

微型電腦基礎

An Introduction to
Microcomputers



陳金追 譯

科藝出版社

微型電腦基礎

陳金追 譯

科藝出版社

微型電腦基礎

譯 者：陳 金 追
出版者：科 藝 出 版 社
發行者：科 藝 出 版 社
地 址：九龍西洋菜街102號三樓
印刷者：達 華 印 刷 廠
地 址：香港柴灣工廠大廈10樓

譯 者 序

1976年，微處理器方正盛行之際，亞丹·奧斯柏納（Adam Osborne）先生即寫了第一本淺易且廣泛介紹微處理器與微電腦之專書：“An Introduction to Microcomputers”。全書共分四冊，第○冊為入門，第一冊談微處理器與微電腦之基本概念，第二冊為實際微處理器產品介紹，第三冊為支援元件之實際產品介紹。四冊書，第一冊推出後。

立即引起了極大的回響，中文譯本近有十種之多。學微電腦或對微電腦有興趣者之教授、學生、工程技術人員、與業餘人員，無不人手一冊，視之如寶。

該書所以如此轟動，除其出書較早外，主要原因仍是其內容敘述淺易、詳細、完整、且插圖奇多、能一見明瞭，適合泛多初學大眾之口味。昔日白居易所寫的詩「平易近人，老少咸宜」，亞丹·奧斯柏納的這本書亦頗具此種韻味。

今年（1981年），亞丹·奧斯柏納先生又重寫了這冊書，推出第二版。新版除了改進第一版之缺失，對許多主題作新方式且更深入詳盡之討論，溶入微處理器與微電腦領域之最新發展與產品特色外，份量亦大幅增加（第一版僅282頁，而第二版有427頁）。其中包括泡沫記憶器（bubble memory），PROM，EPROM，EAROM，SDLC與HDLC協定，模變器（modem），可規劃計數／計時器，各種定址法，最新十六元微處理器之特色，二進乘／除算演算法，以及採用IEEE協會所建議之微處理器組合語言草案標準介紹指令集等等，內容更見充實完整。

陳 金 迫 謹識

目 錄

序

第 1 章 微處理器與微電腦

- 1-1 何謂微處理器？何謂微電腦？..... 1-1
- 1-2 計算機發展..... 1-4
- 1-3 微處理器與電腦之起源..... 1-10
- 1-4 有關這本書..... 1-13
- 1-5 本書之印刷方式..... 1-13

第 2 章 一些基本觀念

- 2-1 數目系統..... 2-2
- 2-2 二進算數..... 2-9
- 2-3 布林代數與計算機邏輯..... 2-15

第 3 章 記憶器

- 3-1 記憶元件..... 3-2
- 3-2 記憶器的型態..... 3-4
- 3-3 記憶字組..... 3-9
- 3-4 位元組..... 3-11
- 3-5 記憶位址..... 3-12
- 3-6 RAM與ROM位址..... 3-18
- 3-7 記憶字組內含之解釋..... 3-24
- 3-8 單獨成立，純二進數值資料..... 3-24

3-9 有含義之二進數值資料.....	3-25
3-9-1 多字長的二進數值資料.....	3-25
3-9-2 有號二進數.....	3-29
3-9-3 B C D.....	3-35
3-9-4 浮點數.....	3-41
3-10 文字碼.....	3-47
3-11 指令碼.....	3-51

第4章 中央處理單元

4-1 C P U暫存器.....	4-2
4-2 C P U暫存器如何使用.....	4-7
4-3 算術邏輯單元 (A L U).....	4-16
4-4 控制單元.....	4-16
4-5 狀態旗號.....	4-18
4-6 指令執行.....	4-23
4-7 指令時序.....	4-25
4-8 時序圖.....	4-29
4-9 指令週期.....	4-35
4-10 每一指令應做多少事？.....	4-50
4-11 微程式化與控制單元.....	4-59
4-12 微處理器之控制單元.....	4-65
4-13 拼片式之控制單元.....	4-79
4-14 暫存器 / A L U拼片.....	4-85
4-14-1 暫存器區.....	4-90
4-14-2 拼片之 A L U.....	4-93
4-15 拼片式之控制單元.....	4-105
4-16 算術邏輯單元與控制單元組合.....	4-113

第5章 CPU以外之電路

5-1 接上程式與資料記憶器	5-2
5-1-1 ROM	5-2
5-1-2 RAM	5-19
5-2 資料傳出微電腦系統(輸入/輸出)	5-22
5-3 程式化輸入/輸出	5-23
5-3-1 輸入/輸出口	5-23
5-3-2 並行輸入/輸出	5-25
5-3-3 並行輸入/輸出元件之暫存器	5-27
5-4 插斷式輸入/輸出	5-45
5-4-1 插斷之觀念	5-45
5-4-2 插斷請求之處置	5-48
5-5 微處理器對插斷之反應	5-51
5-6 插斷優先順序	5-72
5-7 直接記憶器存取(DMA)	5-85
5-8 週期竊取直接記憶器存取	5-88
5-9 數個外部元件之DMA	5-101
5-10 DMA作業時之資料流徑	5-109
5-11 多巴士之微電腦結構	5-114
5-12 串行輸入/輸出	5-120
5-13 辨認串行資料位元	5-121
5-14 電話線	5-131
5-15 錯誤偵測	5-132
5-16 串行輸入/輸出協定	5-134
5-17 同步串行資料傳輸	5-134
5-18 雙同步協定	5-138

5-19	S D L C 與 H D L C 協定	5-143
5-20	非同步串行資料傳輸	5-151
5-21	--串行輸入／輸出溝通元件	5-154
5-22	串行輸入／輸出元件	5-157
5-23	串行輸入／輸出控制信號	5-162
5-24	模變器之控制信號	5-164
5-25	控制串行輸入／輸出界面元件	5-167
5-26	選取串行輸入／輸出界面元件	5-170
5-27	可程式化計數器／計時器	5-172
5-28	即時時鐘電路	5-179
5-29	微電腦元件中之電路分佈	5-179

第6章 微電腦程式設計

6-1	程式語言之觀念	6-2
6-2	原始程式	6-5
6-3	目的程式	6-7
6-3-1	產生目的程式	6-8
6-4	組合語言	6-11
6-4-1	組合語言之文法規則	6-12
6-4-2	組譯程式之指引	6-20
6-5	記憶體定址	6-24
6-5-1	微處理器之記憶體定址	6-24
6-5-2	隱含記憶定址	6-26
6-5-3	直接記憶定址	6-27
6-5-4	直接定址對隱含定址	6-28
6-5-5	直接記憶定址之變樣	6-29
6-5-6	分頁直接定址	6-33

6-5-7	微電腦之直接記憶定址	6-43
6-5-8	自動加一與自動減一	6-58
6-6	堆疊器	6-59
6-6-1	記憶體堆疊	6-59
6-6-2	CPU堆疊器	6-62
6-6-3	堆疊器如何使用	6-63
6-6-4	副程式巢串與堆疊器使用	6-67
6-6-5	雙重堆疊	6-68
6-6-6	多重堆疊	6-70
6-7	間接定址	6-70
6-7-1	相對間接定址	6-73
6-7-2	迷你電腦與微電腦之間接定址比較	6-74
6-8	索引定址	6-76
6-9	基底相對定址	6-82
6-10	記憶體分段	6-85

第7章 指令集

7-1	CPU結構	7-2
7-1-1	CPU暫存器	7-2
7-1-2	狀態旗號	7-7
7-1-3	定址法	7-7
7-2	指令介紹	7-9
7-2-1	本章所使用之組合語言的文法規則	7-9
7-2-2	輸入／輸出指令	7-11
7-2-3	記憶體選取指令	7-15
7-2-4	第二種記憶體選取（記憶體選取操作） 指令	7-27

7-2-5	立即取入，跳越，與跳越至副程式指令	7-35
7-2-6	立即操作（或運算）指令	7-41
7-2-7	條件分支指令	7-45
7-2-8	暫存器至暫存器搬運指令	7-53
7-2-9	暫存器對暫存器運算指令	7-56
7-2-10	暫存器運算指令	7-62
7-2-11	堆疊指令	7-75
7-2-12	參數傳遞指令	7-77
7-2-13	插斷指令	7-80
7-2-14	狀態指令	7-87
7-2-15	暫停指令	7-89
7-3	指令集摘要	7-89
7-4	更高等微處理器之指令集的觀念	7-95
7-4-1	CPU 結構	7-95
7-4-2	輸入／輸出指令	7-98
7-4-3	記憶體選取指令	7-99
7-4-4	第二種記憶體選取指令	7-100
7-4-5	立即取入、跳越、與跳越至副程式指令	7-101
7-4-6	立即運算指令	7-101
7-4-7	條件分支指令	7-101
7-4-8	暫存器至暫存器搬運指令	7-102
7-4-9	暫存器對暫存器運算指令	7-102
7-4-10	暫存器運算指令	7-102
7-4-11	堆疊指令	7-102
7-4-12	區段（整批）搬運與傳譯指令	7-102

附錄A 標準文數字碼

附錄B 二進乘／除算之演算法

B — 1	簡單之八位元二進乘算	
B — 2	簡單之八位元二進除算	
B — 3	簡單之有號數二進乘／除算	
B — 4	較大二進數之乘／除	
附錄 C	微處理器組合語言之草案標準	
附錄 C — 1	8086 指令之助憶符號·····	C—24
附錄 C — 2	6800 指令之助憶符號·····	C—28
附錄 C — 3	Z80, 8080, 與 8085 指令之助憶符號·····	C—31
附錄 C — 4	LSI—11指令之助憶符號·····	C—35
附錄 C — 5	68000 指令之助憶符號·····	C—39
附錄 C — 6	Z 8000 指令之助憶符號·····	C—44

第 1 章

微處理器 與微電腦

1 - 1 何謂微處理器？何謂微電腦？

電子計算機已經有三十年的歷史了；在這段期間內，計算機在各方面都有重大的進展。最新的進展要算是微電腦（microcomputer，有人稱微型計算機）。至目前為止，以其對計算機工業所造成的衝擊最深遠。微電腦的體積比其它計算機小，而且一般而言，其所能做的事亦較有限。不過，這種差別很快就消失了！對計算之程式設計員（programmer）而言，微電腦並沒有什麼新的花樣。

計算機與計算機系統

計算機（Computer）一詞通常指計算機系統（Computer system）中能真正做計算的部份。除此之外，計算機系統之其它部份主要用以做計算機與操作員之界面（interface，中間橋樑之

意)。因此，若將計算機系統比喻作人，則計算機可以看成是整個計算機系統之“大腦”。在本書，計算機與電腦兩個各詞將通用。

中央處理單元 (CPU)

假使你仔細瞧瞧計算機，你就會發現它事實上就是一個盒子裝著一大堆電子電路。這些電路中有一部份就是計算機之“大腦”，而其它部份只不過是出入大腦之資訊 (information) 的儲藏室與管線罷了。構成計算機之大腦的電子電路通常稱為計算機之中央處理單元 (Central Processing Unit, 簡記為 CPU)。中央處理單元乃每一部計算機之“神經中樞”其為計算機最重要之部份，亦是能真正做計算的部門。為簡單起見，本書此後將直接稱 CPU，而不稱中央處理單元。圖 1-0 所示即為以上所定義之計算機系統，計算機，與中央處理單元三者之關係。

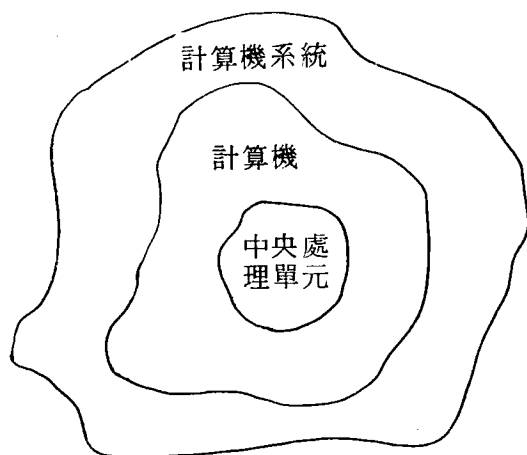


圖 1-0

晶片與DIP

過去幾年，電子電路製作技術有了重大的改變。目前，大量的電子電路已能製作在一小塊極小的矽晶片（silicon chip）上。這種晶片通常包裝成雙列並排狀（Dual In-line Package，簡記為DIP）。圖1-1所示即為一包裝成DIP形成之晶片的放大圖片。

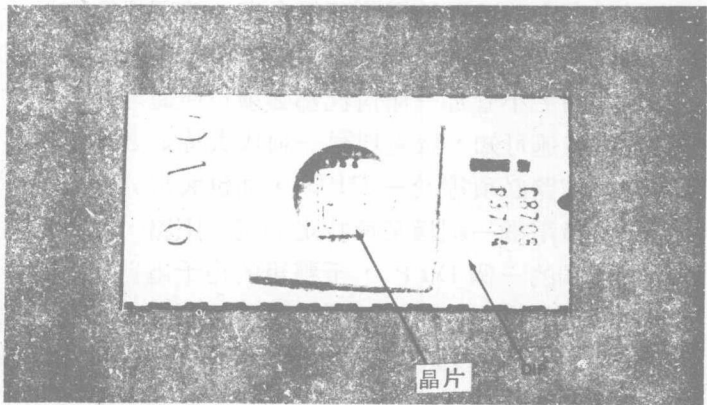


圖 1 - 1 微處理器晶片與DIP

微處理器

微處理器（microprocessor）一詞意指一塊容納一部計算機之中央處理單元以及圍繞CPU之各種“儲藏室與管線”電路之DIP晶片。圖1-1所示即為一部微處理器之照片。

微電腦

以微處理器，連接上必要之記憶器以及輸入／輸出設備，所構成之電腦即稱為微電腦。就包裝形式而言，目前微電腦有兩種形式：

- 1 整部微電腦可做在一塊矽晶片上，並包裝成 DIP 形式。此種微電腦即稱為單晶微電腦（one-chip microcomputer）。單晶微電腦的樣子就如圖 1-1 所示。

- 2 一部微電腦亦可以數個 DIP 加上一些額外的電子電路組成。這些 DIP 與電子電路可組合在一塊印刷電路板上，亦可裝在箱子裡，看起來像一小電腦一樣。不過，為了夠資格稱為微電腦，不管那一種情況都必須以微處理器作為其 CPU。

由以上的敘述可知，微處理器一詞代表特定之電子電路與包裝形式。其電子電路必須等於一 CPU，而包裝形式必須為單晶 DIP。相對地，微電腦一詞指某種特定的電子電路，但却有各種不同之包裝；由單獨的一個 DIP，至整箱的電子電路。

為簡單起見，讀者可以這麼想：微處理器就是做在一塊矽晶片上，包裝成 DIP 形式之中央處理單元。而微電腦則是以微處理器構成之計算機，其可做在單獨一塊矽晶片上，並包裝成 DIP 形式，或由數塊晶片組成。

為了使讀者明瞭微處理器與微電腦之由來，緊接我們簡短地介紹一下整個計算機之發展史。

1-2 計算機發展

當今大型與小型計算機的祖先乃 1950 年所製造的 UNIVAC 1。UNIVAC 1 以真空管組成，雖然體積龐大至充滿整個房間，但其計算能力却不如今日的微電腦。UNIVAC 1 以及後來的真空管計算機均用於極有限的“無目的花費”應用上，其經常用以解一

些不用計算機即無法解出之數學題目。

雙穩態邏輯元件

現代的計算機絕大多數是數位計算機(digital computer)。這種計算機的特色是，由僅能動作於兩種狀態之雙穩態邏輯元件(bistable logic devices)組成。也因此，**於目前之數位計算機內，所有資訊都表示成二進制——不是0，就是1。**

計算機設計之基本觀念實應回溯至偉大的英國數學家查理士·貝比吉(Charles Babbage)。貝比吉於1833所提出之數位計算機的構想，一直沿用至今仍未有重大改變。本書之第2章與第3章將介紹這些基本觀念。

事實上，自計算機工業萌芽以來，計算的基本觀念一直無重大的突破。倒是固態物理的進展變成了推動計算機工業的主要力量。新開發的電子技術不斷地使計算機的價格迅速下跌。不出幾年，市場即被價格更便宜，體積更小，而性能却更優越之產品汰舊換新一次。此種巨潮，來勢洶湧，無可抗拒。至1960年，計算機之價格已跌至值以應用至資料處理上，一般用途計算機隨之到來。

1965年，售價五萬美元之迷你型計算機PDP-8將計算機帶進了實驗室與工廠之生產線。並啓開了迷你計算機紀元。目前，迷你計算機的售價已跌至一千美元。而其應用範圍却隨著價格之下跌不斷擴充。

1971年，美國Intel公司推出世界上第一部微處理器——Intel 4004後，計算機工業的發展又進入了新紀元。此一小精靈使計算機由學校、研究機構、與大公司行號滲透至每一角落，並走進了家庭，控制洗衣機、電爐等日常家用設施。

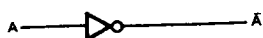
下面，我們緊接就探討主宰計算機進展之固態技術。

電晶體

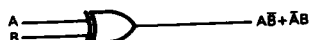
前面說過，最早期的計算機由真空管構成。此種元件雖屬雙穩態（動作時電流流過，不動作時電流全然截止），但因其體積龐大、消耗能量高、且價格昂貴，故其並非構成計算機之理想元件。一九六〇年代，固態物理技術興起，真空管遂由電晶體（transistor）所取代。此種由鍍或矽金屬摻上雜質所得之半導體材料做成的元件，不僅體積與消耗能量大幅減少，作業速度亦大幅提高。

很快地，每一塊半導體材料上所能做的就不只是一個電晶體了，而是多個電晶體與其它諸如電阻等元件共同組成之基本邏輯閘（logic gates）（如下圖所示）。這種將許多原來分離之元件一同做在同一塊晶片上的技術，即稱為**積體電路**（Integrated Circuits，節記為**IC**）技術。

反向器：



互斥閘：



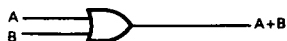
AND 閘：



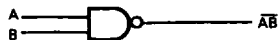
反AND 閘：



O R 閘：



NAND 閘：



然而，這只是一個開始而已。每一晶片上含有 4 個 NAND 閘之