

科技用書

8080A/8085

ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING

微 電 腦

組 合 語 言 程 式

國際編譯社編輯部編



國際編譯社編印

科 技 用 書

8080A/8085

ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING

微 電 腦

組 合 語 言 程 式

國 際 編 譯 社 編 輯 部 編

國 際 編 譯 社 編 印

科技用書

微電腦組合語言程式

編譯者：國際編譯社編輯部

出版者：國際編譯社

發行者：國際編譯社

澳門歐華利街680號

印刷者：偉聯印刷公司

澳門草堆街151號

定價：H. K. \$ 35.00

譯 者 序

自從電子計算機問世以來，已經有三十多年的歷史了，現在，在我們社會上的各種活動裏，幾乎是少不了它。除了在科學上的數值計算之外，對於各種資料之處理，分類及統計等，更具有快捷確實的功能。只是一般大計算機的價格，相當昂貴，維護也不易。因此，用途雖然很廣，却不是一般的使用者所購買得起的。在許多應用上，效用也不能完全發揮，或是受到限制。

自從 1971 年，美國 Intel 公司推出了 8008 微處理機之後，震驚了整個電子界，許多的電子廠商也紛紛研究製造，性能不斷地改進，用途也日益擴大。目前用微處理機所發展出來的微計算機，除了在速度方面之外，在性能上，已經能夠與傳統的迷你計算機相抗衡了。更由於價格低廉，設計簡單，所以已經在計算機中開拓了一個新的領域。

一般的大計算機，多半是使用與人類語言相近的高階層語言，如 FORTRAN, PL/I, COBOL, BASIC, ALGOL 等；對於計算機內部的結構，以及硬體等方面的情形，使用者完全不需要去瞭解就能使用。

微處理機雖然也有採用高階層語言的。但是目前大多數的微處理機使用者，是採用組合語言來作程式的，這是因為目前微處理機在應用上，很多是與機器本身有關的，尤其是在作控制方面的用途時，更是非用組合語言不可。因此，一位微處理機的工程師，除了必須瞭解所用的微處理機外，還必須把所遇到的問題，與機器的邏輯之間相關聯，所以就必須學習組合語言，不但對日後的軟體發展上能建立基礎，更能夠徹底地瞭解微計算機內部的結構與機能。

目前的微處理機，種類非常之多，其所用的組合語言也各有不同。Intel 公司在 1973 年把 8008 加以改進，產生了 Intel-8080，不但在速度上增快了十倍，並且在軟體及硬體上之性能都大大改進了。自此以後，8080 成了微處理機的標準。並被公認為最適合於資料處理，控制以及通信等用的電子元件，以 8080 之結構為基礎發展的微計算機，超過了其他微計算機系統之總和，目前生產 8080 微處理機的公司有 Intel, NEC, TI, NS 與 AMD (9080 A) 等。Intel 公司在

1977年，把8080微處理機的一些缺點改良，並且把MCS-80系列中的8080 CPU，8224時脈產生器以及8228系統控制器合成了一個40個接腳的8085微處理機，8085比8080在硬體上，多了串列輸入與串列輸出兩個接腳，軟體上多了SIM，RIM兩個指令，速度也提高了一些。

本書是討論8080 A／8085的組合語言程式計劃，讀者若是已經對微處理機有些基本概念，想要開始學習組合語言，可以先從第三章開始，先瞭解各個指令之意義與用途，再繼續第四章至第十章的例題，從事實際的實習。實習可以在以8080 A／8085為基礎的微計算機上來操作，或是在以Zilog Z-80為基礎的微計算機上來操作。用Z-80系列的微計算機時，必須用目的碼直接輸入，這是因為8080的指令集是Z-80指令集的子集，簡字符號不同，但是目的碼完全相同，目前有全亞公司出品的Edu-80微計算機是用目的碼輸入的，可採用之。第十一章以後，將軟體與硬體配合起來，並討論系統發展的步驟與範例等。

本書內容之例題，大多是實際應用上的典型例子。每章之後，並附有一些習題。讀者如能徹底瞭解，就能對微計算機系統有整體的瞭解。

本書出版之後，盼能供從事微處理機工作或有志於微處理機研究者之閱讀、學習及參考。唯因匆促付印，錯誤在所難免，尚盼先進與讀者不吝指正。

目 次

第 1 章 組合語言程式計劃之緒論

(INTRODUCTION TO ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING)..... 1

指令的意義	1
計算機程式	2
程式計劃之問題	3
使用八進位或是用十六進位	3
指令碼的簡字符號	5
組譯程式	7
組譯程式其他的性能	8
組合語言的缺點	9
高階層語言	10
高階層語言的優點	11
高階層語言的缺點	12
微處理機的高階層語言	14
你要採用那一種階層的語言 ?	16
未來的發展如何 ?	17
爲什麼要寫這本書 ?	17

第 2 章 組譯程式 (ASSEMBLERS)..... 19

組譯程式的性能	19
組譯程式的指令	19

標記	21
組譯程式的運算碼 (簡字符號)	23
假指令	24
DATA 假指令	24
EQUATE (或 EQUALS) 假指令	26
ORIGIN 假指令	28
RESERVE 假指令	29
HOUSEKEEPING 假指令	30
有標記的假指令	31
位址欄與運算元欄	31
條件式組合	34
巨集	34
註解	36
組譯程式的類型	37
誤差訊息	39
載入程式	40

第 3 章 8080 A與8085的組合語言指令集 (THE 8080A AND 8085 ASSEMBLY LANGUAGE INSTRUCTION SETS)... 41

CPU 的暫存器以及狀態旗號	42
8080 A 與 8085 的記憶器定址法	44
縮寫	48
狀態旗號	49
指令的簡字符號	50
指令的目的碼	50
指令的執行的時間與指令碼	50
ACI 一把即時資料與進位旗號加入累積器之中	60
ADC 一把暫存器或記憶器之內容與進位旗號加入累積器之中	61
ADD 一把暫存器或記憶器之內容加入累積器之中	63

ADI	一把即時資料加入累積器之中	64
ANA	一把暫存器或記憶器之內容與累積器作AND 運算	65
ANI	一把即時資料與累積器作AND 運算	67
CALL	一召用在運算元中所標示的副常式	69
CC	一若進位旗號等於1，則召用在運算元中所標示的副常式	70
CM	一若正負號旗號等於1，則召用在運算元中所標示的副常式	70
CMA	一把累積器之內容變為補數(1的補數)	71
CMC	一把進位旗號變為補數	72
CMP	一把暫存器或累積器之內容與累積器作比較	73
CNC	一若進位旗號等於0，則召用在運算元之中所標示的副常式	75
CNZ	一若零值旗號等於0，則召用在運算元中所標示的副常式	76
CP	一若正負號旗號等於0，則召用在運算元中所標示的副常式	76
CPE	一若同位旗號等於1，則召用在運算元中所標示的副常式	77
CPI	一把累積器之內容與即時資料作比較	78
CPO	一若同位旗號等於0，則召用在運算元中所標示的副常式	79
CZ	一若零值旗號等於1，則召用在運算元中所標示的副常式	80
DAA	一把累積器之內容作十進位調整	81
DAD	一把一對暫存器之內容，加入H與L暫存器之中	82
DCR	一把暫存器或記憶器之內容減值	83
DCX	一把一對暫存器之內容減值	85
DI	一制止中斷	86
EI	一允許中斷	87
HLT	一暫停	88
IN	一把資料輸入累積器之中	89
INR	一把暫存器或記憶器之內容增值	90

INX	一把一對暫存器之內容增值	92
JC	一有進位時跳越	93
JM	一在負號時跳越	94
JMP	一跳越至運算元所標示的副常式	94
JNC	一在沒有進位時跳越	95
JNZ	一若零值旗號等於 0 時跳越	96
JP	一若正負號爲正時跳越	96
JPE	一若同位爲偶時跳越	97
JPO	一若同位爲奇時跳越	97
JZ	一若零值旗號等於 1 時跳越	98
LDA	一用直接定址法把記憶器中的資料載入累積器之中	99
LDAX	一把暫存器配對所定址的記憶器位置之內容載入累積器之中	100
LHLD	一把資料記憶器之內容直接載入 H 與 L 暫存器之中	101
LXI	一把即時的 16 位元資料載入一對暫存器之中	102
MOV	一移動資料	103
MVI	一把即時資料載入暫存器或記憶器之中	105
NOP	一沒有動作	107
ORA	一把暫存器或記憶器之內容與累積器作 OR 運算	108
ORI	一把即時資料與累積器作 OR 運算	110
OUT	一把資料從累積器中輸出去	111
PCHL	一跳越至由 HL 所定址的指令	112
POP	一從堆疊器的頂層讀取資料	113
PUSH	一把資料寫入堆疊器的頂層	114
RAL	一把累積器之內容經過進位旗號向左旋轉	115
RAR	一把累積器之內容經過進位旗號向右旋轉	116
RC	一若進位旗號等於 1 時歸回	117
RET	一從副常式歸回	118
RIM	一讀取中斷罩幕	119
RLC	一把累積器之內容向左旋轉	120
RM	一若正負號旗號等於 1 時歸回	121

RNC	—若進位旗號等於 0 時歸回	121
RNZ	—若零值旗號等於 0 時歸回	122
RP	—若正負號旗號等於 0 時歸回	123
RPE	—若同位旗號等於 1 時歸回	124
RPO	—若同位旗號等於 0 時歸回	124
RRC	—把累積器之內容向右旋轉	125
RST	—重新開始	126
RZ	—若零值旗號等於 1 時歸回	127
SBB	—把暫存器或記憶器之內容與借位從累積器中減去	128
SBI	—把即時資料與借位從累積器中減去	130
SHLD	—用直接定址法把 H 與 L 暫存器之內容存入記憶器之中	131
SIM	—置定中斷單幕	131
SPHL	—把 H 與 L 暫存器之內容載入堆疊指引器中	133
STA	—用直接定址法把累積器之內容儲存至記憶器之中	134
STAX	—把累積器之內容儲存到由一對暫存器所定址的記憶器位置之中	135
STC	—置定進位旗號	136
SUB	—把暫存器或記憶器之內容從累積器中減去	137
SUI	—把即時資料從累積器中減去	139
XCHG	—把 DE 暫存器以及 HL 暫存器之內容互相交換	140
XRA	—把暫存器或記憶器之內容與累積器作 XOR 運算	141
XRI	—把即時資料與累積器作 XOR 運算	142
XTHL	—把堆疊器頂層之內容與 HL 互相交換	144
INTEL 8080A 與 8085 組譯程式的變換		145
組譯程式的欄之結構		145
標記		145
假指令		145
有標記的假指令		147
位址		147
條件式組合		149

巨集.....	149
BNPF 格式.....	150

第4章 簡單的程式 (SIMPLE PROGRAMS).....151

例題的一般格式.....	151
--------------	-----

習題的要點.....	152
------------	-----

例題.....	154
---------	-----

1 的補數.....	154	語句分解.....	159
------------	-----	-----------	-----

8 位元加法.....	155	在兩個數目中尋找較大者.....	160
-------------	-----	------------------	-----

向左移位一個位元.....	156	16 位元加法.....	162
---------------	-----	--------------	-----

把四個MSBs 遮除.....	157	平方值表.....	164
-----------------	-----	-----------	-----

把一個記憶器位置之內容	16 位元的 1 之補數.....	166
-------------	-------------------	-----

清除.....	158
---------	-----

習題.....	167
---------	-----

2 的補數.....	167	語句組合.....	168
------------	-----	-----------	-----

8 位元減法.....	167	在兩個數目中尋找較小者.....	168
-------------	-----	------------------	-----

向左移位 2 個位元.....	168	24 位元加法.....	169
-----------------	-----	--------------	-----

把四個LSBs 遮除.....	168	平方值的和.....	169
-----------------	-----	------------	-----

把一個記憶器位置的所有	16 位元的 2 之補數.....	170
-------------	-------------------	-----

位元均置為 1.....	168
--------------	-----

第5章 簡單的程式循環 (SIMPLE PROGRAM LOOPS)..... 171

例題.....	173
---------	-----

資料的和.....	173	尋找最大值.....	180
-----------	-----	------------	-----

16 位元資料的和.....	176	辨明一個二進位分數.....	183
----------------	-----	----------------	-----

負值元素的數目.....	178
--------------	-----

習題.....	185
---------	-----

資料的核對和.....	185	零的個數.....	186
-------------	-----	-----------	-----

16 位元資料的和.....	185	尋找最小值.....	186
----------------	-----	------------	-----

一系列數目中正數、負數與	計算位元為 1 的個數.....	186
--------------	------------------	-----

第6章 字元碼資料

(CHARACTER-CODED DATA)..... 188

例題.....189

- | | |
|--------------------|--------------|
| 一串字元的長度.....189 | 在ASCII字元加上偶同 |
| 尋找第一個非空格字元.....193 | 位.....199 |
| 把前端的零用空格取代.....196 | 圖型匹配.....202 |

習題.....205

- | | |
|---------------------|---------------|
| 電傳打字機訊息的長度.....205 | 核對ASCII字元中的偶 |
| 尋找最後一個非空格字元.....205 | 同位.....207 |
| 截取十進位字串成為整數 | 字串的比較.....207 |
| 形態.....206 | |

第7章 碼的變換 (CODE CONVERSION)..... 209

例題.....209

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 十六進位變換為ASCII.....209 | BCD 變換為二進位.....217 |
| 十進位變換為7節.....212 | ASCII字串變換為二進 |
| ASCII變換為十進位.....215 | 位數目.....218 |

習題.....221

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ASCII變換為十六進位.....221 | 二進位變換為BCD.....222 |
| 7節變換為十進位.....221 | 二進位數目變換為ASCII |
| 十進位變換為ASCII.....221 | 字串.....222 |

第8章 算術問題

(ARITHMETIC PROBLEMS)..... 223

例題.....223

- | | |
|------------------|----------------|
| 複準度加法.....223 | 自身核對數—DOUBLE |
| 十進位加法.....226 | ADD DOUBLE, |
| 8位元二進位乘法.....229 | MOD 10.....238 |
| 8位元二進位除法.....233 | |

習題.....242

複準度減法	242	定了正負號的二進位除法	244
十進位減法	242	自身核對數—ALIGNED	
8 位元與 16 位元的二進		1, 3, 7 MOD 10	244
位乘法	243		

第9章 表與序列 (TABLES AND LISTS) ... 246

例題	246		
在序列中加入單元	246	用資料取代一鏈	252
核對一個按次序排列的序		8 位元之分類	255
列	249	使用跳越表的鍵	258
習題	261		
從序列中移出單元	261	在鏈式序列中加入元素	262
在一個按次序排列的序列		16 位元之分類	262
中加入單元	261	使用一個按次序的跳越表	263

第10章 副常式 (SUBROUTINES) ... 264

副常式的說明書	266		
例題	267		
十六進位變換為ASCII	267	同位	274
一串字元的長度	271	圖型匹配	277
在ASCII 字元中加入偶		複準度加法	281
習題	284		
ASCII 字元變換成十六		核對ASCII 字元中的偶	
進位	284	同位	285
一串電傳打字機訊息的長		字串的比較	285
度	284	十進位減法	286

第11章 輸入／輸出 (INPUT／OUTPUT) ... 287

定時之間隔 (延遲器)	293
延遲常式	296
例題	297

延遲程式.....	297	多位置開關.....	308
按鈕 (或 SPST 開關)	299	單一 LED	315
雙位置開關 (或 SPDT 開關)	304	7 節 LED 顯示管.....	318
習題.....			325
開或關的按鈕.....	325	用指示燈記錄開關的位置.....	326
用軟體來抑制開關的彈跳.....	325	在一個 7 節顯示管上計數.....	327
對旋轉式開關的控制.....	326		
更複雜的 I/O 裝置			327
例題.....			331
未編碼的鍵盤.....	331	類比至數位變換器.....	347
編了碼的鍵盤.....	338	電傳打字機 (TTY).....	351
數位至類比變換器.....	342		
習題.....			360
從一個未編碼的鍵盤上，區分各鍵之閉合.....	360	可變振幅的方波產生器.....	361
從一個編了碼的鍵盤讀取一個句子.....	360	類比讀數的平均.....	362
		每秒傳輸 30 個字元的終端機.....	362

第12章 中斷處理 (INTERRUPTS)..... 363

8080 的中斷處理系統	365
再啓始 (RST) 指令.....	366
8085 的中斷處理系統.....	369
8214 有優先次序的中斷控制單元.....	370
8259 可規劃式的中斷控制器.....	373
例題.....	375
啓動中斷.....	375
鍵盤控制的中斷.....	379
印字機控制的中斷.....	382
由實時間時脈所控制的中斷.....	383
電傳打字機控制的中斷.....	388
更通用的中斷服務常式.....	390
習題.....	392

測試控制的中斷·····	392	實時間時脈所控制的中斷	393
鍵盤控制的中斷·····	392	電傳打字機所控制的中斷	393
印字機控制的中斷·····	393		

第13章 問題定義與程式設計

(PROBLEMS DEFINITION AND PROGRAM DESIGN)····· 394

各步驟的定義·····	396
問題定義·····	398
輸入之定規·····	398
輸出之定規·····	398
處理部·····	399
處理錯誤·····	399
人爲因素·····	400
例題·····	401
對開關的反應·····	401
用開關的記憶載入器·····	403
核驗終端機·····	406
問題定義的回顧·····	411
程式設計·····	411
作流程圖·····	412
例題·····	414
對開關的反應·····	414
用開關的記憶載入器·····	414
信用卡核驗終端機·····	415
模組式程式·····	420
例題·····	422
對開關的反應·····	422
用開關的記憶載入器·····	422
核驗終端機·····	423
模組式程式計劃的回顧·····	424
結構式程式計劃·····	424
例題·····	429
對開關的反應·····	429
用開關的記憶載入器·····	430

信用卡核驗終端機·····	431
結構式程式計劃的回顧·····	435
由上至下設計·····	436
例題·····	437
對開關的反應·····	437
業務終端機·····	439
用開關的記憶載入器·····	438
由上至下設計的回顧·····	440
問題定義與程式設計的回顧·····	442
參考資料·····	443
第14章 除錯與測試	
(DEBUGGING AND TESTING) ·····	444
簡單的除錯工具·····	444
較高等的除錯工具·····	450
用核對表來除錯·····	453
尋找錯誤·····	454
除錯之例題·····	458
十進位變換為 7 節·····	458
按漸減的順序分類·····	462
測試之緒論·····	469
測試之工具·····	469
選擇測試之資料·····	470
測試之例題·····	472
分類之程式·····	472
自身核對數·····	472
測試之預防·····	472
結論·····	473
第15章 列說明書與重新設計(DOCUMENTATION	
AND RE-DESIGN) ·····	474
自身說明之程式·····	474
註解·····	475
加註解的例題·····	477

複準度加法.....	477	電傳打字機的輸出.....	479
流程圖作為說明書.....			480
結構式程式作為說明書.....			481
記憶器圖.....			481
參數與定義表.....			482
庫存常式.....			483
程式庫之例題.....			484
資料的和.....	484	十進位數目之和.....	486
十進位變換為 7 節.....	485		
整體的說明書.....			487
重新設計.....			488
重新組織以使用較少的記憶器.....			489
重新組織以使用較少的時間.....			490
大部的重新組織.....			491
參考資料.....			492
 第16章 計劃之範例 (SAMPLE PROJECTS)... 493			
計劃 # 1 : 數位式計秒錶.....			493
計劃 # 2 : 數位式溫度計.....			506