

CS2.2

工程電腦

科學工程用程式語言 FORTRAN

張系國／著



知識系統出版有限公司

CS2.2

工程電腦

科學工程用程式語言FORTRAN

張系國 著



美國知識系統學院
軟體工程學教材第三單元

工程電腦

科學工程用程式語言FORTRAN

版權所有・翻印必究

著 者：張系國

發行人：孫玫兒

出版者：知識系統出版有限公司

台北市廈門街113巷17-1號2樓

行政院新聞局版臺業字第2663號

印刷廠：欣欣彩色製版印刷公司

台北市和平西路3段218巷3弄11號

總經銷：洪範書店有限公司

台北市廈門街113巷17-1號2樓

電 話：3927577・3946790

郵撥帳號：107402

初 版：中華民國72年10月

定價110元

目 次

第一課	佛傳程式語言簡介.....	1
第二課	重複資料處理.....	15
第三課	抉擇資料處理.....	33
第四課	矩陣處理.....	55
第五課	子程式.....	79
第六課	函數與變數類.....	107
第七課	檔案處理.....	125
第八課	佛傳七十七簡介.....	141

第一課

佛傳程式語言簡介

1. 常用的程式語言有許多種。基礎程式語言(BASIC)，由於簡單易學，而且適合人與計算機之交談(Interaction)，因此近年來廣泛使用於微計算機及家庭用計算機上面，可以說是最易學、最通用的程式語言。商程式語言(COBOL 可譯為刻薄程式語言)，過去廣泛使用於商業資料處理方面，近年來則有逐漸被其他程式語言所取代的趨勢。這是因為刻薄程式語言，雖然名為「刻薄」(意思該是說，商人算盤必須打得精吧)，寫起來却並不「刻薄」，反而十分嚕噠麻煩。當然，刻薄程式語言，寫起來雖然 嚕噠，讀起來倒比較容易懂些，這不能不說是刻薄程式語言的優點。但是，在科學計算及工程應用方面，牌子最老、使用得最廣泛的程式語言，還是佛傳程式語言(FORTRAN)。因此，一般在學校裏教授的，總以基礎程式語言及佛傳程式語言為

·科學工程用程式語言·

主，刻薄程式語言爲副。而計算機科學系本科的學生，才會學到其他的程式語言，例如白思嘉程式語言(PASCAL)，史努伯程式語言(SNOBOL)，及李絲普程式語言(LISP)等。白思嘉程式語言，由阿哥程式語言(ALGOL)演化而來，是相當優良的程式語言，其美麗不遜於「亂世佳人」裏的郝思嘉，未來前途十分光明。史努伯程式語言，最適合字串處理及樣版比較(Pattern Matching)。史努伯程式語言和李絲普程式語言，都是人工智能學(Artificial Intelligence)方面常用的程式語言，一般則較少用到。另外還有國際商業機器公司(IBM)所大力提倡的天字第一號程式語言(PL/1)，號稱是放諸四海皆準的程式語言，也部份取代了刻薄程式語言的地位。如果要列出一張學習計算機程式語言的清單，也許該這樣開列：

· 微計算機及家用計算機使用者 ·

基礎程式語言

· 一般程式設計師 ·

基礎程式語言

刻薄程式語言

佛傳程式語言

· 系統程式設計師 ·

上列三種程式語言及至少一種組合語言

· 計算機科學系本科學生 ·

上列程式語言及白思嘉、史努伯、李絲普程式語言，以及天字第一號程式語言等。

§ 溫習：試列舉你所熟悉的程式語言，並且大致說明每種程式語言的特點及應用範圍。

2. 佛傳程式語言的原名 FORTRAN，乃是英文字 FORMULA TRANSLATION 的縮併。原先在還沒有高級程式語言之前，如果要寫程式，就必須使用機器語言或組合語言，非常不方便。後來爲了應付科學及工程方面急劇增加的應用需要，才有佛傳程式語言應運而生。佛傳程式語言，當初主要是應用在數學及科學計算方面，因此數學的計算式子，幾乎可以直接搬入佛傳程式裏面，例如以下的式子：

$$D = B^2 - 4 AC$$

在佛傳程式，就寫成了：

$$D = B * * 2 - 4 * A * C$$

我們可以看出，這相當於基礎程式語言裏的**賦值指令**（ Assignment Command ）。我們計算了右邊式子的結果，將結果存放入左邊的變數裏。在最原始的佛傳程式裏，主要就是由一些**賦值敘述**（ Assignment Statement ）所構成。

〔例一〕如果要計算 $A^2 + B^2$ ，將結果放入 C，佛傳程式如下：

• 科學工程用程式語言 •

```
C = A**3 + B**3  
STOP  
END
```

〔例一〕的程式裏面，有三個敘述（Statement），相當於基礎程式語言裏面的三個指令（Command）。第一個敘述，從事計算C值的工作。第二個敘述，表示計算機做到這裏就應該停止工作。（當然，計算機多半不會真正停止，而是去做其他的工作了。在CS 2.1「電腦系統」第六課「操作系統」裏，我們已經解釋過，操作系統如何控制計算機，使之運行不懈。）第三個敘述，則表示程式到此終止。END是程式最後一個敘述，而且每個程式只能有一個END。

以上的例子非常簡單，似乎無甚特別。但是，如果我們要用機器語言來寫程式做同樣的工作，那就十分麻煩了。所以在五〇年代佛傳程式剛問世時，科學家和工程師都奔走相告：「救星到了！從此再也不用寫機器語言的程式了！」大家欣喜若狂，真好像見到佛祖降世一般（因此稱之為「佛傳」，兼含佛的傳人及佛祖所傳授之意。）直到如今，一般科學家和工程師最愛用的，還是這種令他們一見鍾情的佛傳程式語言。初戀永遠是最甜蜜、最引人懷念的，其信然乎！

[例二] 一般佛傳程式的格式是這樣的：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	.	.	.	72
C		E	X	A	M	P	L	E		1										
						C	=	A	*	*	3	+	B	*	*	3				
						S	T	O	P											
						E	N	D												

在過去仍然使用卡片的時代，這是必須遵守的格式。除了第一行的說明敘述（Comment Statement，相當於基礎程式裏的REM，是爲了便於說明程式而加入，沒有作用）之外，其他敘述的主體，均由第七格開始。如果是說明敘述，則在第一格寫一個C，表示是說明之用。其餘每個敘述，從第七格到第七十二格。卡片一般有八十格，最後的八格（即73到80格），用來打上卡片的次序號碼，不算是程式的一部份。

我們注意到，佛傳程式的敘述，不一定有敘述號碼（Statement Number），這和基礎程式不同。基礎程式的每個指令都必須有指令號碼，佛傳程式就沒有這種限制。當然，我們也可以給每個敘述（說明敘述除外）都加上號碼，那就變成這樣：

• 科學工程用程式語言 •

〔例三〕 有敘述號碼的〔例二〕程式，寫法是：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	.	.	.	72
C		E	X	A	M	P	L	E		2										
			1	0		C	=	A	*	*	3	+	B	*	*	3				
				2		S	T	O	P											
		1	0	5		E	N	D												

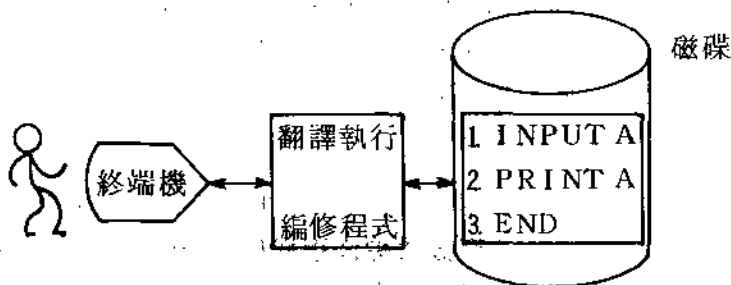
在上例中，敘述號碼是寫在第一格到第五格的位置，而且是**靠右對齊**（Right Justified）。第六格通常是空白，它的作用後面再講。我們注意到，〔例三〕裏的敘述號碼，不一定是由小到大的排列。這是和基礎程式不一樣的地方。

§ 溫習：為什麼在基礎程式裏，指令號碼必須由小到大排列？

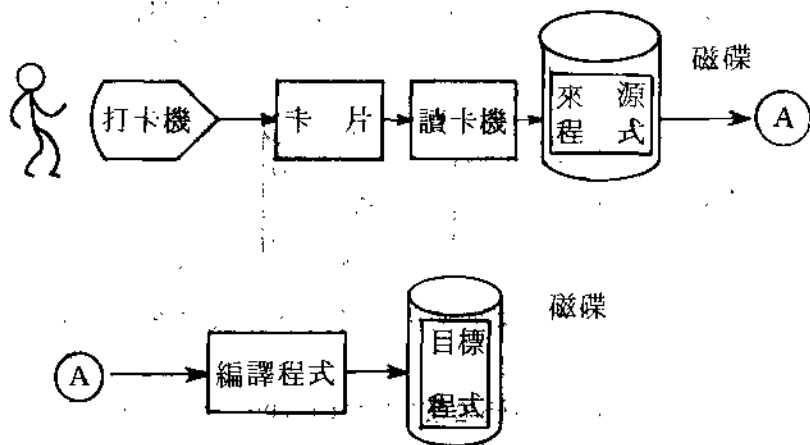
答案：基礎程式的指令順序，是依照指令號碼的順序而決定，所以指令號碼必須由小而大排列。在佛傳程式裏，敘述號碼則只是標明這個敘述的**標籤**（Label）。

3. 基礎程式通常是用**翻譯執行程式**（Interpreter）來翻譯及執行。這種翻譯執行程式，也兼具**編修程式**（Editor）的功能。因此，基礎程式的每個指令，都有指令號碼，這樣編修比較方便。用圖來表示，則如下示：

· 第一課 佛傳程式語言簡介 ·



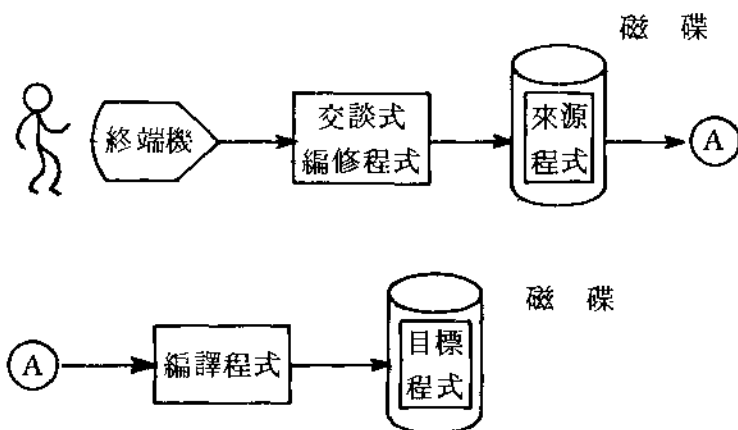
在過去還使用卡片的時代，佛傳程式一般是先依照上面介紹的格式，打成卡片。卡片由讀卡機讀入，存入檔案內，再由編譯程式(Compiler)譯成目標程式(Object Program)，然後執行，如下示：



• 科學工程用程式語言 •

§ 溫習：翻譯執行程式，編修程式，編譯程式各有什麼作用？如果有不清楚之處，請溫習C S 2.1「電腦系統」第七課「編譯程式」及第八課「編修程式」。

現在我們已不使用卡片了。一般的交談式計算機系統，可以由使用者直接用**交談式編修程式**(Interactive Editor)來撰寫程式及修正程式。撰寫好的程式，再由編譯程式譯成目標程式，然後執行，如下示：



因此，我們如果要使用交談式計算機系統來跑佛傳程式，必須學習三種語言：

- ① 操作系統語言(Operating System Language, 簡稱 OSL)。
- ② 交談編修程式語言(Editing Language)。
- ③ 佛傳程式語言(FORTRAN Language)。

· 第一課 佛傳程式語言簡介 ·

操作系統語言及編修程式語言，隨計算機廠牌、軟體系統而異。好在我們只要學習過一種廠牌的計算機的操作系統語言及編修程式語言，就很容易學會其他類似的操作系統語言及編修程式語言了。這裏就不再多做說明，仍集中在佛傳語言方面。

4. 在〔例二〕及〔例三〕中，我們說明了一般佛傳程式的格式。這種格式是因着卡片的格式限制而訂定的。因此，每行都有固定的格數（七十二格，若加上最後面為次序號碼保留的八格，則為八十格）。如果某個敘述的長度，超過了一行（一張卡片）所能容納的限度，那麼我們可以繼續到下一行，而在第六格寫個數目字（不能是0）表示是承續上一行未完的敘述，如下例所示：

〔例四〕 $A = \text{BASE} * (\text{HEIGHT} + 0.12)$ ，可以分成兩行寫：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
						A	=	B	A	S	E	*	(	H	E	I	G	H	T	
					1	+	0	.	1	2	)									

不同計算機系統的不同編譯程式，所能接受的連續行數，各不相同。一般應用程式，很少會用到超過五、六行的連續行。其實，我們很容易便能把過長的敘述，分解成比較短的敘述，請看下例：

• 科學工程用程式語言 •

【例五】如果有如下的敘述，我們如何能將它分解成兩個較短的敘述？

計算 $A = B + C * D * E + F * G - 1567 * H$

計算 $A = B + C * D * E + F * G - 1567 * H$

答案：

計算 $X = F * G - 1567 * H$

計算 $A = B + C * D * E + X$

或使用一個暫用變數 (Temporary Variable)：

計算 $X = F * G - 1567 * H$

計算 $A = B + C * D * E + X$

交談式計算機系統的編修程式及編譯程式，有的已經擺脫了上述的嚴密格式，而容許比較自由的自由格式 (Free Format)。例如每行的數字不限於 72，程式的敘述主體不必從第七格開始等。在本書裏，我們還是採用上面介紹的嚴密格式。我們先學會了嚴密格式的寫法，將來改用較自由的格式很容易。但如果先學了自由格式，將來遇到必須使用嚴密格式時，就有困難了——正如俗諺所說，「由儉入奢易，由奢返儉難！」

基於同樣的道理，本書裏所介紹的，主要是最通用的佛傳程式語言。至於最進步的佛傳七十七，在本書最後一課裏才做說明。我們寫了程式，往往希望它拿到別的計算機上

・第一課 佛傳程式語言簡介・

面，也一樣可以執行無誤，這叫做程式的**可攜性**(Portability)。可攜性高的程式，不論拿到哪個計算機系統，幾乎都不必修改，所遭遇的困難最小。現在一般計算機系統，幾乎都有佛傳Ⅳ編譯程式。佛傳七十七程式語言固然好用，有的計算機系統上却硬是沒有佛傳七十七編譯程式，這是初學者不可不知的。佛傳七十七比較接近阿哥、白思嘉，無疑是更接近理想的佛傳程式語言。但是放大的小腳，無論如何總不及天足來得自然。如果把佛傳七十七和白思嘉作一比較，我們又不如捨佛傳而取白思嘉了。

5. 佛傳程式的賦值敘述右側的數學運算式，和基礎程式語言賦值指令右側的數學運算式相同。佛傳常用的數學運算符號如下：

+	(加)	2 + 3 = 5
-	(減)	5 - 2 = 3
*	(乘)	2 * 3 = 6
/	(除)	6 / 2 = 3
**	(次方)	2 ** 3 = 8

我們寫數學運算式時，運算符號的**優先順序**(Precedence)如下：

**	最優先	2 ** 3 = 8
*, /	次優先	2 * 3 = 6
+, -	再次優先	2 + 3 = 5

下面是數學運算式的例子。左邊是一般的數學式，右邊是相應的佛傳數學運算式：

$$\begin{aligned} & 2 \times 3 + 4 \\ & = 10 \end{aligned}$$

佛傳數學運算式：

$$2 * 3 + 4$$

〔例六〕	$\frac{A - B}{C}$	$(A - B) / C$
〔例七〕	$A - \frac{B}{C}$	$A - B / C$
〔例八〕	$C + \frac{D}{A^3}$	$C + D / A * * 3$
〔例九〕	$\frac{B^2 - 4AC}{2A}$	$(B * * 2 - 4 * A * C) / (2 * A)$

在〔例七〕和〔例八〕裏，左邊數學式的運算順序，和右邊佛傳數學運算式依靠運算符號的優先順序而決定的順序，是一致的。例如〔例七〕，我們先計算 B / C ，再計算 $A - (B / C)$ 。所以 $A - B / C$ ，如果加入括弧來表示運算的次序，就該是 $A - (B / C)$ 。同樣，〔例八〕的 $C + D / A * * 3$ ，可以寫做 $C + (D / (A * * 3))$ 。在這兩個例子裏，括弧都是多餘的。但是在〔例六〕和〔例九〕裏，我們都必須加入括弧來改變運算的優先順序，使之符合我們的期望。

如果運算符號的優先順序相同，在佛傳程式裏，我們是由左到右，依次計算。所以 $A * B / C$ 的意思是 $(A * B) / C$ ，而 $A / B * C$ 的意思是 $(A / B) * C$ 。如果我們要計算 $\frac{A}{B * C}$ ，就必須寫成 $A / (B * C)$ ，而不能只寫 $A / B * C$ 。

以上的優先順序規則，和基礎程式語言相同，這裏就不再多做說明了。

總複習：

(第一題) 賦值敘述有什麼作用？

--

(第二題) 試為下列的賦值敘述，加上適當的括弧，以表示運算的優先順序。

$$X = A * B / C + D * E$$

--

$$X = A * * B * C * D$$

--

$$Y = A + B * C - D$$

--

(第三題) 試撰寫佛傳程式來計算 A，B，C 三個變數的平均值。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21