

计算机在土木工程中的应用丛书

Xiuzhen Jisuanji Tumu Gongcheng
Chengxu

袖珍计算机土木工程程序

陈和群 王德信 编

人民交通出版社

计算机在土木工程中的应用丛书

Xiuzhen Jisuanji Tumu Gongcheng
Chengxu

袖珍计算机土木工程程序

陈和群 王德信 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要内容有 BASIC 程序设计语言和土木工程方面的实用程序两部分。本书附有十二个实用程序，每个程序都有使用说明和算例，通俗易懂，是土木工程科技人员的一本实用参考书，也可作为工科院校教学参考书。

* * * * *

《计算机在土木工程中的应用丛书》编委会：

主 编：龙驭球（清华大学，教授）

副主编：王道堂（北方交通大学，副教授）

编 委：傅作新（中国河海大学，副教授）

赵超燮（北京工业大学，教 授）

沈康辰（上海海运学院，副教授）

计算机在土木工程中的应用丛书

袖珍计算机土木工程程序

陈和群 王德信 编

责任编辑 张征宇

人民交通出版社出版发行

（北京和平里东街 10 号）

各 地 新 华 书 店 经 销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：8.25 字数：213 千

1990 年 2 月 第 1 版

1990 年 2 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数：0001—1500 册 定价：9.10 元

02-210-189-3

ISBN 7-114-00775-2

N·00463

出版说明

随着计算机的飞速发展，作为一种精确、迅速、有效的计算工具，计算机已经在许多方面发挥了重要作用，并且愈来愈受到重视。中国土木工程学会计算机应用学会，为了进一步推动计算机在土木工程中的应用，在人民交通出版社的大力支持下，决定编辑、出版《计算机在土木工程中的应用丛书》。

本丛书将介绍土木工程各专业中计算机应用的有关知识及应用程序与实例。我们希望本丛书能成为通俗易懂、结合专业及便于应用的读物，并可作为土木工程技术人员在职进修的材料。我们也希望通过本丛书，能帮助更多的工程技术人员掌握和应用计算机。

由于计算机应用的范围愈来愈宽广，我们打算继续选择读者需要的题材陆续编辑出版。欢迎广大读者向本丛书编委会反映你们的意见和要求。

《计算机在土木工程中的应用丛书》编辑委员会

1987.1.14

目 录

第一篇 BASIC 语言

第一章 BASIC 语言的基本概念	1
§ 1.1 引言	1
§ 1.2 BASIC 程序结构和键盘输入	2
§ 1.3 BASIC 语言基本字符	4
§ 1.4 数、变量	5
§ 1.5 表达式、标准函数	7
第二章 BASIC 语言的基本语句	9
§ 2.1 赋值语句	9
§ 2.2 输出语句和键盘输入语句	10
§ 2.3 读数和置数据语句	13
§ 2.4 恢复数据区语句	13
§ 2.5 无条件转向语句	15
§ 2.6 条件转向语句	17
§ 2.7 数组说明语句	23
§ 2.8 循环语句	26
§ 2.9 标准函数	36
§ 2.10 暂停和注释语句	38
§ 2.11 子程序	39
§ 2.12 字符串变量	48

第二篇 程序设计

第三章 图形几何性质及简单结构内力图的绘制	54
§ 3.1 多边形面积的重心、矩、惯性矩、 主惯性矩的计算	54
§ 3.2 简支梁内力和位移的计算	73
§ 3.3 两端固定梁内力和位移的计算	91
§ 3.4 内力图的绘制	110
§ 3.5 平面应力状态应力圆绘制	119
第四章 结构分析	128
§ 4.1 连续梁内力的计算	128
§ 4.2 平面桁架的静力分析	137
§ 4.3 平面框架的静力分析	160
§ 4.4 工字形对称断面的支柱纵向弯曲检验	191
第五章 钢筋混凝土构件计算	212
§ 5.1 四边支承的板	212
§ 5.2 钢筋混凝土矩形截面的强度极限计算	228
§ 5.3 钢筋混凝土截面应力用极限状态法检验	244

第一篇 BASIC 语言

第一章 BASIC 语言的基本概念

§ 1.1 引言

自 1946 年制成世界上第一台数字电子计算机（简称“ENIAC”）到现在将近四十年的时间内，计算机技术得到了迅猛的发展，由电子管、晶体管、集成电路计算机发展到今日的大规模集成电路计算机。与此同时，软件也有了相应的发展。目前，计算机能根据人们编制的程序自动地、高速地和精确地进行各种各样的“计算”工作，并已渗透到人类社会活动的各个领域。如科学和工程中的数值计算；经济管理方面的信息处理；为设计自动化服务的计算机辅助设计；为生产自动化服务的过程控制和模拟人的大脑功能的智能计算机等。

现在计算机的发展趋势之一，是向微型化方向发展。微型计算机是大规模集成电路的产物，由于微机具有体积小、价格低、对环境要求低和使用方便等等独特优点，使其应用极为广泛。一般微型计算机都配有 BASIC 高级语言。

BASIC 语言是一种被国际上广泛使用的计算机程序设计语言。它的主要特点是：

（一）简单易学，使用方便。当源程序输入计算机后，若有错误（包括语法和语义），用户可以立即通过键盘修改程序，边算

边改，直至得到满意结果。对初学计算机算法语言的人，首先学习 BASIC 语言是很合适的；

(二) 具有会话功能。它可以通过计算机的终端进行人机对话；

(三) BASIC 语言不仅可以适用科学方面的计算；也可应用于小型的数据处理、事务管理、计算机辅助设计等方面。

本篇主要介绍 BASIC 程序的基本结构、有关概念及基本语句等内容，使读者能初步具有使用 BASIC 语言编制程序的能力。

§ 1.2 BASIC 程序结构和键盘输入

一、BASIC 程序的结构

什么是BASIC 语言的算题程序？先从一个简单例子说明其基本内容和结构。

例：求边长为A、B的长方形面积S。

```
10 : INPUT A, B
20 : LET S=A * B
30 : PRINT S
40 : END
```

这种用 BASIC 语句编制的程序称为BASIC 语言源程序。一个程序由若干程序行组成，一般一行写一个语句（有的计算机允许在一行内写几个语句，各语句之间一定要用冒号(:)隔开)。如上例程序由四个语句组成，其中行号为 30 的语句(简称 30 句，下同)要计算机打印输出面积S值。

一个语句一般由以下三部分组成：

1. 行号 每个语句前都冠以整形数字，我们称之为语句行号，简称行号(或标号)。通常计算机是按行号从小到大的顺序执行各个语句。相邻语句的行号不一定连续（上例行号间隔为 10)，以便修改程序时可增补新语句。编程序时可以不按大小次序写，

但键入计算机后，会自动按序排列，按序执行。

2. **定义符** 语句中定义符的作用是使计算机执行某种特定的功能。如上例的INPUT是一个定义符，它的功能是在运行程序时，由键盘给变量提供数据；LET是定义符，它的功能是给变量赋值。

3. **语句体** 紧接在定义符之后的具体内容。如上例行号为10的语句表示输入变量A、B的数值；行号为20的语句表示A、B相乘的值赋给变量S。

最后，每个程序一般以定义符END结束。当执行到程序中END语句时就停止运行。

二、程序的键盘送入、修改和运行

1. 键盘送入程序的顺序 (PC-1500 计算机)

〈1〉首先使计算机处于程序状态，按 **MODE** 键，显示屏顶部出现“P R O”字符。

〈2〉送入新程序之前，先清除机内程序，可键入NEW命令（即按 **N E W** 键，再按 **ENTER** 键）。

〈3〉根据源程序逐行逐个字符键入，但上例行号后的冒号切勿键入，如40句只键入40 END。

〈4〉键完每一个程序行都要按回车键 **ENTER** 键，这时显示屏上在行号后增加了一个冒号，表示该程序行已被送入机中。

〈5〉程序全部送入后，计算机不会立即执行。要按 **MODE** 键，使计算机转为运行状态（屏幕顶部出现RUN字样）再发出 **R U N ENTER** 命令，计算机才开始执行程序。若要再次执行可以重复上述命令。

2. 程序修改

〈1〉程序送入过程中的修改

当一个程序行尚未送入完毕，发现出错字符，可用回退键◀进行修改，按一次则光标向左移一格，退到出错字符处便可键入修改内容；若要在两个字符之间插入一个字符，则可把光标移到后一个字符上按SHIFT和▶键，光标就停在两个字符之间，再键入内容；要删除某个字符，可将光标移到某个字符上，按SHIFT和◀键就能清除某个字符。

〈2〉程序送入完后的修改

首先使机器处于程序状态，修改某程序行，可以取相同的行号，键入正确的语句内容。若只须修改少数字符按L·行号ENTER，在屏幕上立即显示该程序行，然后再采用〈1〉的办法进行修改。

删除某程序行：可键某程序行行号，不键入任何内容，再按ENTER键。

插入程序行号：需要在两个程序行之间插入程序行，可键入位于两个程序行号之间的某个行号，再键入具体内容。如例中要在10和20句之间插入输出A、B，则可键入

15 PRINT A, B

§ 1.3 BASIC 语言基本字符

任何一种语言都规定基本字符，由字符构成该语言的词汇，再由词汇组成语言的基本语句，使用者可严格根据语法规则写成各种“文章”，即源程序。BASIC 语言的基本字符有三大类：

1. 数字：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
2. 字母：A, B, C, ……., Y, Z
3. 符号：

／ 〈1〉标点符号：,(逗号)；(分号)·(小数点)：(冒号)”(引号)！（感叹号）？(问号)

〈2〉运算符: + (加), - (减), * (乘), / (除), ^ 或
↑ (乘方), $\sqrt{\quad}$ (开方), ((左括号),) (右括号), = (赋值号),
OR (逻辑加), AND (逻辑乘) NOT (逻辑非)

〈3〉关系符: = (等于号), < (小于号), > (大于号),
<= (小于等于号), >= (大于等于号) <> (不等于号)

〈4〉专用符号: \$(串变量符号), # (格式符号), SPACE
(空格号, 书写用)

§ 1.4 数、变 量

一、数

BASIC 语言中的数一律采用十进制, 但书写形式分定点和浮点两种。

定点表示一个数只有数字 0 ~ 9、小数点和正负号 (正号一般省略)。例如:

215	-3.7	.75	0.8
1758	5.	-7.5	3.0

浮点表示是在定点数基础上增加指数部分 $E \pm D$, 它相当于 10 的 D 次幂, 其中 D 是一位或两位整数。例如:

0.3745 E+ 7	相当于 3745000
-9.23 E- 2	相当于 -0.0923
1 E 6	相当于 1000000

注意, 指数部分不能单独构成数, 如 10^6 不能写成 E 6, 应写成 1 E 6。此外, 指数部分的正号一般都可省略。

二、字符串常数

目前很多计算机不仅用于数值计算, 还能进行事务管理等。在应用中需要字符 (如工厂名), 因此, 在 BASIC 语言中引入字

字符串常数（简称串常数）。串常数是由引号“”括起来，其中由基本字符集的字符组成。例如：“THIS IS A PROGRAM”；“COMPUTER AIDED DESIGN**2”；“X--STRESS”；“X= Y= ”等等。

从上述串常数例子中可以看出，除引号外，其它字符均可在串常数中出现。要注意，引号仅作为串常数的起止界线。例如：30PRINT “S=” 则打印输出为S=。

不论数值还是串常数，在程序运行过程中是不变的，故称常数和串常数。

三、变 量

如果一个量的值是可以改变的，则称这个量为变量。在BASIC语言中引入数值变量（简称变量）和字符串变量（串变量）。前者在数值计算中使用，后者则在非数值处理中使用（详见§2.12）。

数值变量可分为简单变量和下标变量两类。

〈1〉简单变量

BASIC语言规定，简单变量可用大写英文字母中任一字母，也可以用一个字母后跟一个数字或跟一个字母表示。如A，B2，CD，ww是正确的简单变量名，相反地，如 $A \times 1$ ， σ ， α ，2A，CBD则不是简单变量名。

〈2〉下标变量和数组

数值计算中将同类特性的数集合在一起组成一维数组（又称向量，如X，Y）或二维数组（又称矩阵，如A，B）等。它们中的每个分量在数字中表示为： x_i, y_j 和 a_{ij}, b_{jk} 等，而在算法语言中采用下标变量X(I)，Y(J)和A(I,J)，B(J,K)表示，一般BASIC语言只允许使用一维和二维两种数组，故相应地存在一维和二维下标变量。一般形式分别为：

一维 〈变量名〉(〈表达式〉)

二维 〈变量名〉(〈表达式1〉，〈表达式2〉)

下标变量的变量名组成规定与简单变量的规定相同。有的版本只允许用一个字母表示。表达式一般称下标，它可以是非负整数、变量和算术表达式，并必须位于圆括号之中。二维下标变量，两个表达式之间用逗号分开。第一个下标表示二维矩阵的行号，第二个下标表示列号。在 BASIC 语言中规定下标的值必须是非负整数，算术表达式的结果也应该是非负整数。例如， $X(0)$ ， $X(4)$ ， $X(I)$ ， $X(2 * J + 1)$ 都表示数组名为 X 的一维数组中的元素，其中 I 与 $2 * J + 1$ 两个式子只能取非负整数才能保证下标取值的要求， $B(0, 1)$ ， $B(5, 6)$ ， $B(I, 2)$ ， $B(I * 2, 3 + J)$ 都表示数组名为 B 的二维数组中的元素。

§ 1.5 表达式、标准函数

一、表 达 式

在 BASIC 语言中，表达式一般是对数值计算而言。表达式是由数、变量（简单变量或下标变量）、函数和运算符所组成的，是有数学含义的式子。数、变量和函数分别都是表达式的特例。表达式运算的结果是一个数。

表达式运算的优先顺序为：

()，函数，乘方，乘、除，加、减。

对同一级由左向右计算。例如：

$$\begin{array}{ccccccc} (A + B * \cos(4 * y) \wedge 2 / c) / D \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ \textcircled{6} \quad \textcircled{4} \quad \textcircled{2} \quad \quad \textcircled{1} \quad \textcircled{3} \quad \textcircled{5} \quad \textcircled{7} \end{array}$$

上例中，小圆圈内的数字表示该表达式在计算机中运算的次序。

BASIC 语言中的表达式与一般的代数式很相似，但初学者很容易出错，在书写时应注意：表达式中的字符只有前后之别，必须逐个符号并排在同一横线上；表达式乘号不能省略，也不能用“ $\times$ ”或“ $\cdot$ ”代替，一定要用乘号“ $*$ ”表示；除号必须用

“/”表示，而不得用“÷”或“—”表示；乘方号“^”（或“^”）表示自乘，例如A^b应写成 A^B，当A为负数时，B 必须是整数。

表达式的例子

代 数 式	表 达 式
$\frac{a}{bc}$	A/B/C 或A/ (B * C)
$[(a+b) c+d] e$	$((A+B) * C+D) * E$
$ a \cdot b \sin X$	ABS(A * B) * SIN(X)
$\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2 a}$	$((-B+\sqrt{(B*B-4 * A * C)})/A/2$
$a_{ij} \cdot b_{jk}$	A(I,J) * B(J,k)
$x_i^3+y_j^2$	X(I)^3+Y(J)^2

二、标 准 函 数

在 BASIC 语言中，对一些常用的函数，如三角函数、对数函数等，都预先编制成标准子程序，可供直接调用，各种机器在使用手册中有详细说明，一般配备十几种标准函数。详见§ 2.9。

第二章 BASIC语言的基本语句

§ 2.1 赋值语句

要想把一个表达式的值给某个变量，就要用到赋值语句。赋值语句的一般形式为：

〈行号〉 LET 〈变量〉 = 〈表达式〉

其中，LET 是赋值语句定义符，其功能是把“=”右边表达式的值赋给左边的变量。这里“=”称为赋值号。变量是指简单变量及下标变量。

例如： 40:LET X=A+B
50:LETD(I)=C*F(I)

使用赋值语句需要注意以下几点：

〈1〉表达式中出现的变量一定要在该语句之前有明确的值，如在上例中A, B, C, I, F(I)就必须在前面已给具体值（输入值或赋值）。当然没有明确的值不会产生语法错误，但往往会使语意不明。

〈2〉赋值语句中的“=”与数学式中的等号的含意绝然不同，如一般数学式： $X = -X$ ，得 $X = 0$ 。但赋值语句

30:LET X=-X

则表示，将“=”右边的原X值（设X的值是5）改变符号（即-5）后，再赋值给原变量X，执行完这个语句后，X的值由5变为-5。

〈3〉变量被赋给新值后，其原值被冲掉，不再保存。

例1 10:LET A=5

```
20 LET B = A
30 LET A = 7
40 END
```

在上述程序中，执行完 10 句后，A 的值是 5；执行完 20 句后，A 与 B 值都是 5；执行完 40 句后，A 的值是 7，B 的值是 5。

例 2 试将 A 与 B 的值交换，

```
10 LET S = A
20 LET A = B
30 LET B = S
40 END
```

这说明一定要借助于第三个变量才能将两个变量的值进行交换。

§ 2.2 输出语句和键盘输入语句

一、输出语句

使用计算机进行解题或事务处理时，用户需要靠输出语句得到结果，并希望以最合适的形式输出，使有关人员较方便地使用这些成果。因此，程序设计者要正确地安排输出语句和输出格式，输出语句的一般形式为：

〈行号〉 PRINT 〈表达式组〉，〈“字符串组”〉

其中，PRINT 是输出语句的定义符，表达式与表达式之间、字符串与字符串之间，表达式与字符串之间，都必须用逗号“，”或分号“；”隔开。字符串要用引号“，，”括起来。计算机在执行 PRINT 语句时，会原封不动地输出引号中的字符串和表达式的数值。

在输出格式上分标准格式与紧凑格式两种。所谓标准格式是指每一个输出对象占据固定的长度（如 PC-1500 占 13 个字符），输出内容没有占满固定长度时，则由空格补足。紧凑格式是在每

一个输出对象之间留一个空格（或不留）。当输出对象后用逗号“,”时，表示按标准格式输出，当输出对象后用分号“;”时，表示按紧凑格式输出。

此外，如果 PRINT 语句末尾以分号结束（其它任何语句不允许末尾加标点符号），在输出完本语句内容后不换行，紧接着打印下一条输出语句的内容。

在 PC-1500 计算机中，把输出语句分为两种：PRINT 和 LPRINT。前者是屏幕显示输出，后者是打印输出，用法完全一样，故不再重述。输入、输出与机型关系很大，现以 PC-1500 机为例。

例 1 10 PRINT 13, "45 D"

屏幕显示： 1345 D
数值是从后面向前排，字符是从前向后排。

例 2 10 PRINT 4; -16; "AB" - 5; 6

屏幕显示： 4 -16 AB- 5 6

数字和字符之间，数字之间都不留空格，空一格是表示“+”号位。

例 3 10 LET A = 3

20 LET B = 7

30 PRINT "A+B="; A+B

40 END

屏幕显示： A+B= 10

二、键盘输入语句

在 BASIC 语言中，除了赋值语句可给变量数值外，还可用输入语句来完成，其中，有一种采用人机对话方式的输入语句，一般形式为

〈行号〉 INPUT 〈变量组〉, 〈“字符串”〉 其中，INPUT 是键盘输入语句的定义符，它的功能是通过键盘给变量提供数据。变量与变量之间必须用“,” 隔开，字符串与变量之间用“,” 或