

微电脑程式设计与 土木工程之应用

扬岂凡 编著

台湾文笙书局

T11/18
Y 23

編輯大意

- 一、本書為使用微電腦在土木工程方面之應用，包括工程力學，鋼筋混凝土設計，基礎工程，鋼結構設計，結構學及測量學等之基本應用。
- 二、本書可為五專土木工程科“電子計算機程式”課程之教材，亦可為土木工程從業者自修之用。
- 三、由於篇幅有限，有關各方面之應用僅能點到為止，無法深入的探討，讀者如有興趣，可自行參考其他專書。
- 四、書中遺漏之處在所難免，尚祈先進指正。

編者 謹識

目 錄

第一章 BASIC程式設計

1-1	概論.....	1
1-2	微電腦系統	2
1-3	程式設計簡介.....	3
1-4	常數與變數	4
1-5	數學運算	5
1-6	關係敘述	9
1-7	邏輯運算	9
1-8	算術函數	9
1-9	PRINT	10
1-10	INPUT, READ及DATA	13
1-11	DIM及LET	17
1-12	GOTO	19
1-13	IF - GOTO	19
1-14	ON - GOTO	20
1-15	FOR - TO - STEP - NEXT	20
1-16	REM	22
1-17	IF - THEN	22
1-18	副程式	22
1-19	流程圖	27
1-20	範 例	30

第二章 工程力學

2-1	材料斷面之 A , I 及 Z 值	37
2-2	材料力學	39
2-3	簡支梁	43
2-4	流體力學	46

第三章 鋼筋混凝土學

3-1	材料	53
3-2	梁之工作應力設計法	59
3-3	梁之強度設計法	83

第四章 結 構 學

4-1	矩陣運算	96
4-2	DIM	98
4-3	矩陣運算整套程式	102
4-4	相合變形法	113
4-5	最小功法	119
4-6	傾角變位法	122
4-7	力矩分配法	125
4-8	有限元素法	129
4-9	位移法分析桁架	132

第五章 基礎工程

5-1	概 論	141
5-2	垂直應力計算	141

5—3	主動土壓力.....	142
5—4	基樁之容許支承力.....	143
5—5	單柱基腳之設計.....	144

第六章 鋼結構設計

6—1	概 論	147
6—2	鋼材之容許壓應力	147

第七章 測 量 學

7—1	倍緯距法	149
7—2	由各點之座標計算面積	152

第一章 BASIC 程式設計

1-1 概 論

1. 依一般之說法，電腦之發展約可分為四代：

- (1) 第一代電腦，使用“真空管”。
- (2) 第二代電腦，使用“電晶體”。
- (3) 第三代電腦，使用“微電路”。
- (4) 第四代電腦，使用“半導體”。

2. 電腦科學進步快速，如今積體電路（IC），大型積體電路（LSI）等先後應用於微電腦內，使得微電腦之體積大為減小，而成本更為降低。

3. 微電腦之主要設備有下列三項：

- (1) 輸入設備：常見的有鍵盤、讀卡機、磁帶機、紙帶機及磁碟機等。
- (2) 中央處理單元（CPU）：為電腦之主要設備，可儲存資料、進行數學運算、邏輯運算及控制等。
- (3) 輸出設備：常見的有螢光顯示幕、行印機、磁帶機及繪圖機等。

4. 研究電腦科學，可以分成兩大部門：

- (1) 硬體（Hardware）：研究電腦設備之設計與製造。
- (2) 軟體（Software）：研究應用電腦來處理問題。

本書為有關軟體之說明。

5. 電腦程式語言，常用有：

- (1) BASIC：一般用
- (2) F ϕ RTRAN：工程用

(3) $C\phi B\phi L$: 商業用

(4) ASSEMBLER

本書僅介紹 BASIC 語言，其他語言請另見專書

6. 土木工程中任何一門課程都可應用電腦代勞，如：結構分析、測量工程、土壤力學、基礎工程、工程管理、施工估價、土木建築繪圖、橋梁設計及房屋結構設計等，樣樣皆可以讓電腦來操作。

電腦之優點很多，但非萬能，其作業完全依賴使用者提供之程式，如程式錯誤，答案亦無正確之可能。（有時程式錯誤，電腦無法偵出，照樣運算，但其答案必錯，反而自誤）。

故學者千萬記住，設計程式時不得有任何差錯，否則功虧一簣。

1 - 2 微電腦系統

1. 微電腦通常包括中央處理機、鍵盤、磁帶機、磁碟機及行印機等各項設備。一般使用 BASIC 語言，但加上編譯器 (compiler) 後，可使用 $F\phi RTRAN$, $C\phi B\phi L$ 等其他語言。
2. 中央處理機 (CPU)，為電腦之主要設備，可進行數學與邏輯運算或控制其他週邊設備。
3. 記憶器，用以儲存程式和資料。包括 RAM 與 $R\phi M$ 。RAM 為隨取記憶器， $R\phi M$ 為僅讀記憶器。
4. 鍵盤，為常用之輸入 (INPUT) 設備。
5. 螢光幕，為常用之輸出 ($\phi UTPUT$) 設備。
6. 卡式磁帶機，為一般之錄音機，用以儲存程式資料。
7. 行印機 (Line Printer)，用以將運算之結果印在報表紙上以供閱讀。
8. 磁碟機，為輸出及輸入設備，可將程式與數據錄存在磁碟片上

。利用翻譯程式磁碟，可進行其他語言，如FORTRAN，
COBOL及ASSEMBLER等。

9. 微電腦啓動方法，請見讀者所使用之電腦操作手冊。

10. 本書主要使用BASIC語言。BASIC是Beginners
All-Purpose Symbolic Instruction Code之縮
寫。

1-3 程式設計簡介

1. 程式設計之步驟一般分爲：

- (1)分析問題（將問題分類歸納，以讓微電腦處理）
- (2)繪製流程圖（以後詳述，小程式通常不必用）
- (3)程式設計（用BASIC語言，設計程式）
- (4)程式檢驗（上機執行，檢查是否有錯誤之處）

2. 程式實例

問題：設計一程式，以計算矩形面積A，其長爲L，寬爲S。

△程式：

```
10 INPUT L
20 INPUT S
30 A = L * S
40 PRINT A
50 END
```

△說明：

```
10 INPUT L
```

10 為行號，行號可由 1 至 65528 間之任一整數，按順序由小而大，各行間之差距不受限制，通常每行相差 10，以便增插入新行。
INPUT 表示由鍵盤輸入數值。L 為變數，通常變數為一位或二位字元組成，前一位必為 A~Z 間之任一字母，第二位可為字母或數字。例如 L 1，L 2，L A，L D 等。

30 A = L * S

面積 A = 長 L 乘以寬 S。“*” 為乘號，用以與英文字母“×”區別。

40 PRINT A

將相乘所得之結果印出，顯示在螢光幕上。PRINT 表示印出之意。

50 END

表示程式結束，停止操作。

以上是程式設計之簡單介紹，詳細之程式語言，由下一節開始說明。
。本程式上機執行之結果為：

RUN (表示上機執行)

?

5 (輸入 5，讓 L = 5)

?

4 (輸入 4，讓 S = 4)

20 (所得結果 A = 20)

1 - 4 常數與變數

1. 如 $X = Y + 22$ ，則 X, Y 為變數，22 為常數。

2. 常數可分為整數與實數。

(a) 整數：(1) 為不帶小數點之常數

(2) 其使用範圍 $-32768 \sim +32767$

(b) 實數：數字如太長，則電腦以“科學顯示法”表示，即用指數符號 E 表示。(例如： $23456.78 = 2.345678 \times 10^4$
 $= 2.345678 \text{ E } 4$)

例如：

整數： $+10, -20, -60, +100$ 等。

實數： $+11.2, +22.3, -21.2, -31.4$ 等。

3. 變數

(a) 變數命名時其首位(最左位)必須為英文字母(A~Z)，第二位可以用字母或數字。例如： $A, A1, A2, G9, MN$ 等。僅兩位有效。

(b) 任何變數名稱不可與 BASIC 保留字相同。

(c) 變數可分為(1)數值變數；(2)字串變數。

(d) 數值變數：例如 $A, A1, A9, MN$ 等。

(e) 字串變數：於變數之後加上“\$”號，

例如： AI, GT, $B$$ 等。$$

(BASIC 保留字就是 BASIC 語言專用之文字，讀者自行設定變數時，不可與保留字相同。)

1-5 數學運算

1. 數學設定陳述

格式為： $V = \text{數學運算敘述}$

(a) V 爲一任何合格之數值變數，爲指定之變數名。

(b) 此陳述令電腦評估等號右側敘述之值，將其結果設定到等號左側之變數。

(c) 新設定值立即取代原值。

2. 例題：

```
10  A = 5
20  B = A + 7
30  A = A + B
40  PRINT A
50  END
```

本程式之進行步驟可用下法模擬之：

(a) 設有空格 A，B 兩個。

A	B

(b) 10 A = 5

表示將 5 放在 A 內。

A	B
5	

(c) 20 B = A + 7

今A內有5，再加7，則等於12，將12放在B內。原A內之5不變。

A	B
5	12

(d)

30	$A = A + B$
----	-------------

原 $A = 5$ ， $B = 12$ ，則 $A + B = 5 + 12 = 17$ ，再將17放入A內，而A內原來之5被消掉（即新值會取代原值，與錄音帶之錄音原理類似）。

A	B
$\times 5$ 17	12

(c)

40	PRINT A
----	---------

將A印出，則其值為17。

3. 數學運算敘述

(a)運算符號： $+$ ， $-$ ， $*$ ， $/$ ，指數（ $\uparrow$ ， $\wedge$ ， $**$ 皆可，視電腦種類而異）。

(b)運算優先次序：

① $\uparrow$ 或 $\wedge$

② $*$ ， $/$

③ $+$ ， $-$

④同級並列者，則由左而右依順序運算。

例題 1 :

設 $A = 1$, $B = 2$, $C = 3$, 而 $D = (B)^2 - 4 A C$
試設計一程式以計算 D 值。

程式 :

```
10    A = 1
20    B = 2
30    C = 3
40    D = B ↑ 2 - 4 * A * C
50    PRINT D
60    END
```

(c) 程式中僅使用圓括號 (小括號) , 沒有中括號或大括號 , 必須左右成對使用 , 括號內最優先運算 , 可以無限重疊 , 由 “ 最內對 ” 開始往外運算。

例題 2 :

設 $A = 1$, $B = 10$, $C = 2$, 而

$$D = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

試設計一程式以計算 D 值。

程式 :

```
10    A = 1
20    B = 10
30    C = 2
```

```

40    D=(-B+(B*B-4*A*C)↑0.5)/(2*A)
50    PRINT D
60    END

```

1-6 關係敘述

共有六種關係等號，列之如下：

	符 號	意 義
(1)	<	小 於
(2)	>	大 於
(3)	=	等 於
(4)	< >	不 等 於
(5)	< =	小於或等於
(6)	> =	大於或等於

關係敘述必須配合 IF-THEN 敘述使用。(以後詳述)

1-7 邏輯運算

1. 電腦除具有執行四則運算之功能外，還可判別情況之真或假。
2. 邏輯運算有三：AND， ϕR ， $N\phi T$ 。
3. 邏輯運算之優先順序為：

(1) $N\phi T$

(2) AND

(3) ϕR

1-8 算術函數

1. 電腦自備之算術函數，可供應用，列表如下：

電腦用	一般用	備 註
SIN (X)	$\sin x$	x = 弧度
COS (X)	$\cos x$	x = 弧度
TAN (X)	$\tan x$	x = 弧度
ATN (X)	$\tan^{-1} x$	x = 弧度
LOG (X)	$\log_e (x) = \ln(x)$	$\log_{10} x = 0.434294 \cdot \log_e x$
EXP (X)	e^x	$e = 2.718289$
INT (X)		小於或等於 X 之最大整數
SGN (X)	$x < 0 \rightarrow \text{SGN}(x) = -1$ $x = 0 \rightarrow \text{SGN}(x) = 0$ $x > 0 \rightarrow \text{SGN}(x) = +1$	
ABS (X)	$ x $	
SQR (X)	$\sqrt{x}$	$\text{SQR}(x) = x \uparrow 0.5$ ，但 SQR(x) 之執行速度較快

2. 如須用到上表中所未列之函數，則須自行推導，例如：

$$(a) \text{ secant : } \text{SEC}(X) = \frac{1}{\text{COS}(X)}$$

$$(b) \text{ cosecant : } \text{CSC}(X) = \frac{1}{\text{SIN}(X)}$$

$$(c) \text{ cotangent : } \text{COT}(X) = \frac{1}{\text{TAN}(X)}$$

1 - 9 PRINT

如果希望電腦印出這樣的句子：“THIS ISA PR ϕ GRAM”
吾人可寫程式如下：

```
10 PRINT "THIS ISA PR $\phi$ GRAM"  
20 END
```

電腦即會印出“THIS ISA PR ϕ GRAM”之字樣來。

以上程式內容之說明如下：

- (1) 程式中的每一列，稱為這個程式的一個敘述。例如有二列的話，則有二個敘述。
- (2) 每一列都必須用一個正整數帶頭。
- (3) 我們要寫出來的辭句必須用引號把它括起來。
- (4) 結束 (END) 這個敘述，表示將程式結束，不再運算之意。
- (5) 所用英文字全部要大寫（不能用小寫）。“零”與英文字母“ ϕ ”容易混不清，故一般以“0”表示數字“零”，而以“ ϕ ”表示英文字母“ ϕ ”。
- (6) 我們故意讓各敘述前面之號碼相差 10，例如 10，20，30……等，這是為了以後對程式有所修改時，可以在 10，20 或 30，…之間加入一些新的敘述，那麼我們就可以使用 11，12，……19，或 21，22，……29 等數目，作為新敘述的號碼，然後電腦就會按號碼之大小，依次處理（由小而大）程式。
例如同上之程式，想加入自己的名字，則可另寫一敘述：

```
15 PRINT "BY S.P.HWANG"
```

則電腦會印出：THIS ISA PR ϕ GRAM
BY S.P.HWANG

電腦可以處理文字、數字，及圖形等資料，以上係介紹文字之處理情形，再來我們要介紹數字之處理情形。

例如我們想計算 $2 + 3$ ，則可書一程式：

```
10 PRINT 2+3
20 END
```

則電腦計算之結果為： 5

PRINT之格式：

- 1 印出之項目應以逗號或分號分開。
- 2 如用逗號(,)分開，則印出之資料留有空格（空格數視電腦種類而異）。
- 3 如用分號(;)分開，則各項目間不插入空格。
- 4 若 PRINT 之最後，係以(;)結束時，則下一 PRINT 陳述會接在此 PRINT 之後印出。

例題 1：程式

```
10 PRINT 1, 2, 3
20 END
```

印出之結果為： 1 2 3

例題 2：程式

```
10 PRINT 1; 2; 3
20 END
```

印出之結果為： 1 2 3