是相當靈巧的，它管理系統的匯流排、產生時序和控制訊號、擁有稱為暫存器的內部記憶器、能執行基本的算術和邏輯功能。它如何能執行這些工作呢？它從那裡得到這些智能呢？答案很簡單：CPU 的製造商設計了一個使用者無法修改的內在程式。

區別微程式和一般系統或應用程式設計者所設計的程式之間的不同是很重要的，後者是存在 CPU 外的 RAM 或 ROM 中。當你的程式在執行時，另一個存在 CPU 內之 ROM 中的微程式也在執行。微程式知道如何產生位址和控制訊號以便讀入你的程式，當你的程式要求做加法運算時，微程式是真正將兩個數相加起來的執行者，將暫存器內的資訊讀出或寫入的也是微程式。

微程式是程式的最低階層，每個微指令(microinstruction)直接對若干個電晶體下令，它是硬體的一部分，無法改變。工程師或技術員無需了解微程式如何工作，每個 CPU 都有一組它所能執行的指令集，很顯然地，這組指令集實際上是由微程式執行的。

1.3 記憶體(memory)

圖 1.1 的第二部分是記憶體。除了 RAM 和 ROM 外，電腦系統還擁有各種型式的輔助記憶體，輔助記憶體用來儲存大量的程式和資料。記憶裝置是電腦系統中最大、最昂貴、最複雜的部分。

主記憶體(main memory)

電腦的主記憶體是用來儲存 CPU 正在執行的程式和資料，如果 CPU 想以高速運作，主記憶體必須有很快的存取速度，現在唯一符合