

Z80 微电脑

软体，硬体

(下册) 陈金追 编译

罗 拔 书 局

780 微電腦

軟體，硬體

(下 冊) 陳金追 編著

羅拔書局印行

Z80微電腦軟體硬體(下)

編著者：陳金追
出版兼：羅拔書局
發行

澳門大馬路 38 號二樓 F 座

印刷者：振興印刷公司
澳門龍巖街 152 號地下

定價：H. K. \$ 20.00

前言

微電腦教育目前正於國內各學校如火如荼地展開。這是一種十分令人鼓舞之現象，亦是一種極為正確之作法。微電腦對社會所帶來之衝擊是無可抗拒的。瞬即，此一小精靈將遍及社會之各行各業，進而與生活之每件事物相結合。但據筆者了解，除一些較具規模之大專院校外，其它許多專科或高工學校之微電腦教學，若非遲未見實現，即實行之效果不彰。究其原因，若非師資、設備與教材不足，即為教法運用不當。有鑑於此，作者特編著此書，期能略盡微薄之力，以收拋磚引玉之效。

微電腦之學習，必須由認識微處理器之內部結構、了解其動作原理開始，學習如何對之作程式設計（亦即如何使用之）。進而再熟悉輸入／輸出之技巧，輸入／輸出界面晶片之構造、功能、與程式規劃。最後將微處理器、ROM、RAM、界面晶片、以及週邊設備等諸系統組件連接在一起，加上必要之軟體，構成一完整之微電腦系統。

本書之內容涵蓋上述範圍。第一章介紹程式設計之基本概念。第二章說明一般微處理器與Z80微處理器之內部結構與動作原理。第三章至第十二章主要談Z80微處理器之組合語言程式設計，其教讀者如何使用Z80 CPU。十三章至十五章則討論輸入／輸出。十三章讀輸入／輸出程式設計，十四章介紹輸入／輸出技巧，十五章描述輸入／輸出界面晶片之內部構造、功能、與如何使用。最後一章則簡短介紹Z80微電腦系統之硬體組成。全書假設讀者以前毫無程式設計經驗，內容敘述淺顯且詳細，並採邊介紹、邊舉例說明，且邊作練習之敘述方式。課文中穿插許多圖解，幫助讀者了解，並備有許多習題，提供讀者最佳練習機會。

本書適用於以Z80微處理器構成之任何微電腦系統，其中包括國

人自製之 Edu-80， PA-800，以及國外進口之 ZDS，ZDOS，以及 TRS-80 等系統。由於作者所知有限，加上時間瑣碎不整，錯誤與瑕疵之處在所難免。誠盼專家先進不吝指正，不勝感激！

編著者

陳金迫 謹識

致讀者

一般初學者都覺電腦很難學，尤其是組合語言程式設計，學了好幾遍以後還是不能甚解。其實，這也無所值得驚訝的。因為，學習組合語言程式設計必須具備符號思考能力，以及計算機系統組織與硬體方面較專門之基礎，而不如學 BASIC，FORTRAN，或 COBOL 等高階語言，學者祇需具備高中數學、英文程度，與簡單之邏輯思考能力即可。雖非必要，但具有某一高階語言（如 BASIC 或 FORTRAN）之程式設計經驗，對學組合語言程式設計會有助益。因為，這樣可先使您了解計算機到底是怎麼回事——其到底能“做什麼”，以及其究竟“如何”在做事（如何一步一步地執行程式）。

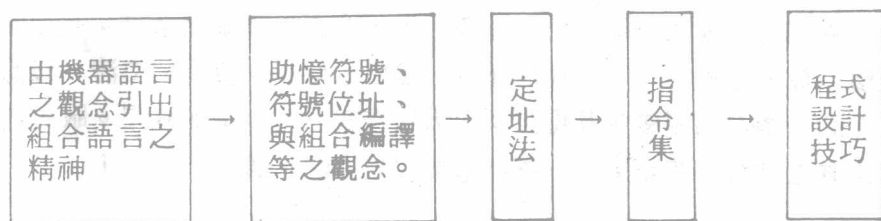
根據作者之經驗，一般初學者最覺困惑之處有：記憶位址與記憶內含之觀念、符號位址之觀念、定址法之意義與使用、以及虛指令之使用等等。除記憶位址與記憶內含之觀念可參考余所著之“微電腦基礎”一書外，其餘的在本書都有詳細介紹。此外，指令集之龐大複雜亦常令初學者有捉不著重心之感。因此，如何抓住重心與學到組言之精髓乃最重要之課題。初學程式設計者應將重點置於隱含、即、直接（擴展）、與索引等基本定址法之意義與使用的了解，資料傳送、算術、邏輯、移位旋轉、與跳越等指令之運算功能了解，以及各種特定程式之設計技巧的了解（例如，多段算術如何製作，乘除算程式如何設計等等）三方面。

「熟能生巧」，乃學習計算機程式設計之最佳座右銘。多找題目寫程式上機，是唯一的最佳學習途徑。此外，多讀別人之程式（必須是好的程式），以他人之經驗為自己之經驗，是增進自己程式設計技巧之最快方法。初學電腦時滿腦子疑問是正常的，而且是好事，切莫因此而灰心。遇有疑難就要多查資料多發問，來一個解決一個。如此，進步就會很神速。問題問多了，——得到解答，有一天您就會撥雲

見天，豁然開朗。屆時，順水推舟之日即已來到！

致教師

講授計算機程式設計的確是一種高超之“藝術”，尤以組合語言程式設計爲然。一般而言，若學生已具備計算機系統組成與動作原理方面之基礎，則介紹此一門課之大致程序爲：



先具基礎：
計算機系統組成與動作原理。
機器指令格式。
記憶位址與記憶內含觀念。

邊介紹指令
邊講解程式。
順便說明虛
指令使用。

副程式，
MACRO，
結構化程
式設計。

指令集介紹時，必須邊介紹指令，邊舉程式例題，並作講解，然後讓學生作練習。若時間不足，教師可視狀況介紹每一類指令中某幾個較常用者即可，而不必所有指令均一一介紹完畢。甚至，某一指令亦不必其所有的定址法均介紹完盡。指令集之介紹可依下列之順序：

- 1 資料搬運指令（取入、存出）。寫一最簡單之程式。
- 2 算術指令（加、減）。程式舉例可舉兩數相加，兩數相減，多段算術，與BCD算術等例題。
- 3 邏輯運算指令。介紹AND, OR, XOR等指令之功用與常見應用，如資料合併、分離、保留、與測試等。
- 4 跳越指令（形成迴路）。例舉求一系列數目之和的例子，順便說明索引定址之功效。
- 5 比較指令。舉求最大（小）值例題。介紹排序（sorting）與

搜尋 (searching) 技巧。

6. 移位與旋轉指令。介紹軟體乘 / 除算程式。

7. 輸入 / 輸出指令。介紹輸入 / 輸出作業之概念。

每階段一舉例講解後，立即指定習題，讓學生上機練習。先指定類似習題，再指定具創造性習題。

程式設計涉及了解與使用許多之規則，工作精細而瑣碎。教師必須懷以最大之耐心，不厭其煩地一一為學生解惑、偵錯，澄清其觀念，（此一個別指導機會甚為重要）方能苦盡甘來，漸顯效果。眼見自己灌溉之幼苗開花結果那份喜悅是無法言喻的，讓您我共勉！

目 錄

第七章 算術程式

7-1 加 算	471
7-1-1 八位元加算	471
7-1-2 十六位元加算	474
7-2 減 算	477
7-3 BCD算術	479
7-3-1 八位元BCD加算	479
7-3-2 十六位元BCD加算	481
7-3-3 濃縮BCD減算	482
7-4 乘 算	484
7-4-1 8×8 乘算	486
7-4-2 改良之 8×8 乘算程式	492
7-4-3 16×16 乘算	496
7-5 除 算	498
7-6 比較運算	504

第八章 移位、旋轉、與位元運作

8-1 邏輯移位	511
8-2 旋轉型移位	516
8-3 算術移位	520
8-4 BCD數字移位	522

8-5	位元運作	526
-----	------	-----

第九章 表列與表格處理

9-1	資料串	
9-2	表格作業	544
9-2-1	表格索引	544
9-2-2	剔除一已知元素	547
9-2-3	加入一新元素	550
9-2-4	二分搜尋	553
9-3	表列作業	557
9-3-1	泡浮排序	559
9-3-2	單端連鎖表列	565

第十章 程式設計技巧

10-1	表格跳越	572
10-2	副程式	578
10-2-1	何謂副程式	578
10-2-2	副程式之叫用與回返	578
10-2-3	副程式之使用及優缺點	583
10-2-4	參數傳遞	587
10-2-5	副程式巢串	588
10-2-6	副程式文書	590
10-3	Z80 副程式之特色	593
10-3-1	條件叫用與回返	593
10-3-2	重始指令	596
10-4	再進入	599

第十一章 常用副程式

11-1	比較副程式	604
11-2	計時副程式	606
11-3	乘除副程式	609
11-4	多段算術常式	612
11-5	ASC II 至基底X之轉換	614
11-6	基底X至ASC II 之轉換	620
11-7	資料填補常式	623
11-8	資料串比較常式	625
11-9	找最大值副程式	626
11-10	泡浮排序副程式	629
11-11	表格搜尋常式	632

第十二章 Z80 CPU之界面信號與時序

12-1	位址與資料巴士	634
12-2	巴士控制信號	636
12-3	記憶體控制信號	636
12-4	輸入／輸出信號	637
12-5	其他CPU 控制信號	638
12-6	與插斷有關之信號	639
12-7	Z80 CPU之電特性	640
12-8	M1 週期	643
12-9	記憶體資料讀取與寫入週期	645
12-10	輸入與輸出週期	648
12-11	巴士請求／認可週期	650
12-12	插斷請求／認可週期	651
12-13	不可罩蓋插斷週期	653
12-14	脫離暫停	654

第十三章 輸入／輸出程式設計

13-1	輸入／輸出指令	656
13-1-1	累加器輸入／輸出指令	657
13-1-2	使用暫存器C之輸入／輸出指令	662
13-1-3	整批輸入／輸出指令	663
13-2	產生脈衝信號與延遲	668
13-3	資訊傳遞之方式	676
13-3-1	並行資訊傳輸	676
13-3-2	串行資訊傳輸	680
13-4	與輸入／輸出設備溝通	685
13-4-1	握手連絡	686
13-4-2	七段LED顯示	686
13-4-3	電傳打字機輸入／輸出	692
13-4-4	印出一串文數字	698

第十四章 輸入／輸出技巧

14-1	取樣	701
14-2	插斷	705
14-2-1	何謂插斷	705
14-2-2	插斷之用途	706
14-2-3	插斷處理	708
14-2-4	可罩蓋與不可罩蓋插斷	711
14-2-5	Z80 插斷之致／禁能	712
14-3	Z80 之插斷系列	714
14-4	巴士請求	716
14-5	不可罩蓋插斷	716
14-6	可罩蓋插斷	718

14-6-1	插斷型態 0	719
14-6-2	插斷型態 1	722
14-6-3	插斷型態 2 (向量式插斷)	723
14-6-4	多個設備共用同一插斷線	727
14-6-5	巢串插斷	732
14-6-6	與插斷有關之 Z80 指令	734
14-7	直接記憶體存取 (DMA)	736

第十五章 輸入 / 輸出界面電路

15-1	Z80-PIO	740
15-1-1	特 性	740
15-1-2	接腳說明	741
15-1-3	內部結構	745
15-1-4	作業型態	748
15-1-5	插斷與重置	751
15-1-6	程式規劃	754
15-1-7	插斷服務	757
15-1-8	應 用	761
15-2	Z80-CTC	763
15-2-1	接腳功能	764
15-2-2	內部結構	767
15-2-3	作業型態	774
15-2-4	程式規劃	776
15-2-5	時 序	781
15-2-6	插斷服務	784

第十六章 組成一微電腦系統

16-1	最小之 Z80 系統	789
------	------------	-----

16-2	ROM與RAM之界面	793
16-3	動態記憶體之界面	795
16-4	記憶體速度控制	797
16-5	Z80 PIO之界面	798
附錄A	十六進制轉換表	802
附錄B	: ASCII 轉換表	803
附錄C	: 相對跳越位移表	804
附錄D	: 十進數與BCD轉換	805
附錄E	: Z80 指令碼	806
附錄F	: Z80 與 Z80 指令對等	813
附錄G	: 8080 與 Z80 指令對等	814

算 術 程 式

於介紹過取入指令後，本章，我們開始探討如何以 Z 80 之算術指令，構成各種算術程式。本章採用由淺入深之漸進介紹方式，從最簡單兩數相加之三指令程式，至多段加減程式，逐步發展至軟體之乘算與除算程式。讀完本章以後，讀者將熟悉 Z 80 各算術運算指令之功能與用法，以及各種軟體算術程式如何設計。

本章最後一節順便討論比較指令之應用。

7-1 加 算

7-1-1 八位元加算

最簡單之算術就是兩八位元運算元之相加。假設兩運算元分別儲存於位址 ADR 1 與 ADR 2 之記憶位置，而結果欲存於位址 ADR 3 之記憶位置，則下述之程式可達成目的：

例 7-1 兩八位元運算元相加

；此一程式將位址 ADR 1 與 ADR 2 兩記憶位置之內含相加，結果（
；兩數之和）存於位址 ADR 3 之記憶位置。

；

LD	A, (ADR1)	; 第1 運算元取入累加器。
LD	HL, ADR2	; 第2 運算元位址取入 HL。
ADD	A, (HL)	; 第2 運算元加至累加器。
LD	(ADR3), A	; 結果存回記憶體。
HALT		; 結束。
ADR1	DEFB 25H	; 設第1 運算元為23H。
ADR2	DEFB 43H	; 設第2 運算元為45 H。
ADR3	DEFS 1	; 為結果保留一記憶位置。
END		; 程式完了。

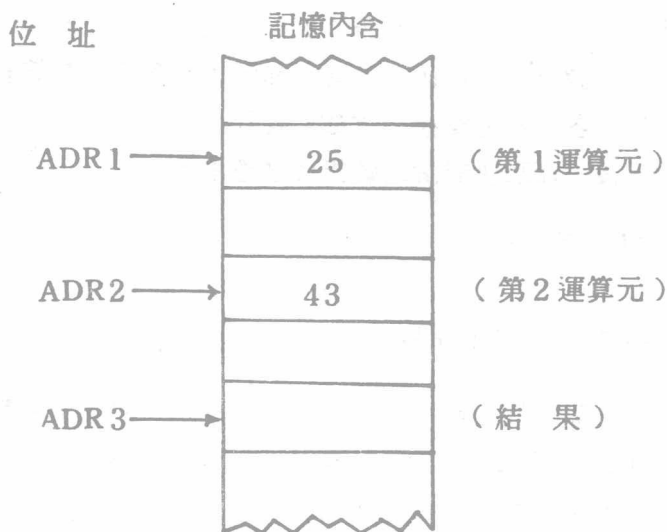


圖 7-1 八位元加算。25H + 43H = 68H

圖 7-1 所示即為例 7-1 之程式所處理之資料儲存在記憶體內之情形。為了解說方便起見，我們假設第 1 運算元與第 2 運算元分別為 25H 與 43H。

圖 7-2，7-3 與 7-4 所示則為例 7-1 程式之執行情形。如圖 7-2 所示，Z80 CPU 執行第一指令時，先透過位址巴士，將運算元位址