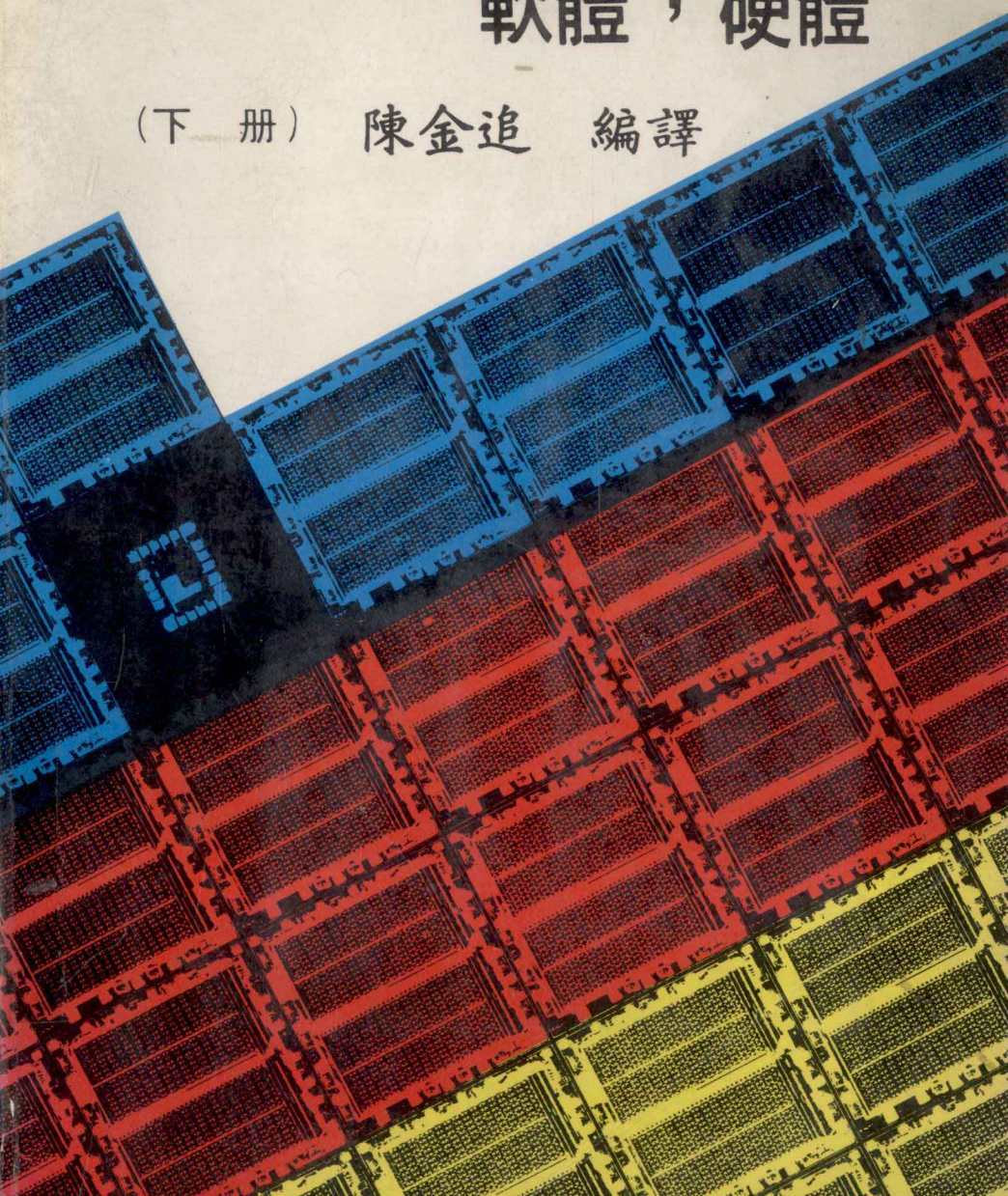


80微電腦

軟體，硬體

(下 冊) 陳金追 編譯



Z80 微電腦

軟體，硬體

(下 冊) 陳金追 編著

羅拔書局印行

z 80微電腦軟體硬體 (下)

編著者：陳金追

出版兼發行：羅拔書局

澳門大馬路 381 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

陳金追 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）。

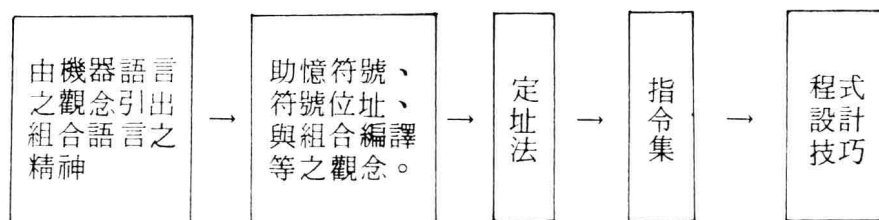
根據作者之經驗，一般初學者最覺困惑之處有：記憶位址與記憶內含之觀念、符號位址之觀念、定址法之意義與使用、以及虛指令之使用等等。除記憶位址與記憶內含之觀念可參考余所著之“微電腦基礎”一書外，其餘的在本書都有詳細介紹。此外，指令集之龐大複雜亦常令初學者有捉不著重心之感。因此，如何抓住重心與學到組合語言之精髓乃最重要之課題。初學程式設計者應將重點置於隱含、立即、直接（擴展）、與索引等基本定址法之意義與使用的了解，資料傳送、算術、邏輯、移位旋轉、與跳越等指令之運算功能了解，以及各種特定程式之設計技巧的了解（例如，多段算術如何製作，乘除算程式如何設計等等）三方面。

「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，一一得到解答，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	608
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	625
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	動態記憶器之界面	795
16—4	記憶器速度控制	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

第 7 章

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 23 H。
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。

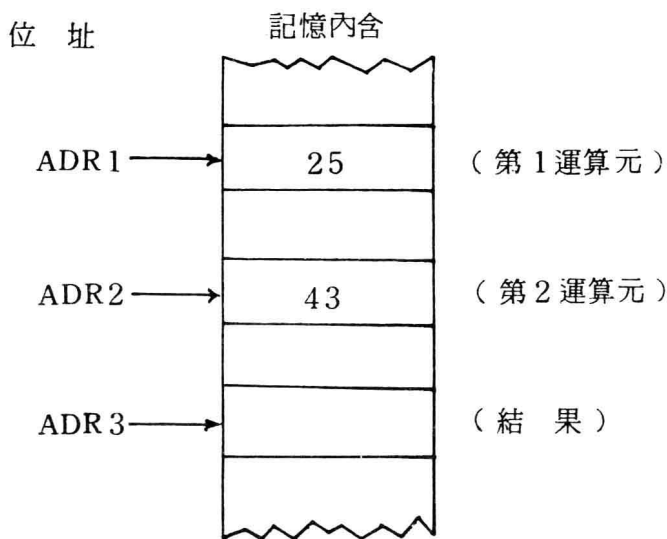


圖 7-1 八位元加算。25H + 43H = 68H

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