

科學圖書大庫

福斯語言入門

譯者 鄭新惠

徐氏基金會出版

譯 序

電腦已經由大機構、大公司進入了家庭，將來會像彩色電視機那樣，家家有一部電腦，於是記帳、分析、做算術、解題、甚至玩電動玩具等工作，都會用電腦來處理，跟著玩電腦者，會去尋找新鮮的玩意兒，愈玩才愈有興趣，要玩得更有興趣，就得學習自己編程式，編程式就得懂得程式的語言，福斯語言在現時代的電腦語言中，屬於第四代，它較其他語言優越。

福斯由摩爾所創，當初專門用於天文望遠鏡方面，這方面的工作需要快速，福斯比基本語言快二十倍，自然超乎要求。

之後，摩爾自組公司，把福斯介紹給公眾，目前中央處理機使用福斯的已很多。學習電腦總希望學新鮮的，福斯語言除了快速還有許多特色，譬如用別種語言，你祇能用他們規定的命令，而福斯可以由你自己編輯指令，達到你所需要的結果，就這一點獨到之處，足夠引起許多學習電腦者的興趣。

本書是入門，把你引入福斯語言之門，讓你懂得福斯的基本知識，由詞典、疊層、指令、變數、常數、字串以至程式。一般學電腦程式者都會基本語言，本書例舉的程式，很多用基本語言來作比較，使你更明瞭福斯語言的優越。

福斯還有一個特色，它可以用較小一點的電腦，譬如 8 K 或 16 K RAM 的小電腦已經足夠玩福斯語言了，不像其他語言，愈用愈大，非 32K 64 K RAM 不可，有的還要更多，因此在家庭電腦上用福斯語言更有利。

本書是本入門的書，引導你進入福斯大廈，你若細心研究，多做例題，也自己編程式來做實驗，多所收穫，其樂趣無窮，再進一步去研究其他福斯方面的書，達到你精通福斯的願望。

目 錄

譯 序	I
第一章 幾個簡單指令	1
把姆福斯輸入記憶部門	2
編 譯	2
福斯指令	2
疊 層	3
整 數	3
使用疊層	3
指 令	3
DUP 指令	5
算術運算	5
疊層運算	8
數目字編排	11
進位數	11
詞典指令	13
變 數	13
常 數	15
記憶部門	17
習題答案	17
第二章 創造新指令	18
TASK指令	18

編 譯.....	19
創造指令.....	19
寫個程式.....	20
再試試看.....	21
查 錯.....	22
答 案.....	22
 第三章 磁 碟.....	 23
磁碟 / 磁帶.....	23
供應的程式.....	23
進入磁碟.....	24
磁碟使用和命令.....	28
全螢幕編譯.....	36
 第四章 輸入 / 輸出.....	 43
# I N指令和CR 指令.....	43
程式暫停.....	46
印字機.....	47
編排數目.....	50
.R 指令.....	54
大寫 / 小寫字.....	55
SPACE 指令.....	55
ECHO 指令.....	55
PTC - AN X - Y 展示指令.....	56
繪 圖.....	56
 第五章 條件和環路.....	 59
比較運算.....	59
IF、THEH、ELSE 指令.....	61
BEGIN和END 指令.....	64

DO 環路	65
DO , +LOOP 指令	68
WHILE 和 PEND 指令	69
<R 和 R> 指令	71
.S 指令	72
連環環路提出索引	72
 第六章 字 串	 74
\$ L 指令	74
\$ VARIABLE 指令	74
\$ CONSTANT 指令	76
\$. 指令	76
INKEY \$ 指令	76
KEY 指令	77
CHR \$ 指令	77
VAL 指令	78
\$ COMPARE 指令	78
INSTR 指令	79
\$ XCHG 指令	81
COUNT 指令	81
- TRAILING 指令	81
ASC 指令	82
LEN 指令	82
LEFT \$ 指令	83
RIGHT \$ 指令	84
MID \$ 指令	84
STR \$ 指令	84
STRING \$ 指令	85
DGCH 指令	85
EXPECT 指令	86

HERE和H指令	86
TEXT指令	87
TOKEN指令	87
PAD暫存區	87
BLANK和BL指令	88
\$-TB指令	88
ACASE、NCASE、CASEND指令	88
NCASE指令	90
第七章 更多數目	93
CVariable指令	93
32- 位元的數目	95
小數點	100
16- 位元邏輯操作	104
RANDOMIZE指令	107
RND指令	107
ABS指令	109
列 陣	109
第八章 幾個最後指令	114
, 指令	114
MOVE指令	116
—MOVE指令	117
DUMP指令	117
ERASE指令	118
FILL指令	118
用 I/O 磁碟	118
第九章 構 想	121
組合器	122

Z 80 組合器	122
浮點算法	122
分 級	123
<BUILDS DOES>	124
構 想	124
附錄A 福斯行編譯	125
P 命令	125
T 命令	125
R 命令	125
D 命令	126
I 命令	126
A 命令	126
S 和 Q 命令	127
附錄B ASC 11	128
附錄C 圖 塊	130
附錄D 福斯 79	132

第一章 幾個簡單指令

福斯語言是一個利用逆波符號 (Reverse Polish Notation) 的定位疊層語言，它用十六位元整數操作。(正整數可達 65535，整數由 - 32768 至 + 32767)，在第七章裡會討論到使用更大的數目 (三十二位元數字) 和含有小數點的數目。福斯可以在任何進位數操作 (十進位、二進位、八進位、十六進位)，而且立刻可以變換進位數，你也可以用四進位，或任何其他非標準的進位數。

姆福斯 (MMSFORTH) 的特質也可以用來繪圖，也有相當於基本語言印刷的敘述，字符串的性能都有，包括基本語言裡的 MID \$，RIGHT \$，ASC 等等。

福斯的若干特質也可以編製祇讀記憶 (ROM) 的機器碼，但姆斯斯的特質必須先把福斯語言儲入記憶部門，始可運轉程式。即使沒有姆福斯語言，也可以在任何 TRS - 80 電腦上，做出磁帶的程式，也可能把這機器碼儲入祇讀記憶裡。

假使你還沒有操作過福斯，首先你得把姆福斯的磁帶或磁碟，至少做一份拷貝，使用拷貝而把原版存放在安全的地方，使不受熱、灰塵、或磁場所損壞，參照你收到的磁帶或磁碟說明書，做一份拷貝，祇需要幾分鐘，假使你已有磁碟，參考第三章 BACKUP 指令，你可以用像 TRSDOS 操作系統，使用後移程式，做一份磁碟拷貝。

要用這本書，你需要 16 K 而有 R / W (讀 / 寫) 記憶部門，並附有磁帶或磁碟驅動設備的電腦，假使你希望要更多的記憶，或更多的磁碟驅動設備，你需要用像在第三章或你的姆福斯文件裡有所說明的 CUSTOMIZE 程式。

把姆福斯輸入記憶部門

先把電腦開啓，然後把姆福斯磁碟放入驅動設備“O”。切勿先把磁碟放入驅動設備，你必須先開啓電腦的開關。鍵盤上左後方的RESET鍵，按一下，大約四秒鐘後，你可以看到姆福斯已經完成輸入，並執行而出現“OK”。那就是告訴你，你可以操作了。你按<ENTER>鍵，姆福斯可以尋找在你按<ENTER>鍵之前，你所輸入的資料，這次你既然沒有輸入任何資料，電腦會告訴你另一個“OK”。

一般情形，姆福斯會把你所輸入的和運算結果，在同一行顯現出來。在這本書裡TRS-80會把運算結果，在你輸入的同一行顯現出來，這樣可以很清楚地分別你所輸入的和電腦所展示的。

編 譯

當操作字鍵時，如果你打錯了，可以按回歸鍵（Back Arrow）去擦掉一個字符，也可以按移回鍵（Shifted-Back-Arrow）擦掉整行。這和TRSDOS和Level II BASIC一樣操作。但千萬記住，在福斯裡的空格，必須打入，不像基本語言程式那樣，可以把字符連續起來。

福斯指令

福斯的命令叫指令。所有福斯的指令都存在它的詞典裡，你可以用這些已經有定義的指令，或者根據已有的指令創造你自己的指令，本書以後會告訴你怎樣來做，目前先告訴你怎樣運用已有定義的指令，或用詞典裡存著的指令來操作。

福斯指令可以由若干個字符或字符組來組合，舉例：+，DUP，SWAP，-，*，/等都是現成的指令。祇有<ENTER>和回歸鍵，你不可以任意用。指令最多可以組合255個字符，但不是每個字符都存入記憶部門，福斯系統認識指令的字符數目和前3個字符，最多31個

字符，那已經很多了。

<ENTER>這字，意思你必須按輸入鍵，<CLEAR>按消除鍵，<SHIFT>你必須按住移位鍵，再按其他需要的鍵，<SHIFT>back-arrow 意思你得按住移位鍵，再按回歸鍵。

疊 層

在前言裡說過，福斯的不尋常的特色是利用疊層，實際上福斯有兩種疊層，(1)使用疊層，(2)回歸疊層。姆福斯內部又有個編譯疊層，平時提到疊層時，祇是指使用疊層，如果是回歸疊層，書中會提明。

整 數

大多數福斯的指令在數月上運算時，都用整數。整數從 - 32768 到 + 32767，沒有小數點。你得注意，你的數目運算不要超出這範圍。以後還會告訴你，怎樣運算更大的數目，和有小數點的數目。

使用疊層

開始時不妨先練習幾個例子，可以看出怎樣運用疊層。打入 1 2 3 4 5 <ENTER>。姆福斯會展示OK。OK 什麼？它做了什麼工作？它把五個數目存入了疊層。你得注意，每個數目字之間，要有一個空格。假使你沒有打空格，那麼你存入疊層的數目，祇有一個 12345。假使你是這樣打錯了，再打一個，展示出來的是 12345，那樣你就得重打。

指 令

現在你有五個數目字在疊層裡，最後的一個是 5，它在疊層的頂端。4 是第二個，一直排到最後一個，它是 1。讓我們看看疊層裡頂端的

4 福斯語言入門

一個數目字，要看，打入

. <ENTER>

姆福斯會展示

5 OK

這一個點·是指令，它告訴福斯去展示疊層裡頂端的數目字，那就是 5，然後 OK，表示無誤，讓你預備再運算。

現在你再打入

<ENTER>

你可以看見

4 OK

這告訴我們，當你打入·後，要求疊層裡頂端的數目字展示出來，它照做，同時也把這個數目字消除，讓第二個數目字成為疊層頂端的數目字，這一點非常重要，大多數福斯指令都這樣，在使用福斯時必須牢牢記住。

福斯的疊層總是“後進先出”。最後打入的數目字是 5，所以第一次要求展示的就是 5，這就是福斯固有的特性。

要看看其他三個數目字，你打入

... <ENTER>

注意，每個句點之間必須有空格，你可以看到展示出來的是

3 2 1 OK

我們先前祇打入五個數目字，也全部要求展示出來，假使你再打入

. <ENTER>

要求看看還有些什麼？如果你沒有多打入數目字，它會展示

0 . STACK EMPTY!

表示疊層裡已空空，那就是說在你打入數目字之前，疊層裡是空空的，你既然把五個數目字都要求展示過了，疊層裡就再度空空，如果有個數目字展示出來，跟著一個錯誤的信號，那可能是另一個程式的數字，這樣展示出來的，後面不會有 OK。

DUP指令

假使你想打入一個數目字在疊層裡，又把它展示出來看看，而不消除它，你怎麼辦？你不能使用·指令，因為用這指令，它就消除了。

DUP 指令能展示你要看的數目字而不消除。不妨試試，打入

5 <ENTER>

這 5 已經存入疊層的頂端，如果你打入·指令要展示它，它會展示並消除，如果你打入

DUP . <ENTER>

這 DUP 指令會把疊層頂端的數目字，重覆一次，因此把原先的 5，推入第二行，而頂端放入抄下的 5，然後·指令把這抄下的 5 展示出來，而且消除。

5 OK

既然你已經有了兩行 5，消除了一行，還有一行，因此 DUP 指令是非常有用的。

假使你忘了空格而打入

DUP. <ENTER>

你會得到

DUP. ?

福斯告訴你，DUP·不在詞典裡，DUP 是的，·也是的，但 DUP·却不是，你必須注意空格！

如果你打錯了，福斯告訴你錯了，同時把已經存在使用疊層和回歸疊層裡的，都消除掉。那就是說，祇要有一行打錯，所有已打入的資料和指令，統統消除掉，所以如果你打入 DUP·，而不是 DUP .，你原先打入的 5，就消除掉了。

算術運算

疊層裡頂端的 5 如果還存在，那麼不妨利用詞典裡的指令，來做算

術。打入

3 + . <ENTER>

注意空格！你得到

8 OK

這運算情形是怎樣的？當你打入 3，3 就進入疊層頂端，而把 5 擠到第二行，+ 指令叫 3 和 5 相加，這結果 8（和數）存在疊層頂端，.<ENTER> 指令就把這和數展示出來，同時消除掉這結果，如果你再打入

. <ENTER>

這展示會是

0 . STACK EMPTY!

又告訴你疊層已經空空，因為 3 和 5 相加後就消掉，而把和數 8 存入疊層頂端，8 既已展示，也就被消除掉。

其他算術的運算 *（乘法），-（減法），/（除法）也同樣可以做。

再舉幾個例，讓我們做 5 減 3，求得結果。

5 3 - . <ENTER>

所得差數是 2。注意，5 是先打入的，被第二打入的 3 擠到第二行，所以 3 在疊層頂端。第二行的 5，減去疊層頂端的 3，所得差數是 2，被展示出來。

再試試 100 乘以 7，

100 7 * . <ENTER>

結果如何？

再試 50 除以 5，

50 5 / . <ENTER>

結果如何？假使是除不盡的數目，那又會怎樣？

49 5 / . <ENTER>

結果如何？餘數到那裡去了？在疊層裡嗎？你看見的商數是 9，餘數沒有存入疊層。如果你要知道餘數，那麼應該用福斯詞典裡的 / MOD 指令。

49 5 /MOD . . <ENTER>

結果怎樣？商數 9 和餘數 4，都在疊層裡過，商數在疊層的頂端，餘數在第二行，在這裡兩個句點要打入，使商數和餘數都展示出來。做減法和除法時，打入數目的次序要注意，需要餘數時，就得用 / MOD 指令，這樣商數和餘數都在疊層裡。

再試做乘除，* / 指令，打入

5 20 4 */ . <ENTER>

答案是

25 OK

為什麼？運算的方式是 20 去乘 5，然後被疊層頂端的 4 去除，結果展示的是 25。

切記！要學一種新的語言，必須多去操作，才能學得快，你要一邊看書，一邊操作，所以不要關掉電腦，不要怕去試其他習題，自己也可以更改習題，假使你多做習題，利用新指令，你會學到很多。

表 1-1 把福斯語言和基本語言兩者的指令作用比較：

福斯語言	基本語言
3 5 + . <ENTER>	PRINT 3 + 5 <ENTER>
15 7 - . <ENTER>	PRINT 15 - 7 <ENTER>
4 20 * . <ENTER>	PRINT 4 * 20 <ENTER>
10 5 / . <ENTER>	PRINT 10 / 5 <ENTER>
10 3 /MOD . . <ENTER>	PRINT INT(10/3); 10 - INT(10/3) <ENTER>
5 20 4 */ . <ENTER>	PRINT (5*20)/4 <ENTER>

這裡有四個算術題目，用你已學到的福斯指令，把它們譯成福斯語言。

1. $[(2 + 3) * 7] / 5$
2. $(15 + 3) * (2 * 5)$
3. $5 * 5 * 5$
4. $[(20 + 30) / (5 * 5)] + 1$

疊層運算

利用存在疊層裡的指令，福斯可以做許多運算。我們已經用過，指令和 DUP 指令來操作。在福斯詞典裡還有一個 OVER 指令，非常有用，它可以把疊層裡第二行的數目字，重覆存入疊層頂端，例如：

```
8 5 OVER <ENTER>
```

相等於

```
8 5 8 <ENTER>
```

這 OVER 指令的操作，不會把原來的數目字(8)消除掉，它和 DUP 指令一樣，祇是重覆，不過，DUP 指令重覆疊層頂端的數目字，而 OVER 指令重覆第二行的數目字，放在疊層頂端。這個指令，以後常常用到。

ROT 指令

ROT 指令的運算，把疊層裡第三行的數目字，移至頂端。

```
1 2 3 ROT ... <ENTER>
```

電腦展示為

```
1 3 2 OK
```

數目字 1 是第一個打進去的，打入 2，3 後，它被擠入第三行，有了 ROT 指令，它被移到頂端，因此在疊層裡，1 2 3 變成 2 3 1，ROT 指令的運算，不會重覆或消除任何數目。

SWAP 指令

SWAP 指令的運算，把疊層頂端的數目字，和第二行的數目字，對調位置，所以

```
32 28 15 SWAP ... <ENTER>
```

展示出來的是

28 15 32 OK

因為原來在疊層裡排的次序是 15, 28, 32, 經過 SWAP 指令運算後, 變成 28, 15, 32, 所有數目字不會重覆或消除。

DROP 指令

DROP 指令的運算, 僅是把疊層頂端的數目字消除掉。舉例, 如果在做除法時, 你祇要知道餘數, 那麼

7 3 /MOD DROP . <ENTER>

結果祇展示餘數, 得

1 OK

於是一切都消除。假使我們打入

7 3 /MOD . . <ENTER>

結果展示的是

2 1 OK

假使你打入

7 3 /MOD SWAP . <ENTER>

結果展示的也祇是餘數

1 OK

但是商數 2 還在疊層裡面。如果打入

7 3 /MOD OVER . <ENTER>

這結果更糟, 因為商數 2 和餘數 1 都留在疊層裡, . 指令祇會消除掉頂端的數目字, 想要保留餘數在疊層裡, 而以別的數目字替掉商數, 你得用 ROT 指令, 或 OVER 指令, 把你要消除的數目字, 排到疊層頂端。DROP 指令又是一個有用的指令。這幾個指令, 以後幾章裡會常用到。

讀到這裡, 可以試試你學到了多少。假定疊層裡有二個數目字, 你想把第二行的數目字平方, 然後被頂端的數目字去除, 而祇展示餘數, 且讓原先在頂端的數目字保留住, 你能不能做出這第 5 習題? (答案在本章末)

在這題目裡, 第一個算術操作是把數目平方, 福斯詞典裡沒有“平方”這個指令, 所以平方祇有把原數自乘, 乘法 * 指令既然是祇把疊層

裡頂端的數目字和第二行的數目字相乘，所以要把第二行的數目自乘，必須用 SWAP 指令把第二行的數目調到頂端。假使先打入 4，再打入 64，那麼 4 在第二行，64 在頂端，用了 SWAP 指令後，64 在第二行，4 在頂端，DUP 指令把 4 重覆，於是疊層裡的排列是 64（第三行），4（第二行），4（頂端）。

到此，可以用乘法 $\times$ 指令，4 與 4 相乘得 16，疊層裡就排成 64（第二行），16（頂端），/ 指令，或 / MOD 指令祇會把頂端的去除第二行，根據題目，就得用 SWAP 指令把兩個數目字對調，即 16（第二行），64（頂端），利用 / MOD 指令，除法完成，商數和餘數都在疊層裡，用 DROP 指令把商數消除掉，祇剩餘數展示出來。

利用這幾個基本的福斯指令，你不妨自己出題目，多做練習。

'S 指令

平常，當你用福斯做算術，或者做一個程式，你做完後，你不應存留任何數目字在疊層裡，假如你每做一次運算，還留些數字在疊層裡，你會把記憶部門用完，也許你會把上次做而遺留下來的數字，摻插在你的新運算裡，你就得到錯誤的結果。假使疊層裡是空的，而你用 . 指令要它展示什麼，你會得到錯誤的警告。因此你應該習慣於使疊層裡沒有你不需要的數字，然後再做你的運算。想知道疊層裡有沒有東西，不用 . 指令，那就用 'S 指令。這指令把讀 / 寫記憶部門的地址移到疊層的頂端，那就是說，在你要做程式之前，或者想知道福斯裡某一行的電碼是什麼，你用

'S . <ENTER>

它會把疊層頂端的地比展示出來。程式執行以後，或者試驗某一行電碼後，你再打入

'S . <ENTER>

它把同一個地址展示出來。你不試一下，也許疊層裡會留有東西，你要試驗大程式時，'S 指令就很有用處。

來示範 'S 指令，打入

'S . <ENTER>