

緣 起

在目前工商業競爭激烈的時代，工商青年除需具有勤奮努力堅苦卓絕的精神之外，更需具備最先進的現代管理及技術知識，方能使企業的經營管理紮根及技術升級，進而促進經濟蓬勃發展。「工商青年研修叢書」即在此一前提下策畫編寫而成。首批包括企管叢書五種（「管理科學理論與應用」、「中小企業管理實務」、「工廠管理實務」、「投資分析」、「成本分析」）及電腦叢書（「計算機概論」、「邏輯設計」、「程式語言——COBOL」、「程式語言——FORTRAN」、「程式語言——BASIC」），理論與實務並重，旨在提供企管及電腦方面最基本而重要的觀念，以便在職青年自我充實進修，或高職以上在學學生輔助教材之用，祈對國家整體工商發展有所助益，敬請讀者不吝賜教。

幼獅文化事業公司編譯部 謹啓

序

我們都知道，COMPUTER 乃當今社會各階層日常生活不可缺少之必備工具之一，而語言乃應用 COMPUTER 設備之必備媒體。非藉它傳遞訊息，人與 COMPUTER 是無法溝通的。正如人之口才，可藉訓練以提昇其技巧，設計程式亦然；如能透過特殊的指導與不斷的練習，終能達到隨心所欲之境界。爲使初習者能儘早進入程式設計狀況，筆者特將十餘年來的程式設計授課經驗，儘量避免冗長之文字敘述，而代之以圖解之分析方式，使讀者能收一圖抵千文之效。

本書共分八章，除首三章介紹電腦之概念及 FORTRAN 語言，流程符號之說明及應用與 FORTRAN 述句的組成外，並將 FORTRAN 語言各述句，依其使用之簡易複雜度區分爲 1) 輸入輸出類述句 (INPUT/OUTPUT STATEMENTS)，2) 指派 (定) 類述句 (ASSIGNMENT STATEMENTS) 3) 控制類述句 (CONTROL STATEMENTS) 4) 陣列 (ARRAYS) 及 5) 副程式類述句 (SUBPROGRAM STATEMENTS) 等五大類。故本書之後五章，乃依此順序組成。盼讀者能先掌握 FORTRAN 語言之整體架構，再細讀深入之，即不失廬山真面目。且各章中均附有完整之流程與程式，以供效仿；除外，各章末尾均備有摘要，以供閱讀該章後之回顧複習以增加記憶。

承蒙逢甲大學副校長楊濬中先生推薦本人負責 FORTRAN 一書之撰寫，於此特爲致謝，由於筆者才疏學淺且時間匆促，錯誤及疏漏在所難免，尙祈海內外先進學者，不吝指教。

何乃白 謹識

於臺中逢甲大學 1988年7月

目 錄

第一章 COMPUTER 的介紹及

FORTRAN 77 1

1-1	COMPUTER 的定義	1
1-2	程式語言的定義及其類別.....	3
1-3	FORTRAN 77 的介紹.....	6
1-4	FORTRAN 程式範例	6
1-5	FORTRAN 作業紙	8
1-6	說明述句.....	9
1-7	組成 FORTRAN 語言的字母組及資料卡.....	9
1-8	原始程式轉換成目的程式.....	12

第二章 流程符號的說明及應用17

2-1	流程符號歸類及流程圖種類.....	17
2-2	流程符號的說明.....	18
2-3	流程符號及假碼的應用.....	20
2-4	流程圖與 FORTRAN 程式.....	25
2-5	結構化程式設計.....	27

第三章 FORTRAN 述句的組成.....33

2 程式語言——FORTRAN

3-1	FORTRAN 語言的字母組	33
3-2	FORTRAN 關鍵字	36
3-3	數目	37
3-4	符號名稱	41
3-5	宣告用的敘述句	42
3-6	式子	45
3-7	FORTRAN 述句的類別	45

第四章 輸入及輸出述句

51

4-1	無格式的輸入與輸出	52
4-2	有格式的輸入與輸出	53
4-3	格式述句	54
4-3-1	符號名稱與格式的配對	55
4-3-2	超過一個記錄以上的讀入，寫出及跳列	57
4-3-3	報表傳送控制字元	61
4-4	各格式代碼	62
4-4-1	整數 (I) 格式代碼	62
4-4-2	實數 (F) 格式代碼	64
4-4-3	邏輯 (L) 格式代碼	66
4-4-4	字串常數資料	68
4-4-5	文數字 (A) 格式代碼	69
4-4-6	水平位置 (T) 的標示及空白 (X) 的代碼	72

第五章 指派述句

79

5-1	算術的述句	79
5-1-1	算術述句的一般顧慮	80

5-1-2 算術式·····	81
5-2 邏輯的述句·····	85
5-2-1 相關運算符號·····	86
5-2-2 邏輯運算符號·····	87
5-3 控制述句的介紹·····	88
5-3-1 無條件的 GO TO 述句 ·····	89
5-3-2 STOP 述句·····	90
5-3-3 END 述句·····	91
5-4 基本的 FORTRAN 程式範例 ·····	91
第六章 控制述句 ·····	105
6-1 IF 述句 ·····	105
6-1-1 算術式的 IF 述句·····	106
6-1-2 邏輯式的 IF 述句·····	108
6-1-3 方塊型的 IF 結構·····	113
6-2 GO TO 述句·····	116
6-2-1 計值型的 GO TO·····	117
6-3 DO 述句·····	120
6-3-1 CONTINUE 述句·····	129
6-3-2 巢型 DO 迴路的說明與其他控制述句的應用比較 ·····	131
第七章 陣 列 ·····	143
7-1 陣列的性質·····	143
7-2 陣列的建立·····	146
7-3 陣列的維數·····	149
7-4 註標與陣列元素·····	151

4 程式語言——FORTRAN

7-5	陣列中全部元素存取資料的順序.....	152
7-6	陣列中特定元素存取資料的情形.....	156
7-7	陣列中部分元素存取資料的情形.....	157

第八章 副程式 173

8-1	FORTRAN 提供的副程式	174
8-2	函數副程式.....	175
8-3	常規副程式.....	181
8-4	述句函數.....	188
8-5	COMMON 與 EQUIVALENCE 述句.....	192
8-6	傳值，傳名及傳址的呼叫.....	204
	附錄 A: FORTRAN 提供的常用函數副程式.....	210

第一章 COMPUTER 的介紹 及FORTRAN 77

在討論 FORTRAN 77 之前，一般均認為讀者對 COMPUTER 及 FORTRAN 程式在機器上的作業均已基本的了解與認識。因此下列的簡要討論乃在於闡釋 COMPUTER 一辭之含意及其與程式語言間之關係。

1-1 COMPUTER 的定義

COMPUTER 一辭，被廣範地用於任何一種具有計算能力的機器，一般而言，它含有下列四種特性：

1. 電子性：藉著電子的脈衝來完成內部資料的移項，而非將內部實質零件變動。COMPUTER 一辭事實上是代表了 ELEC-TRONIC COMPUTER。
2. 內部儲存：機器的記憶體有能力同時儲存程式述句及被處理的資料。此能力可使機器能够以高速度連續執行程式中的各述句。
3. 儲存程式：在記憶體內部所儲存的一系列程式述句，每一個述句均能命令機器履行某一特定步驟且其作業係按其上所存的先後順序履行以完成整個工作。

4. 修改程式執行途徑：依據記憶體內部既存的資料，或某一或某些算術或邏輯演算結果，以便隨時更改程式執行的路線。

總而言之，一部 COMPUTER 即為一種電子機器，它具有內部儲存功能，儲存程式中的各命令且在執行程式時，能够隨時依據情況

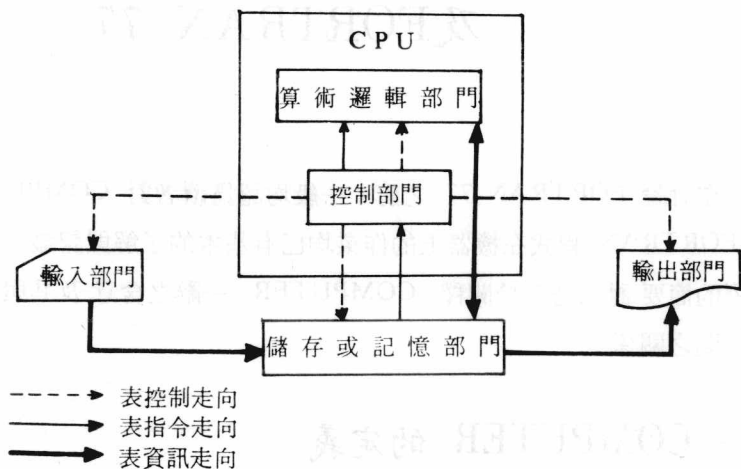


圖 1-1 中央處理機 (CPU) 基本結構圖



圖 1-2 FACOM M-340 系統硬品全貌圖

而更改作業路線的一種機器。上列兩圖分別為中央處理機 (CPU) 的基本結構及 FACOM M-340 系統的全貌，以此提供參考。

1-2 程式語言之定義及其類別

何謂語言？簡言之，語言乃自然界動物間相互溝通的方式，包括文字、符號、動作、形態、聲音、色彩及各種光線的長短與強弱等等表徵。

何謂程式語言？程式語言乃人類與 COMPUTER 間相互溝通訊息的方式。易言之，專為編寫 COMPUTER 程式所設計出來的語法規則稱為程式語言。而程式語言，又依其發展的先後順序及其與人類自然語言之差異程度來劃分等級的高低，可分為機器語言 (machine language)、組合語言 (assembly language) 及編譯語言 (compiler language) 等三大類。茲就其發展之順序簡述如下：

1. 機器語言：係直接以機器 (computer) 能認識的作業碼來設計程式，為程式語言中的最低級語言。如作業碼 001 表示 GET

位 址 (二進位)	機器語言程式片段		說 明
	作 業 碼	作業元位址	
0 0 0 0	0 0 1 (即GET)	0 1 0 0 (位址)	自位址0100處取一數值 (即0000010)，置入累加器中。
0 0 0 1	0 1 0 (即ADD)	0 1 0 1	將位址0101處所存值 (即0000011) 加入累加器中。
0 0 1 0	0 1 1 (即PUT)	0 1 0 0	將累加器中的數值，置回位址 1000 處保存。
0 0 1 1	1 0 0 (即BRANCH)	0 1 1 0	跳到位址0110處，繼續往下做。
0 1 0 0	0 0 0	0 0 1 0	(位址0100處存放0000010即 2，但經首三道命令作業後，則變為0000101即5)。
0 1 0 1	0 0 0	0 0 1 1	(位址0101處存放0000011即 3)。
0 1 1 0	?	?	
?	?	?	

4 程式語言——FORTRAN

(即取)；010 表示 ADD (即加)；011 表示 PUT (即存)；100 表示 BRANCH (即跳到) 等等，上表即為一機器語言之程式片段範例。

2.組合語言：以簡單的基本符號來表示機器作業碼。書寫程式時，係以該等基本符號編寫，而不直接以機器作業碼編寫，故設計程式時較機器語言方便且易懂，語言程度也較前者為高級。如以 L 符號表示 LOAD (載入) 的作業碼；AD 符號表示 ADD (相加)；PT 符號表示 PUT (置回)；BR 符號表示 BRANCH (跳到) 等等。下表即為一組合語言之程式片段範例：

位 址 (十進位)	組合語言程式片段		說 明
	作業碼	作業元位址	
0	L	4	將位址 4 處所保存的值 (即 2) 載入累加器中。
1	AD	5	將位址 5 處所保存的值 (即 3) 加到累加器中。
2	PT	4	將累加器中所存值 (即 5)，置回位置 4 處保存。
3	BR	6	跳到位址 6 處繼續往下做。
4	0	2	(位址 4 處原值為 2，經首三道命令作業後已改為 5)。
5	0	3	(位址 5 處的值為 3)。
6	?	?	

3.編譯語言：用人類自然語言的字彙，且使用的語法是較人類語言簡單的文法所設計出來的一種專為 COMPUTER 的程式設

計所使用的語言。它係一種與機器獨立的高級語言，書寫程式時幾近人類語言的寫法，故使用起來非常方便。在程式語言中如FORTRAN、COBOL等，即屬此種語言之一。其範例如下：

編譯語言程式片段	說 明
$C = A + B$	將A與B兩位址所保存值相加且置回C的位址中保存。 如 $C = A + B$ $\boxed{5} \leftarrow \boxed{2} + \boxed{3}$
GO TO 6	跳到程式中6號的步驟繼續往下做。
?	?

從上面三個例子，可以看出機器語言與人類的自然語言相差甚遠，故被稱為低級語言。其次為組合語言。而編譯語言則與人類語言相差無幾，故被稱為高級語言。由於科技不斷的研究與進步，因此COMPUTER 的智慧亦隨之不斷提昇，故在目前及不久的將來，即可以普遍地以人類的自然語言直接地來命令 COMPUTER 工作，那將太方便了。

又在一般的編譯過程中，係先將高級語言經整理後轉譯成組合語言，再進而將所得之組合語言編譯成可執行的機器作業碼來命令COMPUTER 作業。而從學習者的立場來看，要書寫機器語言的程式，非要很高深的專業知識不可，且非常不易學習及除錯等，故很難為大眾所接受。而組合語言次之。但對於高級的編譯語言，只要略具一般的COMPUTER 概念即可，因彼等語言與機器係獨立的，故學習容易，除錯簡單，設計方便，只要稍學習便能運用自如，故能為大眾接受，由此可見，在尚未普遍以人類自然語言直接命令COMPUTER 工作之前，對於它的學習與 COMPUTER 的應用，是具有舉足輕重的地位。

1-3 FORTRAN 77 的介紹

FORTRAN 一辭係由英文的 FORMula TRANslation (或 TRANslator) 二字的字首語所組成。它是一種應用於數學、科學及工程方面的 COMPUTER 程式語言。於 1954 年，IBM 公司為提高程式設計效率，與一些主要客戶合作共同開發 FORTRAN 語言。隨後經多次改進，至 1966 年時由美國政府制定標準版本 (ANSI FORTRAN) 稱為 FORTRAN IV (或 FORTRAN 66)。

此後由於各廠商及學校單位為提高該語言性能而自行加入部分自認為較佳的一些特性，所以使彼此間之差異愈來愈大，因此美國國家標準局乃又於 1977 年再召集各有關單位，重新修訂該語言，並於 1978 年公佈，稱為 FORTRAN 77 (或 FORTRAN V)。由於 1977 年版與 1966 年版的 FORTRAN 在功能上有許多差異，且部分用戶仍無 1977 年版的編譯程式 (compiler)，所以本書仍盡量討論其共通的特性，以供使用方便。

1-4 FORTRAN 程式範例

圖 1-3 為一 FORTRAN 程式範例。於此立即介紹 FORTRAN 程式，其目的在於方便與讀者們共同討論一些該語言基本東西，使其能對 FORTRAN 語言產生具體的認識與了解。基本上，一程式在命令機器作業時，將發生如何。在此以一打在卡片上的五位數字，如何將其經由輸入設備傳入主記憶體 NUMBER 的位置保存，再將 NUMBER 的記憶位置所保存的數值複製並經由輸出設備印刷機將其印出，且在該數值前面印出 THE NUMBER READ FROM THE

FIRST 5 PUNCH CARD COLUMNS IS 等字樣說明。如此連續作業，直到輸入設備讀完資料為止。而當 COMPUTER 檢查到資料被讀完時，它將終止本程式的作業。

IBM
Model 140
Model 1400

PRINTING Coding Print

Q340-7317-4 U710 May 67
Printed in U.S.A.

Card of
JOB NAME INITIAL

Location
Name

Job

FORTRAN STATEMENT

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

```

C 1  AN EXAMPLE OF A FORTRAN PROGRAM
2  READ (1,10) END-500 NUMBER
3  100  FORMAT (10I5)
4  WRITE (1,10) NUMBER
5  100  FORMAT (10I5)
6  STOP
7  END

```

圖 1-3 FORTRAN 程式範例

1-5 FORTRAN 作業紙

一 FORTRAN 程式是由一些 FORTRAN 述句所組成，它可能包含一個或數個說明用的述句。而 FORTRAN 作業紙（coding form，參閱圖 1-3）乃專供書寫 FORTRAN 程式而設計的，每列為 80 個小格，而每一小格可填寫一個符號，因此每列最多可填寫 80 個字母，此點正好與每張卡片 80 行可打 80 個字母相配合。至於是否需打成卡片，則視上機作業方式而定，如係由讀卡機輸入，則作業紙上的每一列述句需先依相對應位置打成一張卡片，如此轉換成一疊卡片，再經由讀卡機輸入。如係由終端機輸入，則僅依作業紙上所寫述句的先後順序，經由終端機的鍵盤一字一字的鍵入即可。以下為 FORTRAN 作業紙的填法說明（參閱圖 1-3）。

- 第一行至第五行組成一欄，供標號之用。
- 第六行獨成一欄，係填寫連續列指示符號之用。因在寫 FORTRAN 程式時，可能遇到一個述句很長，（內容超過 66 個字母），無法在作業紙上一列寫完，需書寫好幾列方能結束，如此該述句的第一列，在第六行需留空白或填零，而其後的連續列在第六行則需填寫任何字母均可，但是不能留空白或填零。
- 第七行至第七十二行組成一欄，專供書寫 FORTRAN 述句的本文。
- 第七十三行至第八十行組成一欄，通常均空白不用，但如要使用，則可編寫述句的順序號碼或識別字號等。

1-6 說明述句

說明述句乃 FORTRAN 程式中述句的一種，它經常出現於一 FORTRAN 程式首列或首數列，用於說明該程式的用途，或程式中所用之變數名稱所代表之意義，或其保存資料的性質。又說明述句亦經常出現於程式中各段落的前面，用於說明該段落的作業功能，如此將使整個程式段落分明，以達到易讀易懂的程式書寫目的。

說明述句異於 FORTRAN 語言的其他各述句，它僅供說明用，而不被編譯程式轉換為機器語言以命令機器作業，因此它為一非執行性述句。它可出現在程式中的任何地方。若一程式中無說明述句，則機器照樣正常作業而絲毫不受影響，惟閱讀程式者很難看出程式的作業內容而已。

說明述句的表示方法為在每一說明列的第一行打一 C 字，其說明內容可自第二行書寫起，寫到第八十行為止。但在 FORTRAN 77 亦可在每一列的第一行打星號（*）以表示該列為說明述句。

1-7 組成 FORTRAN 語言的字母及資料卡

FORTRAN 語言係由下列三大類符號所組成：文字字母、數字字母及特殊符號。由此三大類符號來構成 FORTRAN 的各類述句。

而資料卡，它異於程式述句卡。雖然一 FORTRAN 程式可能處理它自己所產生的資料，然而在大部分的情況下，均無法以此滿足所要解決的問題，因此在程式執行時，均需另行提供資料給 COMPUTER。其提供的方式，可能需先將資料打在卡片上，此等存放待處理資料的卡片稱為資料卡；然後再將該等卡片經讀卡機讀入 COMPUTER 內

1-4 FORTRAN 語言字母組

1-4 FORTRAN 語言字母組

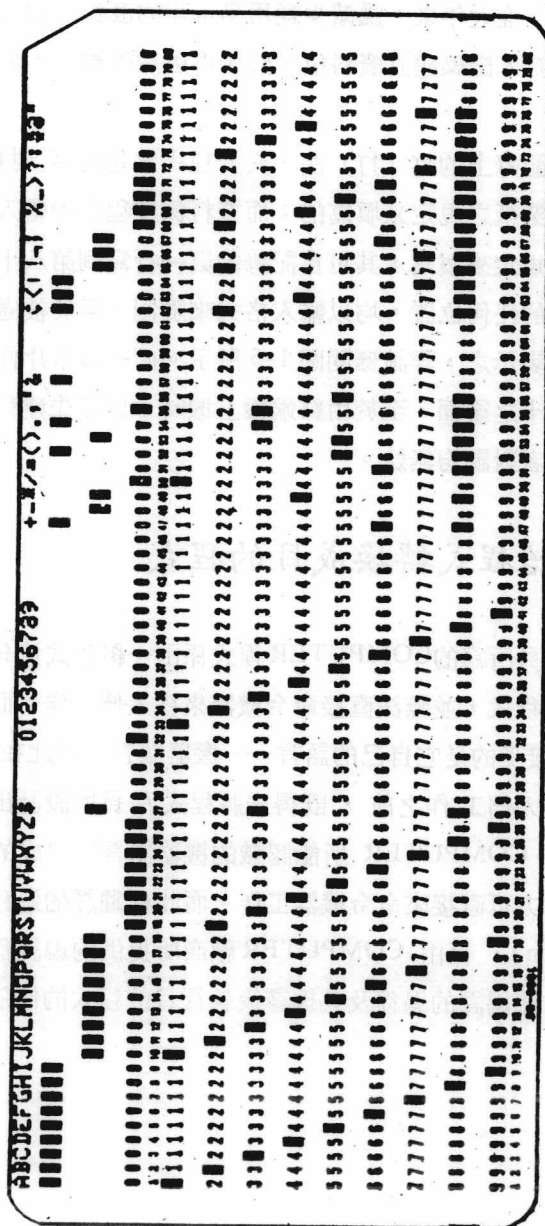


圖 1-5 資料卡的組成字母