

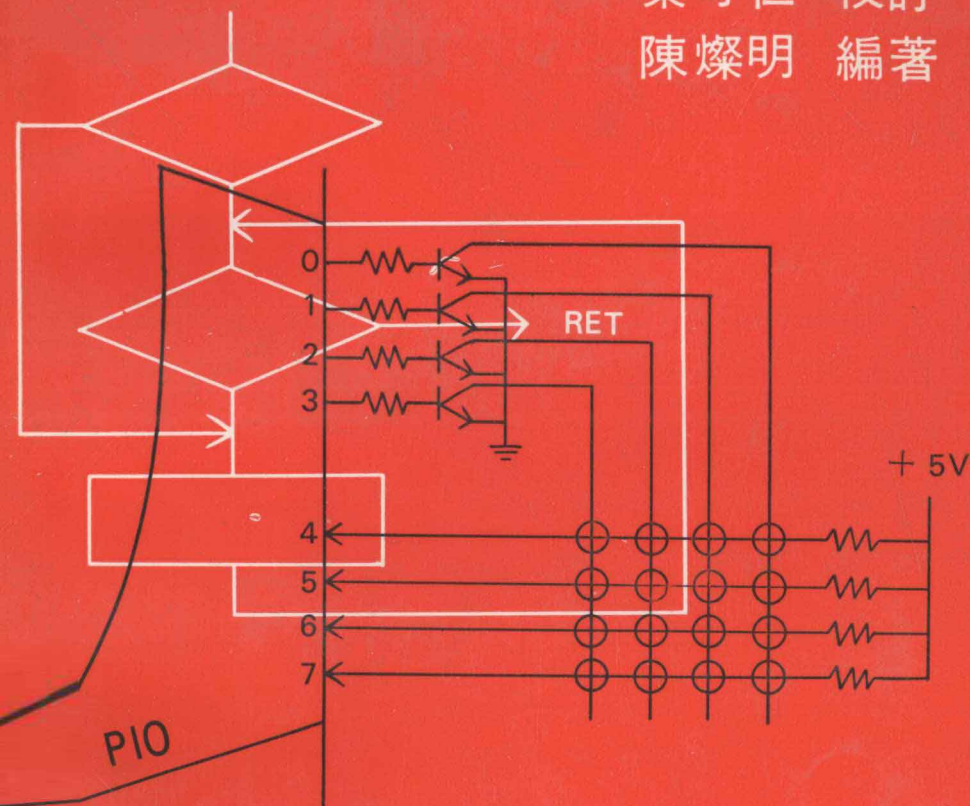
EDU-80 微電腦

軟硬體設計

使用與實驗

秦守仁 校訂

陳燦明 編著

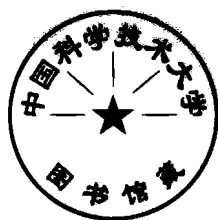


大中國圖書公司印行

EDU-80 微電腦

軟硬體設計 使用與實驗

秦守仁 校訂
陳燦明 編著



序

自從微處理機問世後，時間不過數年，未料其應用之廣泛，發展之神速，大有一日千里之勢，確實震驚了全世界。因此，無論國內外之工商業及學術界人士，莫不掀起探討的熱潮。

我的好友，陳君燦明，平日好學不倦，尤其對於微型電腦，更是鑽研甚勤。每當公畢課餘之暇，莫不埋首於微型電腦之軟體設計及程式實驗，引以為趣；並經常撰文，將其心得在國內著名刊物如電子情報、大眾電子等發表，頗受廣大讀者之熱烈歡迎。

現今，更不辭辛勞，以其流暢文筆，將其個人平日對於微型電腦之研究及實驗所獲，整理成書，公諸同好。我因近水樓台之便，得以先睹為快；深覺其對於微型電腦之軟體設計，極得深入淺出之要；各種應用實驗，尤獲條分縷析之妙。書中雖僅以國內的全亞電子公司的 EDU-80 微電腦學習機，做為研討的典型機種，然而正合目前愛好微型電腦者之需要，因若學會此機種，其他的便易如反掌也。

預料，此書出版後，諒必洛陽紙貴，廣為愛好微型電腦之同好所歡迎也。故樂為之序。

秦守仁

民國七十年二月十五日

於通信電子學校

EDU-80微電腦

目 錄

序

第一章 微電腦的中央處理單元..... 1

1-1 微電腦概說..... 1

1-2 Z-80中央處理單元..... 4

1-2-1 CPU內部構造 5

1-2-2 CPU自記憶體摘取指令 15

1-2-3 CPU接腳與信號 19

1-2-4 CPU時序 23

第二章 Z-80 指令羣 33

2-1 指令表查法..... 34

2-1-1 狀況旗標表示法..... 34

2-1-2 助憶符號與工作代號..... 35

2-1-3 機械碼如何計算..... 40

2-1-4 機械週期與時脈週期..... 45

2-2 認識流程圖..... 47

附錄 Z-80指令的運算碼，狀況及時序摘要..... 52

第三章 EDU-80使用..... 63

3-1 使用者相關硬體認識..... 63

3-1-1	顯示幕.....	63
3-1-2	系統訊號插座.....	66
3-1-3	RAM分配	66
3-1-4	開 關.....	69
3-1-5	錄音機連接插孔.....	69
3-1-6	鍵 盤.....	69
3-1-7	LED指示燈	73
3-2	使用方法.....	73
3-2-1	資料輸入.....	73
3-2-2	資料轉移.....	75
3-2-3	存資料入錄音帶.....	76
3-2-4	自錄音帶取回資料.....	76
3-3	程式執行與偵誤.....	77
3-4	示教板EDU-81的使用.....	87
第四章	基本算術與邏輯實驗	97
4-1	加減法程式實驗.....	97
4-2	乘法程式實驗.....	102
4-3	除法程式實驗.....	113
4-4	二進制對十進制轉換程式實驗.....	124
4-5	十進制對二進制轉換程式實驗.....	129
4-6	二進制碼轉換成格雷碼程式實驗.....	134
4-7	格雷碼轉換成二進制碼程式實驗.....	138
第五章	常用的副程式.....	143
5-1	字形變換副程式.....	143

5-1-1	HEX72一位址 023E.....	143
5-1-2	DSPCOV一位址 023D	144
5-1-3	程式分析.....	145
5-2	字形顯示副程式.....	149
5-2-1	SCAN4一位址 01F3.....	149
5-2-2	SCANKP一位址 01C3.....	152
5-2-3	GETKP一位址 01B3.....	154

第六章 資料排列與尋找..... 159

6-1	交換排列法.....	159
6-1-1	本程式所用暫存器及功能.....	159
6-1-2	流程圖分析.....	160
6-1-3	交換排列程式.....	162
6-2	插入排列法.....	164
6-2-1	要 求.....	165
6-2-2	流程圖分析.....	165
6-3	線性資料尋找.....	168
6-3-1	所用暫存器及功能.....	169
6-3-2	流程圖分析.....	169
6-4	實際的應用.....	173

第七章 中斷實驗..... 176

7-1	NMI 中斷要求	176
7-2	INT 中斷要求	178

第八章 PIO 實驗

187

8-1	概 說.....	187
8-2	Mode 0 工作方式.....	189
8-3	Mode 3 工作方式.....	194
第九章	聲音產生的原理.....	205
9-1	微電腦產生聲音的方法.....	205
9-2	如何產生斷續的鳴音.....	211
9-3	產生多種頻率聲音的設計.....	216
第十章	顯示幕字形變化.....	223
10-1	概 說.....	223
10-2	方向數據有 15 種分為三類.....	225
10-2-1	重 複.....	225
10-2-2	消 失.....	225
10-2-3	顯 示.....	226
10-3	設計方法.....	229
10-3-1	RL 動作.....	229
10-3-2	LR 動作.....	230
10-3-3	IO 動作.....	230
10-3-4	OI 動作.....	231
10-4	程式分析.....	231
10-5	數據實作.....	235
第十一章	數字鐘.....	240
11-1	鍵盤使用.....	240
11-2	本機操作.....	240

11-3	設計要求	242
11-4	記憶位址分配	243
11-5	程式分析	243
11-6	結 論	247
第十二章 賽跑計時器		255
12-1	設計要求	257
12-2	記憶位址	257
12-3	流程圖	259
12-4	程式分析	259
12-5	時間調整	268
第十三章 模擬紅綠燈控制		273
13-1	設計方法	273
13-2	程式分析	279
13-3	結 論	283
第十四章 議會表決系統		287
14-1	設 備	287
14-2	使 用	287
14-3	界面分析	288
14-4	PORT輸出波形分析	291
14-5	記憶位址分配	293
14-6	流程圖分析	294
14-7	程式分析	295
14-8	實 做	301

第十五章 數字遊戲	307
15-1 界面裝置與波形分析	308
15-2 記憶位址	310
15-3 程式分析	310
15-4 結 論	314
第十六章 益智遊戲	317
16-1 使用方法	317
16-2 記憶位址分配	319
16-3 如何控制 LED 的轉態	319
16-4 程式分析	321
16-5 結 論	323
第十七章 電子琴	328
17-1 界面分析	330
17-2 波形分形	331
17-3 掃描程式設計重點	333
17-4 程式分析	337
17-5 結 論	338
第十八章 電腦對號鎖	342
18-1 使用鍵盤	342
18-2 功 能	342
18-3 使 用	343
18-4 界面簡介	343

18-5	記憶位址分配	345
18-6	程式分析	345
18-7	結 論	351
第十九章 電腦音樂		355
19-1	如何控制拍子	356
19-2	如何設計休止音符	359
19-3	如何設計小休止	360
19-4	界面分析	361
19-5	考慮RAM 容量	362
19-6	召用法	364
19-7	條件跳躍法	366
19-8	實際設計	370
19-9	實 作	373
附錄：第一首曲子“小雨中的回憶”		380
第二首曲子“再別康橋”		381
第二十章 多道多段定時器		382
20-1	概 說	382
20-2	界面簡介	384
20-3	記憶位址分配	385
20-4	設計方法	387
20-5	程式分析	391
20-6	結 論	399
第廿一章 電話記憶器		408

21-1	自動電話機基本原理.....	408
21-2	電話機界面.....	410
21-3	使用按鍵.....	413
21-4	使用說明.....	415
21-5	記憶位址分配.....	415
21-6	程式分析.....	416
21-7	實 作.....	426
附錄一	EDU-80 監督程式	439
附錄二	EDU-80 系統電路圖.....	456
附錄三	Z-80 指令碼.....	465

EDU-80微電腦

第一章 微電腦的中央處理單元

1-1 微電腦概說

微電腦 (Microcomputer) 是一種多功能並且屬於通用性的邏輯裝置。其不同於一般的邏輯裝置處，在於具有無限制的功能範圍，而完全操作於程式控制之下。

一般的邏輯裝置，由於廠商係專用來對某項功能而設計製造，因此其內部的邏輯結構只能做某一方面的服務，而對於其他方面的要求則無法達成。茲以 L S I MM 5387 為例，它是一個電子鐘專用的 IC，因此除了計時之外，幾乎無一用處。這麼一個特殊功能的 IC，除非廠商大量地生產製造，否則價格勢必難以降低。早期的電腦設計亦復如此；IC 製造廠商應電腦公司的條件要求，設計製造出者，也只能適用於該機種的邏輯元件；雖然，藉此可組合成大型電腦或迷你電腦，但對於生產少量的元件而言，IC 製造廠商不得不提高其產品的價格。加上要修改電腦或計算機的某個服務機能時，所有的主要元件又必須重新設計其內部邏輯，因此早期的電腦及計算機的製造價格決非一般人所能負擔得起的。

要打破這種生產上的困難與價格上的昂貴，必須要更改以往邏輯結構的專門性，使製造出其具有多方面功能，並可接受外界控制的元件。使其不僅適用於這類機種，亦可適用於其他機種，就是需要更改某些服務工作時，也只須更改控制的方法便可達成。這種通用性的元

件，使得 IC 製造廠商可放心的大量生產，無疑地也降低了價格，使得電腦得以大眾化。

終於，在 1971 年由美國的 Intel 公司推出了第一部商用的微算機 4004，其極小的體積與低廉的價格為電腦工業開創了一個新生的道路，使得日後的電腦進入一個革命性的境界。

由於 Intel 4004 是最初期的產品，缺點是在所難免，但在該公司努力研究改進之下，具有更快速與更廣範功能的 Intel 8080 便問世了，並且在 1976 年波士頓電子大展中被公認為微處理機之王，而成為微處理機的標準。時至今日，8080 的地位已逐漸被另一種功能更廣，性能更佳微處理機所取代，這個微處理機就是本書中將要為各位介紹由 Zilog 公司所生產的 Z-80 微處理機，目前它的應用非常廣泛，事實上，它已成為 8 bits 微處理機的典型機種。

前面曾談到微處理機的新觀念，即可由外界的控制來改變其裝置的邏輯運算。因此一個能分辨出外界要求，且能執行要求的裝置是必須的，這個可由外界控制的裝置即所謂“中央處理單元”(Central Processor Unit) 簡稱 CPU。除此之外，微處理機尚須包括用以儲存工作命令或運算資料的記憶元件(Memory)，以及能與外界互相傳送訊息的輸入/輸出(I/O)裝置。

因此，一個完整的微處理機必須包含三大部份：

- (一)中央處理單元 CPU。——相當於人的大腦。
- (二)記憶體。——相當於人的腦細胞或記憶能力。
- (三)輸入/輸出裝置。——相當於人體的眼、口、鼻、耳、手、腳…。

操作處理機時，必須把一連串的工作命令及資料預先存放在記憶體內；而 CPU 便會自動地從記憶體內取出預先存放的工作命令來分析，並處理工作命令之要求。假若工作命令的要求是令某個元件的輸出端輸出信號電壓時，則 CPU 便會找到工作命令所指定的 I/O 元件

，並經由該元件向外界送出信號。這個用以控制CPU的工作命令又稱為“指令”(Instruction)，而多個指令集成一個有意義的工作事項，即稱為“程式”(Program)。

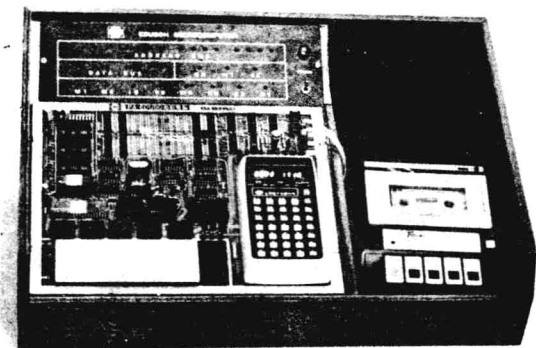
至於與微處理機進行交談而控制其工作的方法有二：一種是適用於微處理機的低階語言，另一種是適用於人類的高階語言。低階語言是一種數字形態，CPU可用以解碼分析並處理之，這是最合乎邏輯的。但各個廠家所設計的CPU一般都具有不同的內部邏輯，因此各型CPU的低階語言也就完全不同，所以希望讀者們運用時要注意不可混淆。高階語言却不然，其可利用人類慣用的語法進行控制，並且每一種電腦所使用的語法且都大同小異，因此使用上甚感方便。如BASIC, FORTRAN, COBOL, PASCAL等，均屬於比較流行的高階語言，係以英文進行交談控制，並且可適用於各型電腦。說也奇怪，CPU也懂洋文，豈非怪哉？其實不然，CPU本身無法分析英文的命令，因此由人類所輸入的高階語言，也是先要經由一段特別設計的編譯程式來將其翻釋成低階語言程式，才能令CPU執行其工作。所以，就學習者的觀點來看，低階語言實在是學習微處理機的基本途徑。

一部微處理機，係由CPU、Memory、I/O等所組成；其可視之部份我們稱之為“硬體”，而可由使用者加入的程式部份則稱之為軟體。學習硬體，可從綫路圖及實際連接得到較高的效果。可是軟體呢？初學者如何能知道自己所設計的程式無誤？有了錯誤又如何更改？因為CPU的工作速度極高，由不得使用者一一檢查命令之成果，所以初學者必須仰賴學習機來練習軟體之設計與偵誤。我國廠商最近製造的EDU-80微電腦即應此而設計出來，它就是以目前最流行的Z-80 CPU為主，配合其他一些易於教學使用的硬體，並附一個使用者程式能顯示運算結果，和協助程式偵誤的高性能的輔助程式，

此輔助初學者易於操作及學習的程式即所謂“監督程式”。

由於EDU-80 微電腦具有高性能的監督程式。使其優於任何一部同樣廉價的學習機，因此乃被廣泛地採用於各大專院校及訓練機構等，成為微處理學習機的標準機種。又基於使用者不計其數，所以本書即以此機做為研討對象，且由淺入深，即從使用着手並及於各種常用的軟體設計技巧，以及各種實用有趣的實驗，以期有助於想研習微處理機之同好們！

1-2 Z-80中央處理單元



EDU-80 微電腦實物圖

瞭解CPU 指令的意義，是學習微處理機的基本途徑，也是必修的一個課題；然而一味地死背指令群的意義是否就代表著能完全靈活運用呢？答案是否定的。因為不瞭解微處理機整個系統或CPU 的工作原理，而只單在指令上繞圈子往往會把頭搞昏的。

一般的微處理機系統，均係由CPU、記憶體、界面裝置等所構成，而其相互之聯繫不外有三種傳送綫。即：

(一)位址綫 (Address Bus 或譯作位址排、位址巴士) 傳送CPU 所送出的選擇位址信號，用以選擇界面裝置或記憶體的某一部分。

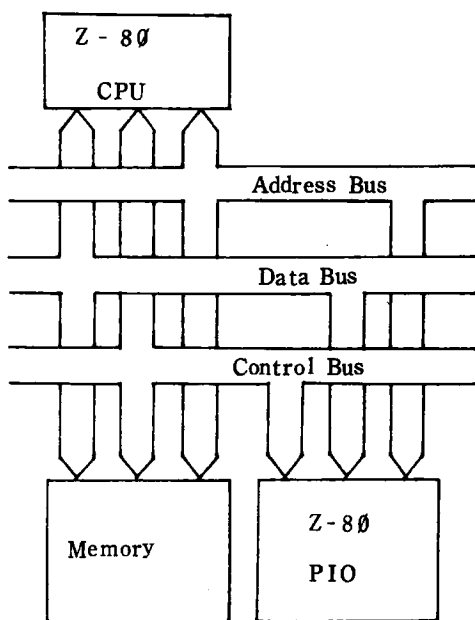


圖 1-1 微處理機簡略系統方塊圖

(二)數據綫 (Data Bus) 傳送 CPU、記憶體、界面等三者相互間欲構成連繫的數據。

(三)控制綫 (Control Bus) 傳送 CPU 對記憶體及界面裝置之要求工作方式信號。

由此三類傳送綫，便可令微處理機系統正常地操作。然而 CPU 又怎樣的來使用這三類傳送綫而工作呢？CPU 送出去的位址選擇信號有何用處？又是根據什麼條件來傳出？CPU 所期望傳出或收到的數據又如何處置呢？本章將會給您一種明確的答案。

1-2-1 CPU內部構造

CPU自Reset之後，所要求的指令一般都是從ROM（僅讀記憶體）位址0000H內取出，因此CPU先自位址綫（Address Bus）

EDU-80 微電腦

電路系統方塊圖

