

*ROBERT V. JAMISON*

**FORTRAN IV PROGRAMMING**

**BASED ON THE IBM SYSTEM 1130**

**複 傳 程 式**

沈 武 楊載添 張仁龍 合譯  
張尚文 張興遠

IBM 1130 電子計算機的

# 複 傳 程 式

FORTRAN IV PROGRAMMING  
Based on the IBM System 1130

Robert V. Jamison 原著

沈 武 張仁龍  
張尚文 楊載添 張興遠 合譯

范 光 陵 博 士 校審

發行者：幼獅文化事業公司



幼獅文化事業公司出版  
中華民國 臺北市  
幼獅翻譯中心主編

六十一年八月

總經銷：幼獅書店  
臺北市漢中街五十一號  
臺北市延平南路七十一號  
郵政劃撥帳號 二七三七號  
印刷廠：協進印書館  
定價 五十元

## 范 序

在電腦時代的今天，不懂得用電腦的人，將逐漸形成和不懂得開關電視機的人一樣不方便。因此，正規的學生和社會人士，同樣都需要應用電腦。

應用電腦的最重要步驟之一是撰寫程式，而程式中，較流行和較實用的是複傳程式。

中國第一次空中電腦訓練班的幾位高材生：沈武、張興遠、張仁龍、張尚文、楊載添諸同學，花了一年時間，編譯了這本流行於美國的大著，精神是太可佩了。——也代表了這一代青年要求國家現代化、科學化的努力和願望。

這本書原著是傑米遜先生 (Robert V. Jamison) 根據多年教學及實務經驗所著，故不但有條理，且更具實用性。本書可為大、中學教本，且由於本書之由淺入深編寫法，故亦適於自修之用。

光陵在電腦方面，原是半個門外漢，而在計算機科學突飛猛進之今日，已常感落伍。故雖拜讀本書一遍，仍恐有不週全之處，特請青年電腦專家黃正彬先生再次核閱。是以本書倘有可讀之處，皆諸位青年同學及黃先生之力有以致之。如仍有錯失則光陵疏忽之過也。

范光陵敬識

10. 10. 1971

## (2) 複傳程式

# 前 言

電子計算機的應用，爲當前此一新時代的新趨勢。自是無可諱言的，這亦是欲求工商企業及科學極速發展所必需的藉力。單就先進國中的美國而言，電子計算機的程式寫作及其基本知識已漸進入高中課程範圍。譯著深懷於此，乃下譯書決心。當前省內所有的電子計算機，以 IBM 1130 型爲最常見，其普及如此的因素，不待冗贅讀者自知。且現今各程式中，複傳程式具有使用廣泛、寫作簡便、條理清晰諸優點，爲訓練邏輯觀念最佳之語言程式。故將詹姆生博士 (Robert V. Jamison) 所著之電子計算機程式——複傳語言介紹給國內大眾。目前此書爲美國各大專院校及部份高級中學所普遍採用。其內容介紹由淺入深，且系統嚴密，故亦適於一般具有基本數理知識朋友的自習使用。

本書之編譯，皆以順應學者的需要與學習的習慣，以不減損原書一貫性爲原則。有過於精簡者，加以闡述，有繁冗與屬特殊用途者，則酌量剔除。因此原著第十章 (Some Application) 爲應用於數字分析 (Numerical Analysis)，第十二章 (The IBM 1130 Scientific Subroutine Package: Engineering Application) 及第十三章 (The IBM 1130 Electronic Circuit Analysis Program [ECAP]) 爲工程與電路學中所應用，第十四章專述計算機之操作技術；凡此專門性的章節均予刪除。並採用融匯譯寫的方式，文句力求通順易懂，以使可普遍適用各界。

本書雖經再三校正，然疏漏遺誤猶所難免，尚祈專家學者不吝賜教。

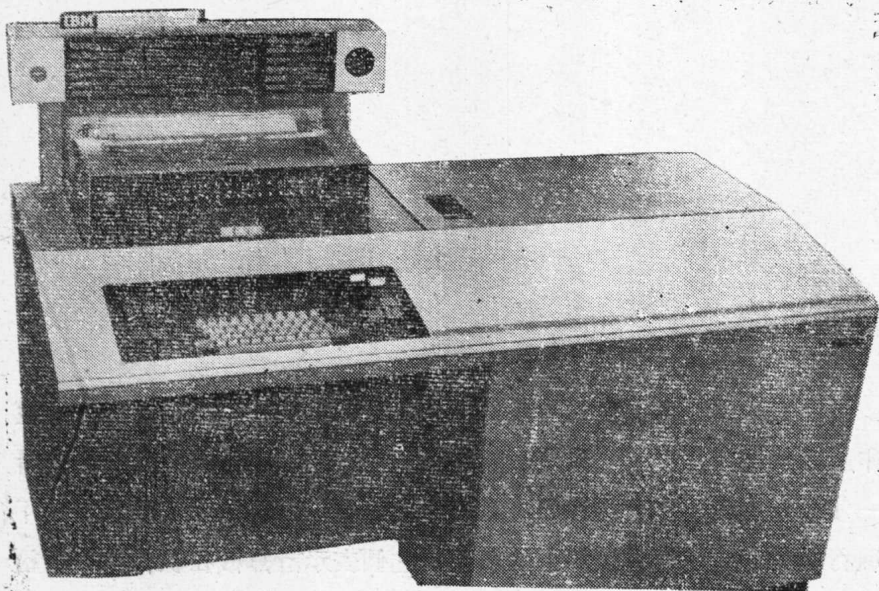
譯 者 謹 識

中華民國61年6月31日

「在未涉及本書之前，我們願先澄清一些名詞的義意。計算機並非所謂的電「腦」，它只是一部機器，一切的動作都依照我們的資料一步步地去做。所以在以後各章節中你會常常發現諸如「執行」、「執行程式」、「執行運算」的名詞，它們表示計算機在執行我們所給予的指示以解決各種問題。又如「執行性敘式」、「說明性敘式」它們分別表示與計算機演算（處理）資料直接有關的敘式或間接有關的敘式。我們希望當你真正接觸問題時，能有所領會。」

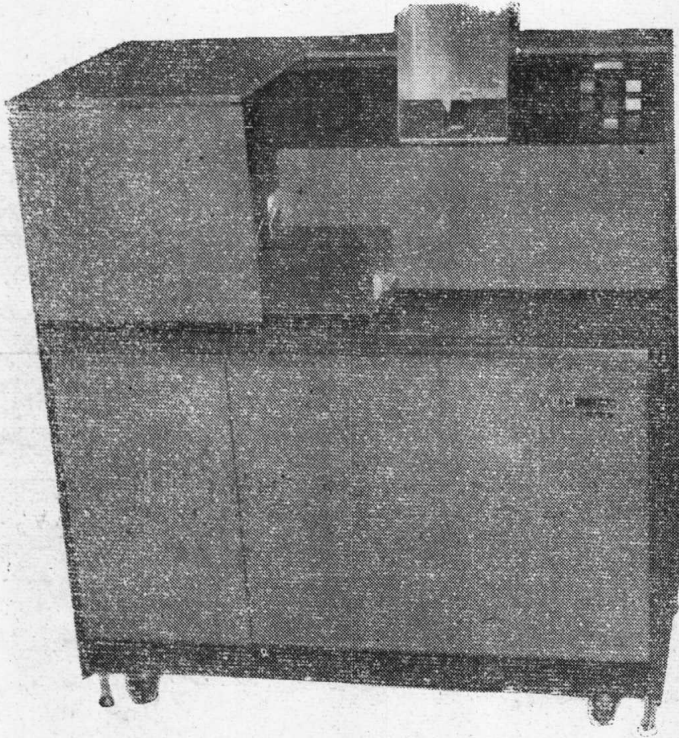


(4)



**IBM 1311** 中央處理機

中央處理機，為 1130 電子計算機系統之心臟所在，舉凡控制、記憶、運算均在此，因為第三代，故體積小巧玲瓏，其中還包括了一個打字鍵盤，一具電動打字機，顯示板。在內部右下方還有一個2315型的小型磁碟機，有 512,000 字的容量，可把各語言的轉譯程式，各副程式等預先存入。當然，此亦可用來儲存資料以彌補其磁蕊記憶容量（4096~32,768 字）之不足，其資料一次讀出或存入的時間為 0.115 秒。

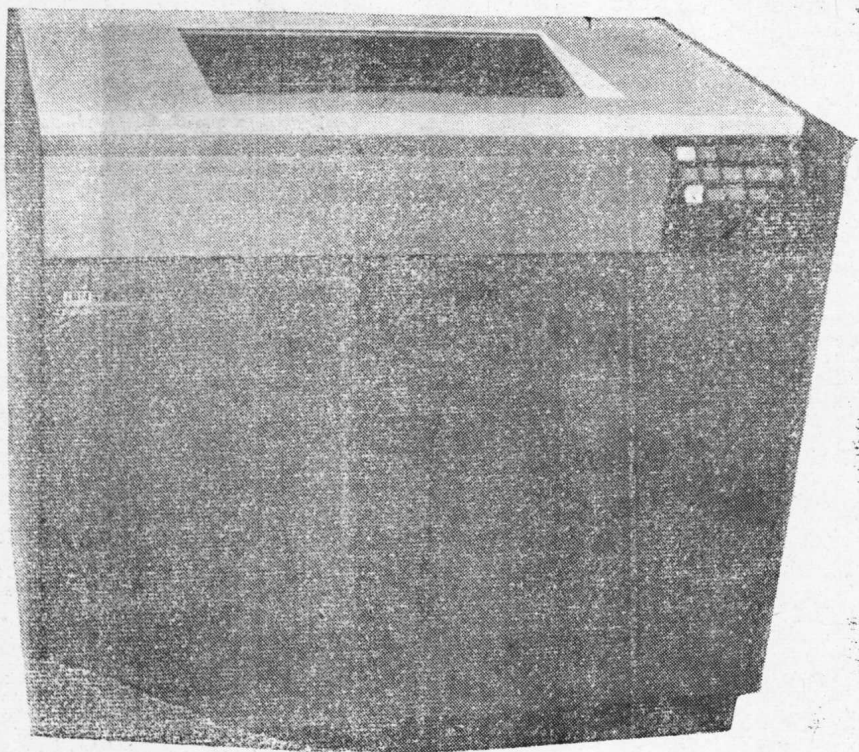


IBM 1442 讀/打卡機

此為 1130 電子計算機資料輸出/入系統之一，每分鐘可讀 300 張  
卡或打 80 張卡。

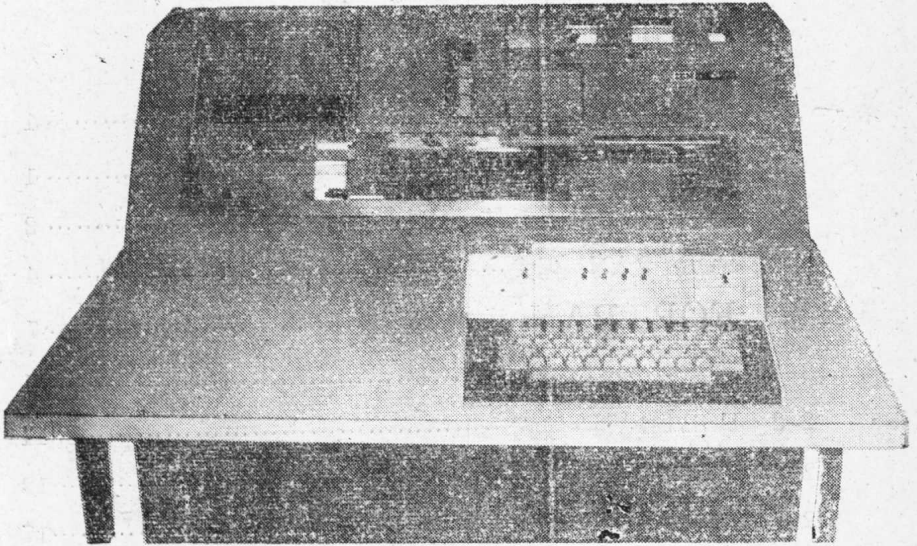


(6)



**IBM 1132 印表機**

此為 IBM 1130 電子計算機系統之重要輸出設備，它的特點是每次印一列而不是像打字機每次印一個字，輸出的速度自然快了許多。它每分鐘可印 80 列文數字或 110 列數字，每列的字數依據報表紙的大小而有所不同，最多可印到 120 個字。



IBM 22 打卡機

卡片輸出/入系統（COS），現在已有被高速的磁帶或磁碟輸出/入系統（MOS/DOS）取代的趨勢。然而卡片系統仍有價格低廉，處理便捷的優點，故在小規模作業中仍在大量使用。特別是一個敍式一張卡片，程式修改更正極為方便，在教育用途上有著極重要的地位。

## 目 錄

第一章 導論 .....	1
1-1 緒言 .....	1
1-2 IBM 1130 計算系統 .....	2
1-3 FORTRAN 程式 .....	4
第二章 FORTRAN 算術敘式 .....	7
2-1 緒言 .....	7
2-2 FORTRAN 敘式 .....	11
2-3 常數與變數 .....	12
2-4 FORTRAN 算術表示式 .....	17
2-5 FORTRAN 算術敘式 .....	24
2-6 附言 .....	27
習題 .....	28
第三章 輸入及輸出 .....	33
3-1 緒言 .....	33
3-2 輸入敘式及輸入 FORMAT .....	37
3-3 輸出敘式及輸出 FORMAT 敘式 .....	46
3-4 各種文數字資料的輸入及輸出 .....	60
3-5 附言 .....	67
習題 .....	68
第四章 FORTRAN 程式 .....	73
4-1 緒言 .....	73

目 錄 (9)

4-2	END, PAUSE, STOP 及 CALL EXIT 敘式	73
4-3	程式寫法	75
4-4	控制卡	79
4-5	附言	81
	習題	81
<b>第五章</b>	<b>控制敘式</b>	<b>87</b>
5-1	緒言	87
5-2	非條件式 GO TO 敘式	87
5-3	流程圖	88
5-4	IF 敘式	89
5-5	計值 GO TO 敘式	103
5-6	機械性及程式的指令及測試	105
5-7	附言	115
	習題	116
<b>第六章</b>	<b>函數</b>	<b>123</b>
6-1	緒言	123
6-2	庫藏函數	123
6-3	TYPE 敘式	126
6-4	算術敘式函數	127
	習題	130
<b>第七章</b>	<b>DO 敘式</b>	<b>137</b>
7-1	註標變數與DIMENSION敘式	137
7-2	DO 敘式	142
7-3	一度數陣的輸入與輸出	149

(10) 複傳程式	
7-4 DATA 敘式	162
習題	166
第八章 二度與三度數陣	175
8-1 緒言	175
8-2 二度與三度數陣的輸入與輸出	175
8-3 矩陣	184
8-4 附言	196
習題	199
第九章 程式除錯的方法	207
9-1 緒言	207
9-2 FORTRAN 轉譯程式偵測之錯誤	208
9-3 載譯完成後的錯誤	215
9-4 FORTRAN 輸入、輸出錯誤	222
9-5 附言	225
第十章 副程式：資料與程式的磁碟儲存	229
10-1 緒言	229
10-2 FUNCTION 副程式	231
10-3 SUBROUTINE 副程式	236
10-4 EQUIVALENCE 與 COMMON 敘式	253
10-5 程式分段及 CALL LINK 敘式	262
10-6 DEFINE FILE 敘式與磁碟輸出入敘式	266
習題	277
附錄 A FORTRAN 錯誤碼表	283
附錄 B FORTRAN 輸入輸出錯誤表	288

# 第 一 章

## 導 論

### § 1-1 緒言

本書的目的是告訴我們如何清晰而邏輯化地利用 FORTRAN 程式以解各種不同的數學問題，尤其著重於應用數學及工程問題方面。

在此我們將對基本的 FORTRAN IV 原理及其運用技巧作一個詳盡的討論。

各型各類的電子計算機（Computer 以後簡稱計算機）中，其 FORTRAN 系統均極類似而鮮有差別。即使如此，爲了準確起見，還是需要將所使用的計算機配合上最適當的程式。本書我們所討論的 FORTRAN IV 是針對 IBM 1130 計算機的使用而設計。

標準的 IBM 1130 計算機系統的機械結構包含了 IBM 1311 中央處理機（Central Processing Unit 以後簡稱 CPU）（附有磁碟儲存器（disk storage）），IBM 1442 讀打卡機（card-read-punch），與 IBM 1132 列表機（Printer）如附圖1.1，1.2，和 1.3。這些機器的詳細資料見於 IBM 公司所提供的使用手冊，此處不作贅述，下一節我們將討論這些系統的一般功能。

IBM 1130 整個計算機系統是在 IBM 1130 磁碟監視系統（Disk



## 2 複傳程式

Monitor System) 控制之下，此監視系統簡而言之是由 IBM 公司所寫的一組程式。它操縱、暗示、監督計算機系統內部的作業，而使操作員的工作減至最少。當然，此監視系統也是要接受某些指令的，這些指令一般稱之為“監視控制卡”(monitor control cards)，我們將於第四章“控制卡”中述及。這些控制卡必須加在 FORTRAN 程式的主卡前，而使程式能在監視系統之下順利作業。在學習如何製作 FORTRAN 程式時並不一定要知道此監視系統的工作情形，但當內部儲存器涉及更多不合理的操縱指令或資料時就顯得重要了。在 IBM 1130 磁碟監視系統第二型 (Version 2) 中有很詳細的說明。

### § 1-2 IBM 1130 計算系統

每一部數字計算機 (digital computer) 均包含了輸入 (input)，儲存 (storage)，控制 (control)，算術邏輯 (arithmetic-logical) 和輸出 (output) 五大部門，它們之間的作業關係如圖 1.4 所示。

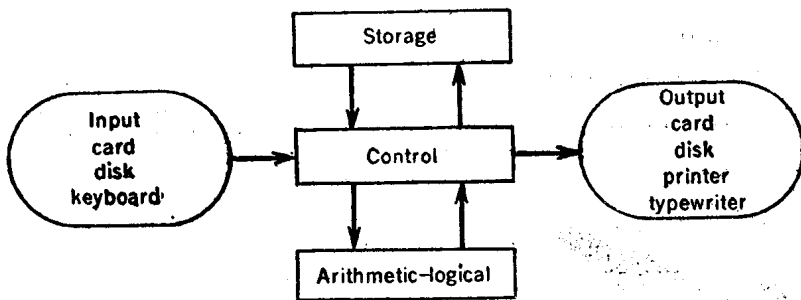


圖 1.4 數字計算機系統

現在我們來介紹這些組成 IBM 1130 計算機系統的幾個特殊部門。

數據 (data) 及指令 (instructions) 是先由 IBM 1311 中央處

理部 (CPU) 打字機將它們打在卡片再經由 IBM 1442 讀打卡機輸入計算機內；亦可由 CPU 所屬之磁碟儲存器或磁帶 (或紙帶) 輸入。

計算機是由附在 CPU 上的控制部門 (control unit) 來操縱，它是整個系統的神經中樞，(如圖 1.1 所示)。它控制內部的儲存、數據的收集與處理，運算其中資料。指示算術邏輯部門 (arithmetical unit) 運算及作某些邏輯判斷 (logical decisions)，並且控制各種輸出設備 (output devices)。

在 1311 CPU 中包含二種分立的儲存器或記憶區 (memory area)，其一是置於 CPU 中的磁碟儲存器，其二是磁蕊儲存器 (core storage)。數據及指令即利用這些電子設備來儲存。儲存的資料需要時可完整無缺地取出運用。且當資料失去儲存的必要時，亦可存入新的資料同時使原來的資料消失。

IBM 1130 計算機系統中的算術邏輯部門亦屬於 1311 CPU 的一部份。它能作加、減、乘、除、乘方等的運算或作某些邏輯判斷；甚至如複數運算亦包括在其工作範圍以內。

運算完成後，答案有數種顯示的方法：一、由 1442 讀打卡機打在卡片上；二、由控制臺打字機 (console typewriter) 或 1132 列表機印出；三、打在紙帶上或儲存在磁帶上於需要時取出運用。

為了讓各位有個一般的概念，現在我們來看看計算機要完成上述工作的內部操作的實際情形，假若一段指令序列已送入計算機的記憶部門中，即由控制部門將其一一取出以呼叫 (call) 各部門開始工作，如果這個指令是呼叫數據的輸入，則讀卡機 (card reader) 或其它的輸入設備 (input device) 就開始工作，將資料從輸入部門儲存到記憶部門中的特定位置；如果這個指令是呼叫算術運算，此時算術邏輯部門和記憶部門同時工作，在記憶部門中的數據將送入算術邏輯

#### 4 複傳程式

部門中運算，所得的結果再儲存到記憶部門中；如果這個指令是呼叫輸出工作，則輸出設備即開始工作，將儲存在記憶部門中已算好的結果由輸出部門輸送出來。

在附錄 (Appendix) C 中有一套完整的 IBM 1130 操作法則，我們可利用它來執行我們的 FORTRAN 程式，這些法則告訴我們如何啓動計算機，如何使計算機運行以及如何令輸入輸出部門執行其工作，這些操作法則以後將不再提及，需要時請參考附錄。

#### § 1-3 FORTRAN 程式

數字計算機是極複雜的電子設備，它能夠接收 (receive)，儲存，及執行 (execute) 我們所給予的指令，但這些指令必須使計算機能夠瞭解，而計算機所能瞭解的只有機械語言 (machine language)，這些機械語言乃由一系列的數碼 (digital code) 來表示，可是如用機械語言撰寫程式將是一件非常繁雜的工作，爲解決此困難於是設計了幾種特別的程式寫法，使我們得以利用英文及普通代數所寫出的語言由計算機轉譯成其本身所能瞭解的語言。

在程式的撰寫方面最重要也是最常用的一種符號語言 (symbolic language) 就是 FORTRAN 程式。“FORTRAN” 這個字是由 FORMula TRANslation (公式轉譯) 兩字合併而成，在 IBM 1130 系統中我們所使用的 FORTRAN 語言爲基本 FORTRAN IV，此型 FORTRAN 的寫法非常類似代數方程式，如： $X = Y + \text{SQRT}(Z)$  所告訴計算機的意思是：取  $Z$  的平方根加上  $Y$ ，所得的結果稱爲  $X$ 。

IBM 1130 中的 FORTRAN 系統就是將 FORTRAN 敘式 (statement) 轉譯爲一系列的機械語言指令，以使計算機能實際執行及操作。在計算機內有一種特別的機械語言轉換程式稱爲 FORTRAN