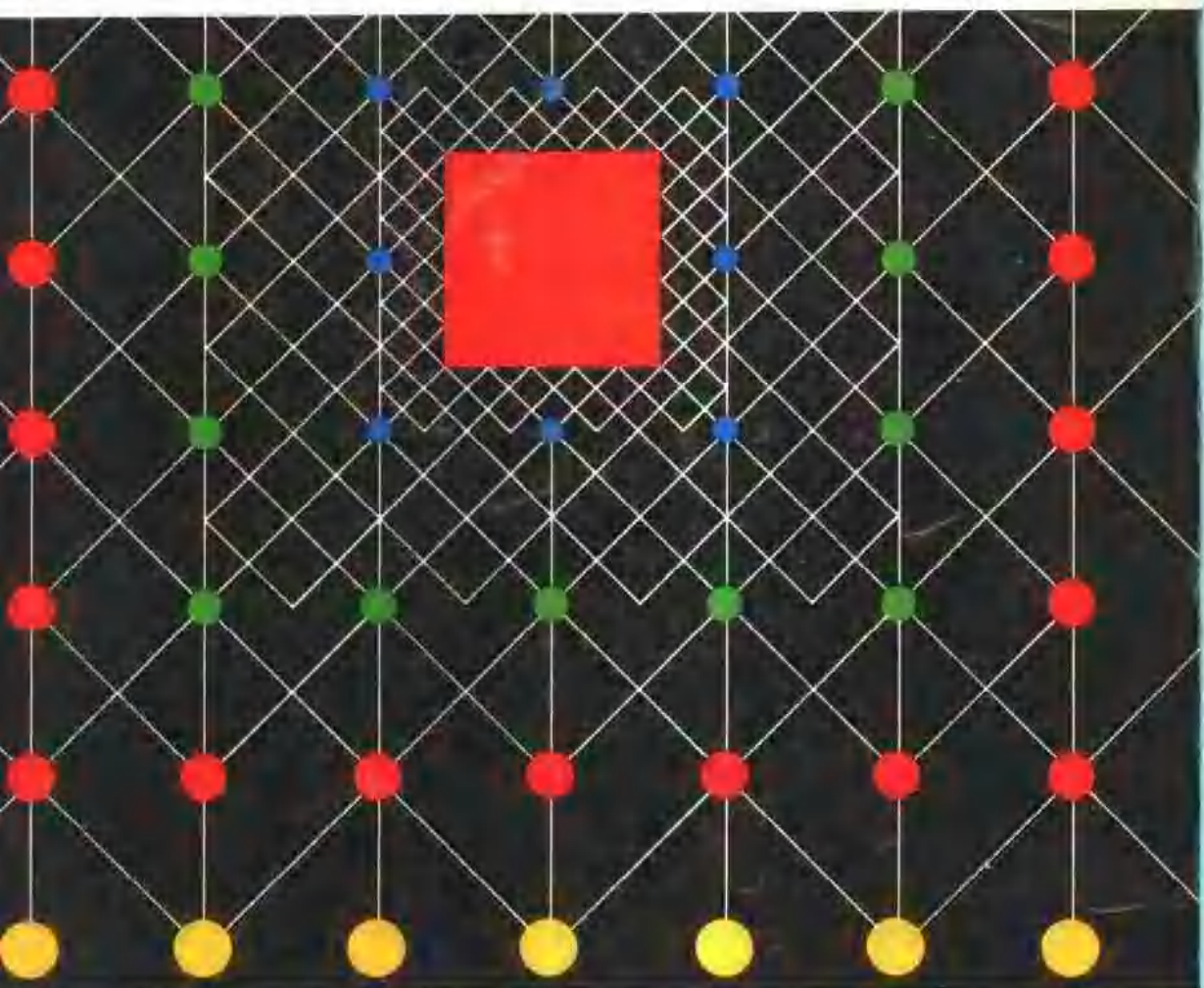


計算機程式 FORTRAN

設計與應用

楊正甫 編著



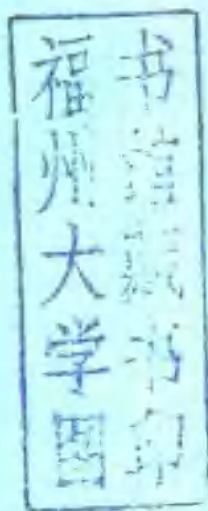
松崗電腦圖書資料有限公司

計算機程式 FORTRAN

設計與應用

編著 楊正甫

美國威斯康辛州立大學計算機碩士
國立台灣工業技術學院副教授暨計算機中心主任



Computer Programming and Application

計算機程式 FORTRAN IV PLUS

設計與應用

版權
所有



翻
印
必
究

每本定價 230 元整

編著者：楊 正 甫

發行人：吳 守 信

發行所：道明出版社

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

總經銷：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255・3930249

郵政劃撥：109030

印刷者：穎川印刷有限公司

台北市桂林路一二九號

電話：3312859・3815237

中華民國七十年三月初版

中華民國七十一年八月第三版

本出版社經行政院新聞局核准登記，

登記證號為局版台業字第一七二九號

序

由於科學的進步，工商企業的發展，促進了社會的繁榮。相對的，人類所面臨的複雜、困難而急待解決的問題亦就愈來愈多；無疑的，計算機是目前解決難題，研究發展的最有效工具。今後廣被運用亦自不待言，尤其科技工程、各級管理及計算機技術人員，非具備此一技能不足以勝任其繁重的工作。

作者曾赴美國威斯康辛州立大學及麻省理工學院研究計算機、科技工程、與管理科學，並分別訪問各大學、IBM與BEC計算機教育研究中心，以及使用計算機的企業機構，廣集最新的計算機科技資料，配合多年來在國立台灣大學、國立台灣工業技術學院教學心得，及為工商業界設計的實務經驗而撰成此書。其特點在使計算機理論與實務密切相配合，並透過實例教學方法將程式的學理融滙貫通，以清晰說明應用計算機之高度技巧。

本書共分爲十一章，凡三十餘萬言，主要在闡述最實用的**FORTRAN**程式設計與應用，特繪製清晰明確的流程圖，以助讀者理解與靈活應用。對修習計算機科學及**FORTRAN**程式設計者，為極有實用價值的教材或參考書籍。

本書承電子工程系許桂敏教授之鼓勵並提供資料，陳修申先生及張俊傑同學協助繪圖與校對工作，謹致謝意。

作者才疏學淺，疏漏之處難免，尚祈海內外先進，不吝指正是幸。

楊正甫 謹識

國立台灣工業技術學院

七十年八月

計算機程式FORTRAN IV PLUS設計與應用

目 錄

第一章 概 論 (Computer Concept)	1
第一節 計算機硬體 (Computer Hardware).....	1
第二節 計算機軟體 (Computer Software).....	2
第三節 編譯程式紙 (FORTRAN Coding Form).....	5
第四節 編譯程式設計程序 (Procedure of Programming).....	7
第五節 應用符號 (Application Characters).....	9
第二章 常數與變數 (Constant and Variable)	11
第一節 常數 (Constant).....	11
第二節 變數 (Variable).....	19
第三章 輸入與輸出指述(Input/Output Statement)	23
第一節 讀指述 (Read Statement).....	23
第二節 寫指述 (Write Statement).....	29
第三節 格式指述 (FORMAT Statement).....	32
第四節 數值格式 (Numeric FORMAT).....	39
一、I 格式.....	40
二、O 格式.....	45
三、F 格式.....	48
四、E 格式.....	58
五、D 格式.....	68
六、G 格式.....	70

第五節	文數格式 (Alphanumeric FORMAT)	72
一、A 格式		72
二、H 格式		80
三、X 格式		81
四、T 格式		83
五、Q 格式		89
六、格式		89
第六節	邏輯格式 (Logical FORMAT)	91
第七節	其他格式 (Others FORMAT)	93
一、\$ 格式		93
二、P 格式		95
第八節	印表機架控制 (Carriage Control)	96
第九節	特殊輸入與輸出指述 (Special I/O Statement)	97
第四章	指定指述 (Assignment Statement)	115
第一節	算術指述 (Arithmetic Statement)	115
第二節	邏輯指述 (Logical Statement)	120
第三節	指定指述 (Assignment Statement)	125
第五章	控制指述 (Control Statement)	129
第一節	分支指述 (GO TO Statement)	129
第二節	假定指述 (IF Statement)	135
第三節	迴路指述 (DO Statement)	137
第四節	繼續指述 (CONTINUE Statement)	149
第五節	招喚指述 (CALL Statement)	153
第六節	轉移指述 (RETURN Statement)	154
第七節	暫停指述 (PAUSE Statement)	155
第八節	停止指述 (STOP Statement)	156
第九節	結束指述 (END Statement)	158

第六章	宣告指述 (Declaration Statemt)	165
第一節	型態指述 (TYPE Statement)	165
第二節	維度指述 (DIMENSION Statement)	168
第三節	共用指述 (COMMON Statement)	177
第四節	等值指述 (EQUIVALENCE Statement)	183
第五節	資料指述 (DATA Statement)	192
第六節	陣列及註標 (Array and Subscript)	195
第七章	副程式 (Subprogram)	205
第一節	使用者撰寫的副程式 (Application Subprogram)	205
第二節	編傳庫存函數 (FORTRAN Library Functions)	214
第八章	程式設計實例	225
範例一	計算機閱卷及成績報告	225
範例二	庫存異動之運算	234
範例三	解一元二次方程式	241
範例四	計算考試成績	243
範例五	應用 IF 指數求質數	249
範例六	資料分類	253
範例七	複數資料之運算	255
範例八	人事資料檔之建立與更新	257
範例九	主程式與副程式之應用	269
範例十	函數副程式之設計	272
範例十一	副程式之設計	278
範例十二	數字轉換為文字之儲存與印表	282
範例十三	數字系統之轉換	294
範例十四	循環作業之計算	298

範例十五	統計圖形之繪製	302
範例十六	解N元一次方程式	313
範例十七	數值之應用	316
範例十八	資料分類應用程式	329
範例十九	錢幣之組合	326
範例二十	求平均數	329
範例二十一	矩陣之應用	333
範例二十二	面積之求法	337
範例二十三	管狀反應器之反應計算	339
第九章	流程圖 (Flow Chart)	345
第一節	系統流程圖 (System Flow Chart)	345
第二節	程式流程圖 (Program Flow Chart)	349
第十章	線上作業實習步驟	355
第一節	讀卡機使用程序	355
第二節	印表機使用程序	356
第三節	線上作業	356
第四節	終端機使用程序	358
第五節	字鍵與指令	365
第十一章	控制卡及程式偵錯解說 (Control Card and Diagnostic Message)	371
第一節	程式偵錯解說 (Diagnostic Message)	371
第二節	控制卡 (Control Card)	387
附錄	FORTRAN 習題	393
參考書目		402

第一章 概 論(Computer Concept)

福傳 (FORTRAN) 是取自公式 (FORMula) 前面三個字母，與翻譯 (TARNslation) 前面四個字母合併而成。其寓意在將數學公式編譯成計算機程式，以應用於工程科學計算上最有效之一種計算機程式語言。

福傳程式語言 (FORTRAN Programming Language) 是一種高級計算機語言，係依照嚴格的語法，寫成若干指令 (Program Statements)，組成程式 (Program)，使計算機依照每一個指令的規定，完成所有的運算工作。

第一節 計算機硬體(Computer Hardware)

有關計算機本身之結構原理、設計、製造之研究屬於硬體工作。簡言之，組成計算機的實體設備，稱之為計算機硬體 (Hardware)，計分五大部：

- 一、輸入部 (Input unit)：為將各種形式之輸入指令 (Instruction) 及資料 (Data) 送入計算機儲存部。
- 二、儲存部 (Storage unit)：為保存資料及儲存運算結果之單位。
- 三、運算邏輯部 (Arithmetic and Logic and Logic unit)：為執行各種算術運算及邏輯決策之單位。
- 四、控制部 (Control unit)：為計算機之中樞，凡程式指令之排列次序，各個部門之作業督導，皆由本部控制。
- 五、輸出部 (Output unit)：為輸出各種資料之單位。

計算機硬體五大部在作業中的關係，是將已打孔的卡片放進讀卡機，當卡片通過閱讀部時，即將卡片有孔的資料轉變成電流的型式，經輸入部進入儲存部。當儲存部記錄儲存之後，一方面通知控制部，要它遵照程式賦予的指令，指揮與控制各部門作業；另一方面將資料轉移到運算邏輯部，以執行計算及比較的工作。至工作完成後，再將結果放入儲存部，最後經由輸出部將結果或答案輸出。

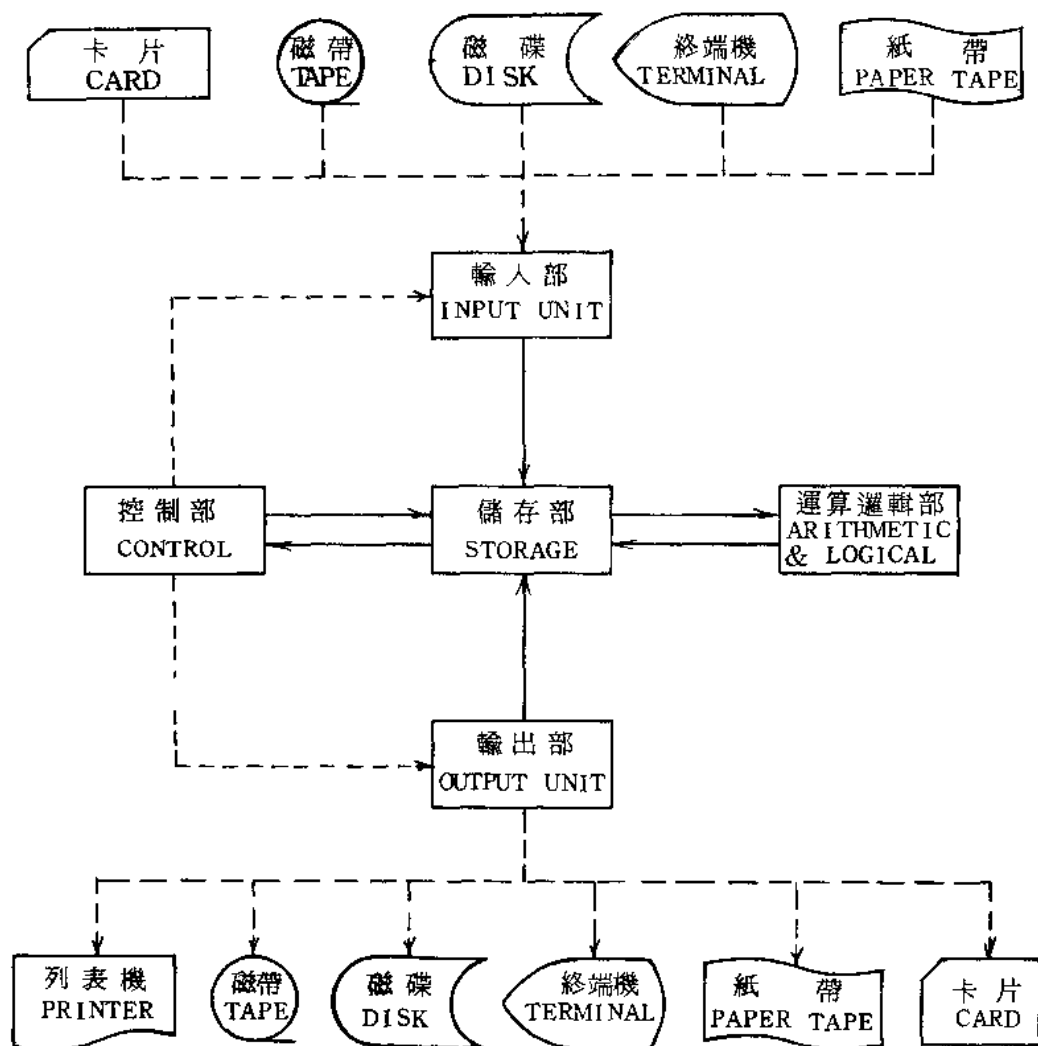


圖 1-1 計算機的硬體結構

第二節 計算機軟體(Computer Software)

資料輸入計算機內部時，機器並不能夠處理，原因是沒有軟體作業系統及程式指令，無法去執行工作，爲了要達到處理的目的，必須

一、作業系統 (Operating System)

(一).即時系統 (Real Time System) :

同時可以處理線上作業及分批作業。

1 線上作業 (On Line) 在同一時間內，可以處理數個程式 (Multi-Programming)，優先次序 (Priority) 較高者，則可先行處理。線上作業可直接使用終端機輸入程式，處理資料特別方便。

2 分批作業 (Batch) 是將檔案資料存放在計算機外面，通常存放於卡片及磁帶上，且檔案資料均預先按照順序排好。

(二).分時系統 (Time Sharing System) 可同時開放 128 部終端機，每部終端機固定分配時間執行作業。

二、程式系統 (Programming System)

計算機程式是一連串的指令，用以指揮和控制機器自動執行作業，並獲得所需要的答案或結果。計算機的語言，計有：

(一).機器語言 (Machine Language)

就是計算機所能直接瞭解的一連串文數字，二進位數字或十六進位數字指令的組合。它可以直接執行指令，以完成所要求的工作。

(二).符號語言 (Symbolic Language)

符號語言係用英文字母、數字及符號寫成的程式，計算機不能直接接受，須藉轉換程式 (Assembler) 翻譯成爲機器語言，在翻譯時是採用符號語言指令一對一的轉換成爲機器語言，而後執行工作。

(三).問題語言 (Problem Oriented Language)

問題語言是一種高級語言，也就是人們容易識別與閱讀的語言，寫作起來非常省力方便，但是由高級語言所寫成的程式，計算機不能直接接受，因此必須使用轉換語言的編譯程式 (Compiler) 將高級語言程式翻譯成爲機器所能了解的機器語言。這種編譯程式係由計算機製造廠商供應，預先儲存計算機中，用以將高級語言程式的各種指令翻譯成爲機器語言指令。此種經過翻譯的機器語言程式，稱之爲目的程式，反之則稱之爲原始程式。

1. **福傳程式語言 (FORTRAN Language)** 福傳是目前全世界用於解決科學及工程技術上的各種難題，最為成功而普遍的程式語言。其方法在將數學的公式轉變為計算機程式，以解決運算上的各種複雜問題。

2. **通用程式語言 (Common Business Oriented Language)** 為了便於閱讀，簡稱為 COBOL。此種程式早於一九五九年五月，由美國政府及計算機廠商組成委員會研究發展而成，在工商機構中運用非常方便，並可在各種不同廠牌及類型計算機器上使用。

3. **報表程式語言 (Report Program Generator Language)** 簡稱 RPG。計算機程式的演進，已逐漸由複雜而發展為精簡，RPG 乃是針對工商界的需要，所創造出來的一種高級精簡程式。其目的在將輸入的資料經過處理之後，以產生所需要的報表。

4. **代數程式語言 (Algorithmic Oriented Language)** 簡稱之為 ALGOL，此種程式係由歐洲國家應用數字及機械學會，於一九五八年發展出來的，具有標準化的國際語言性質，在外形上類似數學中的算式或方程式，在結構上與福傳類似。雖然經過長期的研究發展，却仍不被普遍採用。

5. **一號程式語言 (Programming Language 1)** 稱之為 PL/1。此種程式係集合 COBOL 及 FORTRAN 之性能而發展出來的。其用途甚廣，除可用於解決科學上及工業上複雜的難題外，亦可用於處理一般商業問題，但需較大型的計算機器才能使用。

6. **基本程式語言 (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code)** 簡稱 BASIC。此種程式語言的敘述是由文字、代數變數及數學計算式所組成，學習容易應用方便，與它的名稱 BASIC 一樣，是非常基本而簡單。

此種程式語言是在一九六五年，由 J. Kemeny 和 T. Kurtz 兩位教授所領導，在美國 Dart Mouth College 發展出來的。它具有 COBOL 和 FORTRAN 的特性，是目前工商業界及科學研究方面普遍使用的程式語言。

7. **巴斯卡程式語言 (PASCAL Language)** 由瑞士蘇黎士艾根諾斯理工學院的魏斯 (N. Wirth) 教授，於一九七〇年發展出來的，其目的在能夠擁有適於教授程式規劃的語言，而具有系統化的規律。由於在計算機中加入一些常用的程式，最近極受學術界與工商業界的重視。

第三節 福傳程式紙(FORTRAN Coding Form)

福傳程式紙 (FORTRAN Coding Form) 縱有八十行 (Column)，橫有二十五列 (Line)，用以寫作原始程式，一個指述寫在一列上，每列打成一張卡片，或由終端機直接作成記錄輸入計算機。

FORTRAN CODING FORM

PROGRAM	DATE	PUNCHING INSTRUCTIONS	GRAPHIC PUNCH	PAGE OF	CODE SELECT NUMBER
PROGRAMMER					

LINE NUMBER	FORTRAN STATEMENT	EXPLANATION
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		

一、第一行是註解 (Comment)

若填寫一個 C 字，係用以說明該程式之目的，或註解該程式某一階段的內容。C 字符號之應用，不但不會影響程式的意義，且能幫助程式寫作者敘述程式的動作，並表明程式的段落與程序，對於分析複雜較長的程式，極為方便。但以 C 字註明之敘述，不屬於程式中的任何指令，不予編譯 (Compiler)，於原始程式列表時，照原意印出，使能易於閱讀原始程式報表。

二、第二行至第五行是指述號碼 (Statement Number)

用以與其他指述有所分別，不論這些指述是用來表示指令、資料，或作為轉移控制之用。若第一行不用 C，則第一個指述可用指述號碼來辨認，指述號碼從 1 至 99999 號，可任意採用，其次序不一定連續，或順一定次序，但在同一程式之內

，指述號碼不能重覆使用。但有些計算機的指述號碼是從 1 至 32767。

三、第六行是連續 (Continuation)

若指述語句過長而超過六十六個字時，不能容納於一列上，則可在下一列連續填寫，至於其最大限度，參看表 1 - 2，連續之列必須在第六行填一文數字或特別符號以表示區別及連續。

【例】
 第六行
 第七行
 FORMAT(10X, 'THIS IS A SAMPLE FORMAT STATEMENT
 * TOO LONG, MUST BE USE CONTINUE CODE')

編 譯 程 式	最 大 連 續 列 數
IBM 360, 370	20
IBM 1130	6
CDC 3100, 3150, 3200, 3300, 3500	$2n + m \leq 500$ n 為名稱數，m 為符號和常數數目
CDC 6400, 6500, 6600, 7600	20
PDP	無限制

表 1 - 2 連續列之限制

任何一個指述在任何地方都可以被分割成許多列，如果在該分割點沒有中斷的話，作為連續列的第七行中的符號，將被視為前一列的後一個字母的連續。

作為註解用的各列不可用連續列來表示，所有的註解必須於第一行填入字母“C”。而各註解列也不可以介於指述起始列與連續列之間，或介於各連續列之間。

四、第七行至第七十二行是指述內容 (Statement)

用於寫作各種指述指令 (Instructions)，各種數式 (Arithmetic expressions)，以及邏輯測驗 (Logical test) 等。不一定要從第七行開始，可從任何

一行開始，但要在第七至第七十二行範圍以內。

五、第七十三行至第八十行是辨證號碼 (Identification)

在福傳程式紙的右邊，供作原始程式賦予卡片次序號碼、標示、程式名稱之用，以便於卡片順序散亂時據以整理。但不予編譯，僅列印在報表上。如果一列指述超過七十二行時，逾位的文字在原始程式中將不被編譯，同時亦不予警告。

第四節 福傳程式設計程序 (Procedure of Programming)

一、設計程式 (Program Coding)

程式設計師對於所要解決的問題，以指述方式寫在程式紙上。

二、打製程式卡 (Punch Program Card)

程式設計師將程式設計完成後，即依據程式紙打製原始程式卡，每一列打製卡片一張，所有打過的原始程式卡累積起來，稱之為原始程式卡組。

三、編譯目的程式 (Compile Object Program)

編譯目的程式，就是將原始程式轉變為目的程式的一種過程。

四、處理目的程式 (Process Object Program)

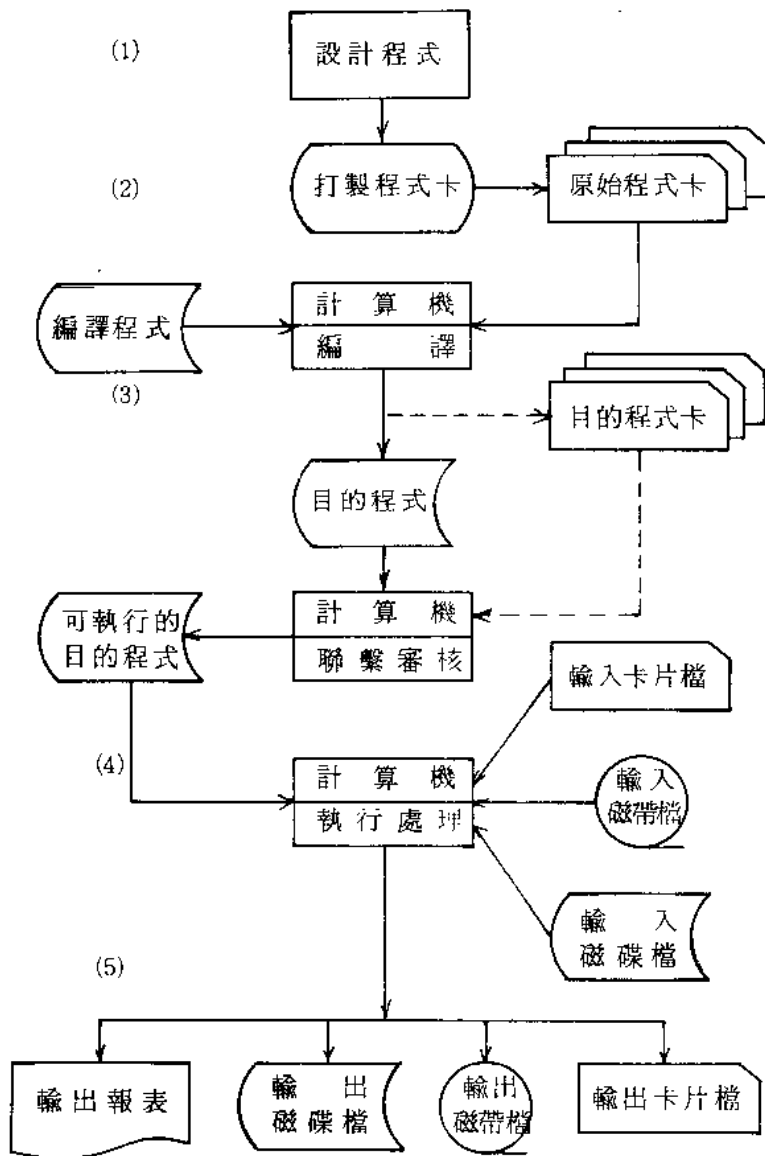
處理目的程式的方法有下列三種：

- (一)．即刻執行。
- (二)．打製成目的程式卡組予以儲存，準備隨時應用。
- (三)．儲存於磁碟或磁帶上，等待以後再執行。

五、執行目的程式 (Execut Object Program)

執行目的程式，將欲處理之資料輸入計算機，進行處理工作，以產生所需要之答案或結果。

福傳程式設計流程圖



第五節 應用符號(Application Characters)

FORTRAN使用下列各符號(Character Set)撰寫程式。

數字符號爲0至9共有十個。

文字符號爲A至Z共有二十六個。

特別符號	名稱	特別符號	名稱
+	加號		空白
-	減號	,	逗點
*	乘號	.	小數點
/	除號	\$	錢幣號
**	冪或指數	&	及
=	等號	'	引號
(	左括號	"	雙引號
)	右括號		

在FORTRAN IV-PLUS之中，尚有下列新增加的符號。

符號	名稱
<	左角形括號
>	右角形括號
:	冒號
#	號碼符號