

CP/M
FORTRAN
-80 程式語言

上册

序

對學理工的人而言，FORTRAN 語言實為一種不可缺少的工具，目前各理工學院，均已在計算機概論中講授 FORTRAN 語言。然而由於計算機中心之擁擠，學生上機的時間不多，所以學習效果總是大打折扣。

目前，許多家用電腦，都提供極為豐富的軟體支援，而其價格又日益低廉，因此，大家學習的重心已漸由大型電腦轉移至家用電腦。

就以 APPLE II 為例，如果你已擁有一台 APPLE II，那麼你祇需填加下列材料，即可在家裏隨心所欲地上機學習 CP/M FORTRAN-80：

- ① Z80卡
- ② 磁碟機與磁碟機界面卡
- ③ CP/M系統磁片
- ④ FORTRAN-80磁片

本書主要是在介紹，如何在 APPLE II 上利用 CP/M 作業系統，發展 FORTRAN-80 程式語言，希望藉著筆者在機器上實際操作之經驗，能夠讀者有所幫助。本書係參考下列書籍：

- (1) "CP/M FORTRAN-80 FOR APPLE II"
- (2) "ANSI FORTRAN IV", Cole
- (3) "APPLIED NUMERICAL ANALYSIS", Gerald
- (4) "COMPUTER APPLICATIONS OF NUMERICAL METHODS", S.S.K
- (5) "CP/M 操作手冊"，魏易休，蔡毓珠

本書之特點有二：

第一：全書分爲二篇，一篇專論 CP/M 之操作及如何在 APPLE II 執行 FORTRAN-80 程式。另一篇專論 FORTRAN 程式語言，因此讀者並不需事先具備 CP/M 或 FORTRAN 之知識。

第二：本書之實例，均經作者在 APPLE II 上跑過，程式與上機過程的每一步驟均被列出，以避免書本與實際操作不能配合。

目 錄

第一篇 預備篇 1

第一章 如何在 APPLE II 上執行 CP/M 系統 3

- § 預 1.1 緒 言 3
- § 預 1.2 如何建立 APPLE II CP/M 系統 4
- § 預 1.3 APPLE II CP/M 系統操作之準備 5
- § 預 1.4 APPLE II CP/M 系統上常用命令的使用 16
- § 預 1.5 如何在 CP/M 系統下編輯使用者程式 41
- § 預 1.6 CP/M 的錯誤訊息 61

第二章 如何在 APPLE II 上執行 FORTRAN-80 63

- § 預 2.1 CP/M FORTRAN-80 系統磁片介紹 63
- § 預 2.2 COPY 一片 FORTRAN-80 系統磁片 67
- § 預 2.3 發展 FORTRAN 程式的步驟 73
- § 預 2.4 FORTRAN-80 編譯程式 82
- § 預 2.5 LINK-80 連結載入程式 90
- § 預 2.6 執行 FORTRAN 程式 97
- § 預 2.7 FORTRAN-80 的 I/O 99
- § 預 2.8 單一磁碟系統磁片間檔案之轉移 102

第二篇 FORTRAN-80 程式語言 105

第一章 如何利用電腦來解決問題 107

- § 1.1 緒 言 107
- § 1.2 如何利用電腦來解決問題 108
 - § 1.2.1 分析及定義問題 108
 - § 1.2.2 籌劃問題的解決方法 109
 - § 1.2.3 描述問題的解決方法 118
 - § 1.2.4 執行問題的求解過程 119
 - § 1.2.5 將問題的解決方法作成文件檔案 119
- § 1.3 結 論 120

第二章 FORTRAN-80的基本介紹 121

- § 2.1 簡 介 121
- § 2.2 FORTRAN-80 程式的基本形成 121
 - § 2.2.1 FORTRAN 中的行格式 122
 - § 2.2.2 敘述標號的用法 124
 - § 2.2.3 敘述的種類 126
 - § 2.2.4 INCLUDE 敘述的用法 127
- § 2.3 FORTRAN 語言的基本元素 127
 - § 2.3.1 字元集和鍵字 129
 - § 2.3.2 數值常數 130
 - § 2.3.3 變 數 132
 - § 2.3.4 FORTRAN 中的運算子 137
- § 2.4 FORTRAN-80 中資料的表示法和儲存格式 139
 - § 2.4.1 資料的各種名稱和型態 140

| | | |
|----------------------------|--|-----|
| § 2.4.2 | FORTRAN-80 中常數的各種型態 | 141 |
| § 2.4.3 | FORTRAN-80 中的變數 | 145 |
| § 2.4.4 | 陣列和陣列元素 | 146 |
| § 2.4.5 | 註標 (Subscripts) | 146 |
| § 2.4.6 | 資料儲存體的安排 | 147 |
| 第三章 FORTRAN-80 的表示式 | | 151 |
| § 3.1 | 算術表示式 | 151 |
| § 3.2 | 邏輯表示式 | 155 |
| § 3.3 | 關係表示式 | 156 |
| § 3.4 | 邏輯運算子 | 157 |
| § 3.5 | 表示式中的荷氏碼、文字串、和十六進制常數 | 160 |
| 第四章 替代敘述與規格敘述 | | 161 |
| § 4.1 | 替代敘述 (Replacement statements) | 161 |
| § 4.2 | 規格敘述 (Specification Statements) | 166 |
| § 4.2.1 | 陣列的宣告 (Array Declarators) | 167 |
| § 4.2.2 | 型態敘述 (Type Statements) | 168 |
| § 4.2.3 | 外來的敘述 (EXTERNAL Statements) | 170 |
| § 4.2.4 | DIMENSION 敘述 | 172 |
| § 4.2.5 | EQUIVALENCE 敘述 | 178 |
| § 4.2.6 | DATA 敘述 | 182 |
| § 4.2.7 | IMPLICIT 敘述 | 185 |
| § 4.3 | 程式實例 | 187 |
| 第五章 輸入與輸出 | | 195 |
| § 5.1 | 有格式的 READ/WRITE 敘述 | 196 |

| | | |
|----------------------------|-------------------------|------------|
| § 5.2 | 無格式的 READ/WRITE 敘述 | 200 |
| § 5.3 | 磁碟檔案的輸出與輸入 | 202 |
| § 5.4 | 輔助性的輸出與輸入敘述 | 204 |
| § 5.5 | ENCODE 及 DECODE 敘述 | 205 |
| § 5.6 | 輸出入名列 | 205 |
| § 5.7 | FORMAT 敘述 | 209 |
| § 5.8 | 程式實例 | 234 |
| 第六章 FORTRAN-80的控制敘述 | | 245 |
| § 6.1 | 簡 介 | 245 |
| § 6.2 | FORTRAN 控制敘述的分類 | 246 |
| § 6.3 | GO TO 敘述 | 247 |
| § 6.4 | 設定敘述 (ASSIGN Statement) | 252 |
| § 6.5 | IF 敘述 | 253 |
| § 6.6 | DO 敘述 | 259 |
| § 6.7 | CONTINUE 敘述 | 279 |
| § 6.8 | STOP 敘述 | 280 |
| § 6.9 | PAUSE 敘述 | 281 |
| § 6.10 | CALL 敘述 | 281 |
| § 6.11 | RETURN 敘述 | 282 |
| § 6.12 | END 敘述 | 282 |
| § 6.13 | 程式實例 | 282 |
| 第七章 函數與副程式 | | 305 |
| § 7.1 | PROGRAM 敘述 | 306 |
| § 7.2 | 敘述函數 | 306 |
| § 7.3 | 庫存函數 | 308 |

| | | |
|--------|------------------------------------|-----|
| § 7.4 | FUNCTION 副程式 | 312 |
| § 7.5 | FUNCTION 副程式之結構 | 313 |
| § 7.6 | 叫用一個 FUNCTION 副程式 | 315 |
| § 7.7 | SUBROUTINE 副程式 | 318 |
| § 7.8 | SUBROUTINE 副程式的結構 | 318 |
| § 7.9 | 叫用 SUBROUTINE 副程式 | 320 |
| § 7.10 | 由 FUNCTION 或 SUBROUTINE 副程式 RETURN | 326 |
| § 7.11 | 在副程式中陣列之處理 | 327 |
| § 7.12 | BLOCK DATA 副程式 | 328 |
| § 7.13 | 程式的串鏈 | 329 |
| § 7.14 | SUBROUTINE 與 FUNCTION 之比較 | 332 |
| § 7.15 | 繪圖副程式 (PLOT) | 334 |

第八章 FORTRAN-80 在數值分析上的應用 353

| | | |
|-------|--------------------|-----|
| § 8.1 | 非線性方程式解法 | 353 |
| § 8.2 | 矩陣代數與聯立方程式 | 366 |
| § 8.3 | 常微分方程式 | 399 |
| § 8.4 | 多項式的插值法 | 410 |
| § 8.5 | 最小平方曲線的尋求 | 422 |
| § 8.6 | 特徵值與特徵向量 | 437 |
| § 8.7 | 數值積分 | 458 |
| § 8.8 | 線性規劃 | 468 |
| 附錄 A | FORTRAN-80 程式語言的擴充 | 507 |
| 附錄 B | I/O 界面 | 517 |
| 附錄 C | 副程式的連結 | 521 |
| 附錄 D | ASCII 字元碼一覽表 | 525 |
| 附錄 E | 引用 FORTRAN-80 庫存常式 | 527 |

第一篇



預 備 篇

第一章

如何在APPLE II上 執行CP/M系統

§ 預1.1 緒 言

在介紹APPLE FORTRAN-80 程式語言之前，首先，我們必須瞭解FORTRAN-80 在APPLE II個人用電腦上，是藉著CP/M作業系統之管理才可執行它。因此，本章主要是針對APPLE II CP/M系統（版本2.2）的操作方法，諸如啓動APPLE CP/M系統、CP/M的命令、程式的編輯、程式的複製及印出、暫態程式命令等作一扼要地介紹。至於FORTRAN-80程式如何作編譯（Compiling）及連結（Linking），將在預備篇第二章中詳細介紹。期望讀者在熟讀此兩章以後，能夠得心應手地在APPLE II上學習APPLE FORTRAN-80的程式語言。有關於較詳細的CP/M使用方法，請參考APPLE II軟體卡CP/M操作手冊。

§ 預1.2 如何建立 APPLE II CP/M 系統

本節主要是告訴讀者，如果你想要在 APPLE II 上執行 CP/M 系統的軟體，如 FORTRAN-80，COBOL-80，PL/I-80，PASCAL，……等程式語言，您的 APPLE II 電腦至少必須包括以下的設備：

1. 至少要有 48K 的 RAM 記憶體，如果可能的話，最好加上一片語言卡 (Language Card)，使成爲 64K 的記憶體。
2. 至少要有一部磁碟機 (Disk Driver) 及磁碟機界面卡。如果可能的話，最好擁有兩部磁碟機，如此，將可減少來回地更換磁碟片且操作將更簡易。
3. 一片 MICROSOFT 軟體卡 (此卡具有 Z-80 CPU，是 CP/M 作業系統所必須)。
4. CP/M 作業系統之系統磁碟片及 CP/M 軟體系統之系統磁碟片 (如 FORTRAN-80 的系統磁碟片，其內至少包括 F80.COM，L80.COM，FORLIB.REL，DDT.COM 等)。

除了以上的設備之外，如能夠再擁有一部列表機 (Printer) 及列表機界面卡，將便利程式的印出。另外，CP/M 系統的編輯程式 ED.COM (在 CP/M 系統磁碟片內)，對於程式的編輯功能並不強，如果能夠擁有文字處理程式 (WORDSTAR) 的磁碟片，將更便捷於程式的編輯，當然，它並不是必須的。

擁有了以上的設備後，您的 APPLE II 將成爲可以執行 CP/M 系統軟體的裝置。接下來是如何在您的 APPLE II 電腦之

擴充槽 (slot) 上，插入上面所列的界面卡及連接其附屬的週邊設備，請您在關機之下實施以下的建議事項：

1. 將磁碟機界面卡與磁碟機連接後，插在擴充槽 6 的位置上。
2. 將 MICROSOFT 軟體卡，插在擴充槽 4 或 7 的位置上。
3. 如果有語言卡，請務必插在擴充槽 0 的位置上。
4. 如果你擁有列表機，請將列表機界面卡插在擴充槽 1 的位置上。

■ 切記！以上的作業必須一定在電源關掉之下，才能實施。

§ 預1.3 APPLE II CP/M系統操作之準備

本節開始將逐一地介紹 APPLE II CP/M 系統操作的準備工作，包括有啟動 APPLE II 的 CP/M 系統、磁碟片的格式化、如何複製 CP/M 備用及系統磁碟、如何擴充為 56K CP/M、CP/M 的行編輯及輸出控制字元、CP/M 系統的暖機起動、CP/M 檔案命名規則等。茲分別介紹如下：

啟動 APPLE II 的 CP/M 系統

當完成 CP/M 系統硬體部分的組合後，接下來是如何啟動它。啟動 APPLE II CP/M 系統的方法很簡單，首先是將 CP/M 系統磁碟片插入磁碟機 A：中。如果，您的 APPLE II 具有自動起始 (AUTO START) ROM 的話，只要打開主機的電源開關，主機將自動地從磁碟機內把 CP/M 作業系統取入主機的記憶

6 CP/M FORTRAN-80 程式語言

體內。經過幾秒鐘以後，顯示器的螢幕上將出現：

```
APPLE II CP/M
44K Vers. 2.2 X
(C) 1980 MICROSOFT
A >
```

注意，螢幕上顯示的 A > 符號，是表示 CP/M 作業系統已準備接受您輸入的命令。此時，即可開始使用 CP/M 系統。假使做了以上的啓始動作後，螢幕上並沒有顯示訊息的話，請關掉電源再檢查系統磁碟片是否正確或是界面卡是否插好，檢查無誤後重開電源開關。

如果，您的 APPLE II 沒有自動起始 ROM，則啓動 CP/M 系統的方式是：(1) 將主機電源打開，按“RESET”鍵。(2) 打入 6 CTRL-K (CTRL-K 表示按著 CTRL 鍵同時再按下 K 鍵)，再按“RETURN”鍵。完成以上步驟後，即可啓動 CP/M 系統，至於顯示器上螢幕的顯示，與上面相同。

磁碟片的格式化 (FORMATING)

任何空白的磁碟片在第一次被使用之前，必須先經過格式化的過程，以設定磁碟片為 16 個磁區 (Sector) 之格式並建立目錄檔 (Directory)。磁碟片格式化的步驟如下：

1. 假定此時 CP/M 作業系統已存在 (出現 A > 提示訊息)，同時磁碟機內插入的是系統磁碟片，此時打入：

```
A>FORMAT A:
```

然後，再按“RETURN”鍵，不久在顯示器螢幕上將出現以下的反應：

```
APPLE II CP/M
16 Sector Disk Formatter
(C) 1980 Microsoft
```

```
Insert disk to be formatted in drive A:
Press RETURN to begin
```

2. 將系統磁碟片取出換上空白的磁碟片，然後再按“RETURN”鍵。此時，你可看到磁碟機動作的指示燈亮著，同時發出“喀喀聲”。大約30秒鐘以後，格式化過程結束，螢幕上將出現：

```
FORMAT Complete
Insert CP/M System disk in drive A:
Press RETURN
```

3. 取出格式化好的磁碟片，然後插入系統磁碟片，再按“RETURN”鍵，大約一兩秒鐘螢幕再度出現A>，此時又回到CP/M作業系統之控制。

如何複製CP/M備用磁碟

在利用APPLE II電腦來執行程式時，較重要的磁碟片如系統磁碟或發展完成的程式，最好能複製一份備用，以防止因磁碟片損壞而喪失重要的程式。複製備用磁碟片可分單一磁碟機或雙磁碟機複製兩種方法。首先，介紹單一磁碟機的複製方法，其步驟如下：

1. 在CP/M作業系統（出現A>）下，打入：

```
A>COPY A:=A:
```

幾秒之後，螢幕上將出現如下的訊息：

```
APPLE II CP/M  
16 Sector Disk Copy Program  
(C) 1980 Microsoft
```

```
Insert MASTER disk and press RETURN
```

2. 插入將被複製的磁碟片，按“RETURN”鍵。此時，開始把被複製磁碟片的資料載入主機的記憶體內。磁碟機“喀喀”響幾秒後，螢幕上將出現：

```
Insert SLAVE disk and press RETURN
```

3. 取出磁碟機內的磁碟片，換上空白的磁碟片後，再按下“RETURN”鍵。幾秒鐘以後，螢幕上再度出現：

```
Insert MASTER disk and press RETURN
```

4. 以上步驟(2)和(3)重複3次。當最後一次時，在完成整個磁碟片的複製後，螢幕上將會出現：

```
COPY Complete
```

```
Do you wish to make another copy? N
```

```
Insert CP/M System disk into drive A:  
Hit RETURN
```


雙磁碟機的複製方法，假設是由磁碟機A複製至磁碟機B的話，其步驟如下：

1. 在磁碟機A內放入CP/M系統磁碟片，而磁碟機B內放入經過格式化後的空白磁碟片。假定此時系統是在CP/M控制之下，則打入：

```
A>COPY B:=A:
```

此命令是執行CP/M系統內的COPY程式，一兩秒鐘後，螢幕上將顯示：

```
APPLE II CP/M
16 Sector Disk Copy Program
(C) 1980 Microsoft
```

```
Insert MASTER disk into drive A:
Insert SLAVE disk into drive B:
```

```
Press RETURN to begin
```

2. 取出磁碟機A內的CP/M系統磁碟片，換上欲複製的磁碟片，並檢查磁碟機B內是否為格式化後的空白磁碟片，然後再按“RETURN”鍵。此時即開始進行程式的複製過程，您可看到磁碟機A和B的動作指示燈，交互地亮著以表示正進行複製工作。當複製完成後，螢幕上將顯示：

```
Copying...
```

```
COPY Complete
```

```
Do you wish to make another copy? N
Insert CP/M System disk into drive A:
Hit RETURN
```