

中 国

G B

1500—79

程序设计语言

ALGOL讲义

张 文 恺 编 著
耿 国 华

1983

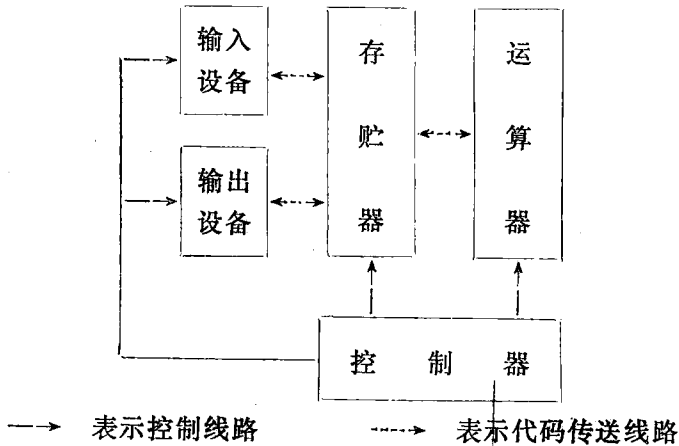
TP312AL

绪 论

电子计算机是本世纪最重大的科学与技术成果之一。从1946年到现在，不足四十年的光景，它被应用的领域多达六百多个。由它应用的性态来看，从科学计算开始，迅速扩展到实时控制、数据处理、企业管理、情报检索、医疗诊断、语言翻译、声图识别和智能模拟等等。有点名气的大学都相继设立了这方面的专业系科。所以，一个国家拥有计算机的台数和人口比，是这个国家的科学与技术先进水平的一个重要标志。

自六十年代中期以后，提到计算机这个名词，指的是计算机系统。它是硬件和软件所组成的一个统一体。

硬件是计算机系统在实际装置的总称。它通常包括存贮器、输入/输出(I/O)设备，运算器和控制器等四部分功能部件。由这几部分所组成计算机的逻辑结构，如下图所示。



- 1、存贮器：用以存贮数据，程序或其它信息，它们都是二进制形式的代码。
- 2、运算器：用以执行算术运算和逻辑运算，以及其它运算的。
- 3、控制器：用以控制指令执行的顺序和具体实施的。
- 4、输入设备：用以把程序、数据或其它信息送入机器。我国常见的输入设备有纸带输入机、卡片输入机、控制台打字机、终端等。
- 5、输出设备：用以显示计算的结果或其它信息的部件。我国常见的输出设备有快速打印机、快速穿孔机、宽行打印机、控制台打印机、X—Y描图仪和屏幕显示。

一个程序的执行过程是，控制器指挥输入设备把程序送入存贮器，然后命令计算器按指令要求进行计算。最后把在贮存器的计算结果让输出设备显示出来。

软件是相对硬件而言的，也称软设备。它是为了扩大计算机功能和提高计算机效率，提供给用户使用的程序及其有关资料。例如库程序、汇编程序、编译程序、操作系统，以及各种维护和使用手册、程序说明书等。

什么是程序呢？为此，我们引入指令等概念。所谓指令就是机器可以直接识别，并按其执行的代码。一个计算机全体指令的集合叫这个机器的指令系统，或机器语言。程序就是为完成一定功能的指令的有序集合。我们称编制程序的工作为程序设计。

用机器语言编制程序，首先得为所使用的数据和程序本身分配存贮器，然后再按指令代码进行编制。这些指令不但失去日常概念中的直观形态，而且还随机器而异。所以，早期的程序设计是比较困难的。

例如，计算梯形面积 $S = (A + B) \cdot H \div 2$

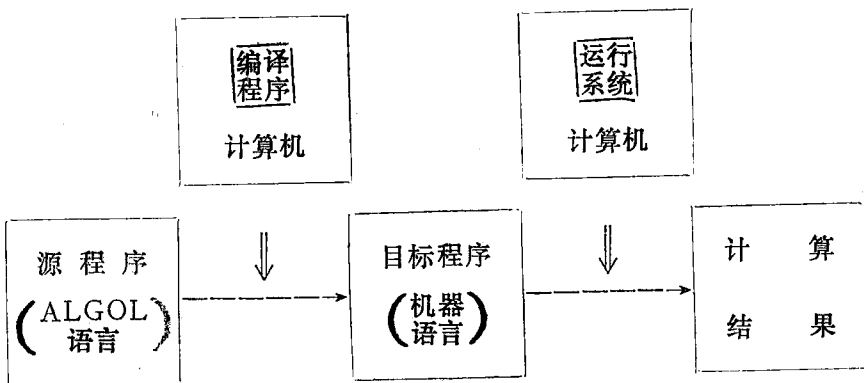
若把数据A、B、H、2分别放在代号为0200、0201、0202、0203的存贮器单元中，计算结果S放在0400中，程序从0300开始存放，则用DJS—21机的机器语言，上面计算的程序可写成：

| | | |
|------|-----|------|
| 0300 | 002 | 0200 |
| | 008 | 0201 |
| | 002 | 0202 |
| | 004 | 0203 |
| | 004 | 0400 |

若用程序设计语言ALGOL来写计算梯形面积时，除对数据作些说明外，梯形面积计算就写成：

$$S := (A + B) \times H / 2$$

它比之用机器语言所写的那样神奇的程序，是多么接近我们常用的写法啊！可是，计算机不能直接识别它，对它需要一个转换，把它变成机器语言。这一工作是由称为编译程序的软件来完成的。我们把可以引导出另一种语言的语言称为源语言，如程序设计语言ALGOL的执行必须转换成机器语言，所以ALGOL语言就是一种源语言。而用源语言编写的计算机程序称为源程序，有时也简称程序。一个源程序的运行过程可如下图：



上图是：把输入到机器内的用ALGOL语言写的源程序，计算机用编译程序对它进行加工，得到一个与它等价的用机器语言表示的目标程序。然后由运行系统安排数据、标准过程和装配整个目标程序。对这样得出的完全可执行的目标程序，如同用机器语言所写的程序一样，让它运行就得出计算结果。

程序设计语言ALGOL，其中ALGOL是英语ALGO rithmic Language的缩写，直译成“算术语言”。早在1951年苏黎士的联邦高等技术学院的芦苇斯豪塞建立了一种代数计算的語言，当时由于他所用的机器小和计算机界的有关人士的不重视，而未能实现。1957年程序设计语言FORTRAN在美国交付使用，对计算机界是一个很大的震动。1958年欧洲的一些计算机科学家在苏黎士提出算法语言ALGOL—58。1960年美国和西欧的一些计算机科学家在巴黎提出ALGOL—60。1962年在罗马提ALGOL—60的修改报告。1968年国际标准化组织在ALGOL—60的基础上形成了“程序设计语言ALGOL”主要是增加了“关于ALGOL—60的一般输入和输出过程”。这就是所谓ALGOL的国际文本。ALGOL语言是在我国第一个被引进运行的科学计算语言，即如现在，它还是应用最广的语言。1979年我国国家标准总局发布“中华人民共和国国家标准程序设计语言ALGOL”。它与国际标准ALGOL基本保持一致。

标准语言都是独立于机器的，一般机器都是实现它的一个子集。所以，只要有具体的机器使用手册，就能使ALGOL程序在任何配有标准ALGOL的编译程序的机器上运行。

本书是按照“国家标准程序设计语言ALGOL”写成的。其规模是语言说明书的零级语言，亦即ALGOL全语言，它相当于过去ALGOL—60全部。由于国内使用的机器，对ALGOL语言的输入/输出都因机器而异。所以，输入/输出过程在本书中略去。但是为了构成一个完整的程序，我们参照输入/输出过程说明书，引入简单的输入/输出语句。

使用本书时请注意以下问题：

1、本书是按国家标准，对ALGOL语言作了全面的讨论。由于它不是为某一特定机器所运行的ALGOL语言而写的。所以，在实习或做题时，还得参考或介绍具体机器对ALGOL语言设置的特点和要求，以及如何使用该机器的说明。这实际上也是对程序设计人员基本训练之一。按某一机器去讲语言，看起来好象快，实则训练的人员大多死板，而且程序风格单调。

2、本书在章节编排上、内容的论述上都以现在流行的结构程序思想为指导，力求在得出结构清晰，可靠安全和效率较高的程序上下功夫。从宏观的程序结构到微观的语句书写，我们都作了必要的讨论。虽然ALGOL语言还不是完全的结构程序设计语言，但结合结构程序思想去进行程序设计是大有好处的。

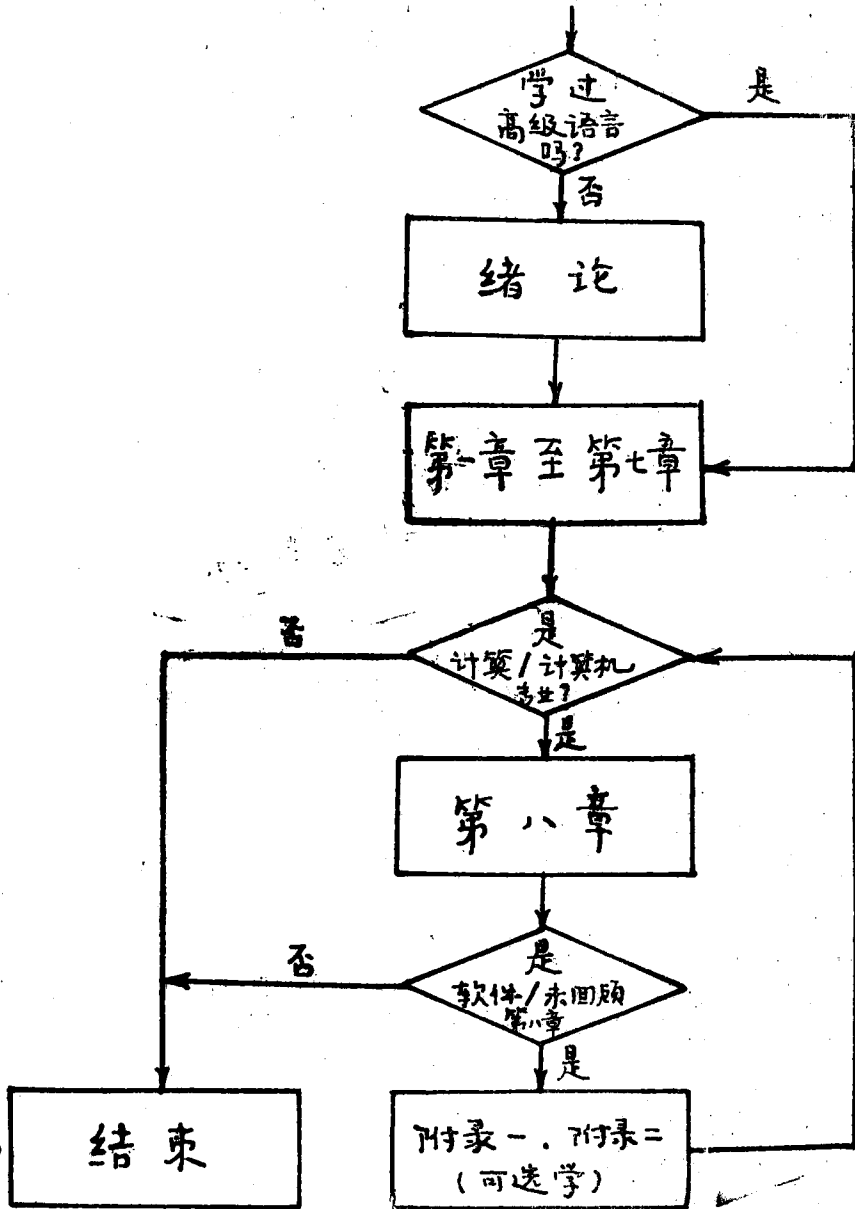
3、本书为照顾读者自学、写的比较详尽。在作教材时，不必逐节逐段讲授，请参考每一章一开头讲的该章提要和安排，作重点讲授就行了。

4、本书的习题大都是按科学计算而编排的，有些题目需要一定的计算方法方面的知识。以所，可根据不同系科和目的要求，给予增删。不久我将编成本书的教师使用手册，其中有供各专业的选题。

5、对于计算机系科的学生，我们建议有必要介绍附录一的内容，大约共需学时在54—60之间。对计算专业的学生，起码应简要介绍前八章的内容。大约共需学时48—56之间。对其它系科只需前七章的内容，大约共需学时在42—52之间。

虽然我们对ALGOL语言教学已进行过多遍，但由于想以新的观点并结合ALGOL特点，去展开内容的讨论，疏漏不妥，甚或错误之处在所难免，肯请读者赐教。

教学内容选择流程图



目 录

| | |
|---------------|--------|
| 论 绪 | (1) |
| 第一章 简单算术表达式 | (1) |
| § 1、 基本符号 | (1) |
| § 2、 数的表示 | (3) |
| § 3、 简单变量 | (4) |
| § 4、 简单算术表达式 | (6) |
| 第二章 赋值语句 | (11) |
| § 1、 赋值语句 | (11) |
| § 2、 标准函数 | (13) |
| § 3、 简单程序的编制 | (15) |
| § 4、 输入和输出 | (17) |
| 第三章 条件语句 | (23) |
| § 1、 问题的提出 | (23) |
| § 2、 简单布尔表达式 | (24) |
| § 3、 条件语句 | (27) |
| § 4、 复合语句 | (31) |
| § 5、 条件表达式 | (34) |
| 第四章 转向语句 开关说明 | (42) |
| § 1、 转向语句 | (42) |
| § 2、 命名表达式 | (44) |
| § 3、 空语句 | (47) |
| § 4、 开关说明 | (49) |
| 第五章 数组 分程序 | (57) |
| § 1、 数组 | (57) |
| § 2、 数组说明 | (58) |
| § 3、 下标变量 | (62) |
| § 4、 分程序 | (66) |

| | | | |
|------------|---|-------|---------|
| § 5、 | 量的作用域 | ..... | ( 68) |
| 第六章 | 循环语句 | ..... | ( 76) |
| § 1、 | 离散型循环语句 | ..... | ( 76) |
| § 2、 | 步长型循环语句 | ..... | ( 78) |
| § 3、 | 当型循环语句 | ..... | ( 82) |
| § 4、 | 一般循环语句 | ..... | ( 84) |
| § 5、 | 几个问题 | ..... | ( 86) |
| § 6、 | 例子 | ..... | ( 88) |
| 第七章 | 过程 | ..... | ( 97) |
| § 1、 | 例子 | ..... | ( 97) |
| § 2、 | 一般过程 | ..... | ( 99) |
| § 3、 | 函数过程 | ..... | ( 104) |
| § 4、 | 无参过程 | ..... | ( 107) |
| § 5、 | 过程小结 | ..... | ( 109) |
| § 6、 | 过程的编制 | ..... | ( 111) |
| 第八章 | 如何编制程序 | ..... | ( 121) |
| § 1、 | 对ALGOL的回顾 | ..... | ( 121) |
| § 2、 | 结构程序设计的基本思想 | ..... | ( 124) |
| § 3、 | 举例 | ..... | ( 126) |
| § 4、 | 几个遗留问题 | ..... | ( 130) |
| 附录一 | 名词和术语 | ..... | ( 133) |
| 附录二 | 《中华人民共和国国家标准程序设计语言ALGOL》的第一部分“语言说明书” | ..... | ( 135) |

第一章 简单算术表达式

算法语言的目的是描述计算过程，在描述计算规则时用到的基本概念是算术表达式（它包含数、变量和函数等组成部分）。而对算术表达式的执行，最终都归结为某个简单算术表达式的求值过程。

本章首先介绍构造算法语言的基本符号。在这个基础上，引入数和简单变量的表示方法，以及标准函数。最后，给出怎样构造简单算术表达式。

§1 基本符号

基本符号和它按规定的组合，是用来构造ALGOL程序的。通常一个配有ALGOL语言的计算机，对基本符号的选取，总是根据它所配置的外部设备和用途而确定的。一般来说，它和基准语言的规定略有出入。对不属于计算机所选定的基本符号的其它任何符号，机器均认为是非法的，并按出错给以处理。

基本符号包括以下内容：字母、数字、逻辑和界限符。

一、字母

字母没有单独的意义，它们是用来组成我们将在下面引入的标识符和行的。

国家标准规定，字母由26个英语字母组成，并分大写和小写两种。按目前国内外使用情况，多取26个英语字母，大写和小写不加区别。所以，我们规定字母由下面26个英语字母组成。

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U
V W X Y Z

二、数字

数字共10个，用来组成数、标识符和行的。它们是：

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

三、逻辑值

逻辑值共2个，用以表示表达式中关系成立与否，或某变量所取的真或假值的。它们是：

'TRUE' (真)

'FALSE' (假)

在基准语言中，一些基本符号（也称语言关键字）是由粗黑体字来定义的。这些粗黑体字被认为与组成它们的单独字母没有关系。但是，由于外部设备的配置，大都没有粗黑体字符号；目前编译程序接受两种可能的惯例，一种是仅限用大写字母时，采取大写字母加尖括号的办法，如'TRUE'。另一种允许大小写字母时，用大写来书写基本符

号，用小写书写标识符。根据我国使用情况，我们采取用第一种办法来代替粗黑体字。初学ALGOL的人，在使用这些基本符号时，记住要加尖括号。否则，就会导致错误。

四、界限符

界限符都有确定的含义，大部分界限符的含义是明显的；另一些不太明显。所有界限符的作用将在以后各章中陆续阐明。

界限符分为五类：运算符，分隔符，括号，分类符，说明符。

1. 运算符

运算符包含算术运算符，关系运算符，逻辑运算符和顺序运算符四种。

(1) 算术运算符 (6个)

+ (加) - (减) × (乘) / (除) ÷ (整除) ↑ (乘幂)

(2) 关系运算符 (6个)

< (小于) ≤ (小于等于) = (等于) ≥ (大于等于) > (大于)
≠ (不等于)

(3) 逻辑运算符 (5个)

≡ (等价) ⊃ (蕴涵) ∨ (或) ∧ (和) → (非)

(4) 顺序运算符 (6个)

'GOTO' (转向) 'IF' (如果) 'THEN' (则) 'ELSE' (否则)
'FOR' (对于) 'DO' (做)

2. 分隔符 (11个)

, (逗号) . (小数点) ₁₀ (小拾) : (冒号) ; (分号) := (赋值号)
␣ (空隔) 'STEP' (步长) 'UNTIL' (直到) 'WHILE' (当)
'COMMENT' (注释)

3. 括号 (8个)

() (圆括号) [] (方括号) ' ' (行括号) 'BEGIN' 'END' (语句括号)

4. 说明符 (7个)

'OWN' (固有量) 'BOOLEAN' (布尔) 'REAL' (实) 'INTEGER'
(整) 'ARRAY' (数组) 'SWITCH' (开关) 'PROCEDURE' (过程)

5. 分类符 (3个)

'STRING' (行) 'LABEL' (标号) 'VALUE' (值)

我们所选用的基本符号共90个。虽然，在以后各章阐明它们的含义，这里还需对将要遇到的共同的问题，先说明两点：

(1) 界限符的尖括号，是与其间的字母序列组成一个整体，用以顶替粗黑体字的基本符号。所以，它不能割裂使用。

(2) 在基准语言中，象空格或另起一行等印刷上的特点是没有含义的。但是，为了容易阅读起见，可以随意地使用它们。

§2 数的表示

数是按十进制数的形式书写的。它具有通常的含义。数分为整型数和实型数两种表示形式，整型数表示通常的整数；而实型数表示小数或含十的幂的小数。

一、整型数

整型数表示整数，它的类型是 'INTEGER'。

1. 表示：凡由0~9组成的数字序列，其前可有正(+)或负(-)号，正号可以省略不写。这样的数字序列叫做整型数。例：

| | | | |
|-------|----|-------|--------|
| +1024 | +0 | +0024 | +01020 |
| 1024 | 0 | 0024 | 01020 |
| -1024 | -0 | -0024 | -01020 |

对于第一个非零数字以前的所有零，编译程序会自动将其省略不计。带有正或负号的零，与中性数零是一样的。

2. 注意：在使用整数时应注意以下问题。

(1) 各计算机都因存贮器的字节长度和服务对象不同，为整数规定了不同的使用上界和下界，亦即使用范围。如Z80微型机规定整数的范围是-32768到32767。当超过这个范围时，按超界处理。

(2) 当整型数的值在规定的范围内时，则它在机器内部的表示是完全精确的，亦即没有舍入问题。

二、实型数

除了整型数以外的所有其它的数都是实型数，它的类型是 'REAL'。

1. 表示：含有一个小数点或(和)小拾整数方幂的数就是实型数。例：

| | | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| +0.7300 | -200.84 | +07.43 ₁₀ 8 | -2 ₁₀ -4 |
| -.083 ₁₀ -02 | 9.34 ₁₀ +10 | - ₁₀ 7 | ₁₀ -4 |
| + ₁₀ +5 | .5384 | -0.0 | .0 |

小数点后必须有不带正负号的整数。小₁₀后的指数部分不能省，且只能是整数。以下的写法是错误的。

4096. (小数点后不能为空)

.₁₀128 (小数地后不能直接跟₁₀的方幂)

₁₀6.4 (小₁₀的指数部分不能为小数)

3² (除小₁₀外，不能出现别的方幂)

$\frac{2}{3}$ (分数不是实型数)

2. 注意：在使用实型数时应注意以下问题。

(1) 各种机器都为实型数规定了使用范围，不在规定范围的实型数，均按超界处理。如Z80微型机实型数的取值范围为 10^{-38} 到 10^{38} 之间。

(2) 在取值范围内的实型数，只有它的有效数字不超过机器提供的有效数字长度

时，才是完全精确的；否则，都有舍入问题。如Z28微型机提供的有效数字位数为6至7位十进制数字。

(3) 实型数与数学中实数并不等同。它与整型数无包含关系。它扩大了数字的数值范围，在作计算时，要注意由于有效数字位数所引起的误差。虽然如此，对于通常的运算，它总是能够满足的。

§3 简单变量

变量是给一个值起的名字。所以，它具有两方面性质，一个是名字取法，即如何表示的问题；另一个是它代表的是一个单个的数呢？还是逻辑值呢？即值的类型问题。

变量分为简单变量和下标变量两种，在引入下标变量之前，我们所提到的变量均指简单变量。

一、简单变量的表示

为了表示简单变量，我们先引入一个重要的概念，叫做标识符。标识符不单用于表示简单变量，而且还用于表示程序中其它有命名的对象。

1. 标识符

(1) 定义：由字母开头的字母或（和）数字的序列叫做标识符。

例：Q ALPHA X121 Z80 M24T42

以下的写法都是错误的：

DJS-21 （有不是字母或数字的符号出现）

DJS 21 （标识符里不能出现空格）

F(x) （标识符里不能出现字母或数字以外的其它符号）

π （不是字母）

2TQ （不允许数字开头）

(2) 用途：标识符没有固定的含义，只用于标识单变量，以及后面要讲的数组、标号、开关和过程。

对标识符的选用总是要符合日常的习惯，以简明醒目为准。例如表示方程根可用ROOT就比选用其它标识符为好。对于标识不常用的对象的标识符一般取短，这样便于说明。在选用标识符的字母与数字时，避免可能引起的混淆，如字母O和数字0打印时就不易区别。

(3) 注意：在使用标识符时应注意具体机器的规定，所有机器都规定使用标识符的长度，多数机器对超过规定长度的字符按无效处理。如Z80微型机标识符的长度为头六个字符。象ABC123和ABC12345被认为是相同的。

还应注意，不能用同一标识符在同一说明部分，表示两个以上的不同量。

2. 简单变量的表示

简单变量用标识符表示。选用时，在不冲突的情况下，就直接取原算式符号。如对二次方程式： $AX^2 + BX + C = 0$ 就直接取系数的标识符为A，B和C。取其根的标识符

为X1和X2, 或者ROOT1和ROOT2。

总之, 简单变量的标识符的选取, 要按标识符选用的原则, 符合常用表示。

二、简单变量的类型

简单变量是为值起的名字。它代表一个单个数或逻辑值。而单个数可能是整型数或实型数。因而, 简单变量在使用之前应加以说明, 便于机器对它的具体执行。

1. 格式: 简单变量的类型说明有三种*, 亦即: 'INTEGER', 'REAL' 和 'BOOLEAN'。

在说明时, 把属于某一类型的简单变量, 放在对应的类型说明符之后; 若属于同一类型的有多个变量, 可放在同一类型说明符之后, 并用逗号隔开, 它们的次序是任意的。

例: 若在计算中变量I, J和K为整型, 变量A, B, C, ROOT1和ROOT2为实型, 变量ACRYL为布尔型, 则对它们的说明就表示成如下形式:

```
'INTEGER' I, J, K;  
'REAL' A, B, C, ROOT1, ROOT2;  
'BOOLEAN' ACRYL;
```

简单变量一经说明后, 取值就有了限定。

已说明为整型的变量只能取正整数值或负整数值(包括零在内)。已说明为实型变量只能取正值或负值(包括零在内)。已说明为布尔型的变量只能取'TRUE'值或'FALSE'值。

2. 注意:

- (1) 在程序中每个简单变量都得说明。
- (2) 在同一说明部分, 一个变量不能说明两次。
- (3) 同类变量可放在同一说明符之后, 用逗号隔开, 一类说明完后要用分号结束。
- (4) 各类说明的书写顺序是随意的。不过, 对初学者先写整型, 再写实型, 然后再写布尔型。这样, 不易对变量漏掉说明或重复说明。

以下写法是错误的:

(1) 同类型的重复说明, 如:

```
'INTEGER' I, J, K;  
'INTEGER' J, H;
```

变量J被说明两次。

(2) 不同类型的重复说明, 如

```
'INTEGE' A, B, C;  
'REAL' A, ROOT1, ROOT2;
```

变量A被说明两次。

* 对标有附加说明符'OWN'的固有量的解释, 将放在遗留问题部分讲授。

§4 简单算术表达式

算术表达式包括简单算术表达式和条件算术表达式两种。而对条件算术表达式的执行，最终必然归结为对其中包括的某一简单算术表达式的求值。又因为本语言的目的主要是描述计算的，描述计算规则时用到的基本概念是算术表达式；所以，简单算术表达式是最基本和最常用的。

在引入条件算术表达式之前，当提到算术表达式这个概念时，可理解为一般算术表达式。对于初学者，把它理解为简单算术表达式也是可以的。对简单算术表达式，我们将按功能、结构、执行和类型等步骤，逐个给予讨论。

一、功能

算术表达式是描写算法进程的基本组成部分。它是计算数值的规则。

组成简单算术表达式的运算操作就是算术运算符，即加法运算符（+，-）和乘法运算符（×、/、÷、↑）。组成这些运算操作的对象有数、变量、函数和由圆括号括起来的算术表达式。

对这些运算对象要求，在执行时都有确定的数值，或都能计算出确定的值。

对简单算术表达式的执行，是根据运算操作的规则，对运算对象施行操作，最后得出一个数值来。

二、结构

简单算术表达式就是由算术运算符把数、变量和函数连起来的式子，其中可包含圆括号，圆括号内的算术表达式可看作一个整体，即作一独立部分对待。

例：以下的简单算术表达式的写法都是正确的。

7.394₁₀ - 8

OMEGA

ALPHA + A - L × P / H ↑ A

((A + B) × H) / 2

在书写简单算术表达式时应注意：

(1) 对于算术运算符，注意和日常的书写习惯不同之处。如乘号“×”不能省略。A × B不能写成AB或A · B。因为AB在本语言中成了一个标识符，而A · B中的“·”不是运算符号。又如A/B，A ↑ B不能写成 $\frac{B}{A}$ ，A^B。算术表达式要求写成并列的一排符号。

初学者一开始就要养成按要求书写的习惯。

(2) 对于算术表达式中的运算对象，要求严格按规定书写。如数的书写一定按整型数和实型数的规定书写。对于简单变量一定写成表示它的标识符，不合规定的其它写法都是错误的。如圆面积不能写成 $\pi \times R \times R$ ，因为 π 不是基本符号，它可根据问题要求写成3.14159 × R × R。

三、执行

计算机对算术表达式地执行，是对运算对象按照如下规定而进行的。

1. 运算的优先规则：在算术表达式中，运算的顺序一般是从左向右，且下述优先规则成立：

第一：↑

第二：×，/，÷

第三：+，-

运算总是按第一，第二，第三的级别进行的（编译程序不一定按以上顺序，对运算挑选进行，而用其它更方便的方法进行，其结果和按级别逐遍进行是一致的）。而对同一级运算，按从左到右的先后顺序执行。它和在数学中日常用的四则运算的进行是一致的。

2. 括号：在算术表达式中只能用圆括号。括号内的算式是作为一个独立的整体对待，相当于一个单个元素。对括号的选取以达到完满描述运算为目的。

例：

| 数学式子 | 算术表达式 |
|----------------------------------|--|
| (1) $A \cdot (-B)$ | $A \times (-B)$ |
| (2) $\frac{AB}{C}$ | $A \times B / C$ |
| (3) $\frac{AB}{C^2}$ | $A \times B / (C \times C)$ 或 $A \times B / C / C$ |
| (4) $\frac{A+B}{CD}$ | $(A+B) / (C \times D)$ |
| (5) $\frac{4}{3} \pi R^3$ | $4 \times 3.14159 \times R \uparrow 3 / 3$ |
| (6) $AX^2 + BX + C$ | $(A \times X + B) \times X + C$ |
| (7) $\frac{A_1(1-Q^N)}{1-Q}$ | $A1 \times (1 - Q \uparrow N) / (1 - Q)$ |
| (8) $\frac{N(2A_1 + (N-1)D)}{2}$ | $N \times (2 \times A1 + (N-1) \times D) / 2$ |

四、类型

算术表达式中的数和变量的值，可以是整型数，也可以是实型数。那么，其结果值是整型数呢？还是实型数呢？它由下述规则给出：

1. 运算符+，-和×具有通常的含义。如果二个运算对象都是整型数，则运算的结果也是整型数。否则为实型数。

从上规则可知，在仅含+，-和×的算术表达式中，只要有一个运算对象是实型的，则其结果一定是实型的。

例若 'INTEGER' A, B, C; 'REAL' X, Y;

则下列算术表达式： $A \times A + B - C - (B \times C - A)$ 为整型

$2 \times 3.14159 \times A$ 为实型

$$(A+X) \times B - Y$$

为实型

2. 运算符 \div 和 \div 都表示除法。都常理解为乘上除式的倒数。如 A/B 的意思是 AB^{-1} 。

运算符 \div ，无论被除式或除式是整型或实型，则其结果总为实型。亦即只要包含 \div 的算术表达式，其结果一定是实型的。

运算符 \div （整除）表示整数相除，只有两个运算对象都整型时才有定义，并且所得的结果是整型的。它的运算按“ \div ”进行，其结果取其不大于“ \div ”算得结果之值的最大整数。

例： $2 \div 3$ 结果为0

$(-2) \div 3$ 结果为-1

$(-28) \div 3$ 结果为-10

$28 \div 3$ 结果为9

$28 \div (-3)$ 结果为-10

3. 运算符 \uparrow （乘幂）的定义及结果值的类型规则如下：

设 I 表示整型数， R 表示实型数， A 表示整型或实型数。

$A \uparrow I$ ，若 $I > 0$ ，它是 $A \times A \times \dots \times A$ （ I 次），类型与 A 相同。

若 $I = 0$ ，且 $A \neq 0$ ，结果是1，类型与 A 相同。

若 $I = 0$ ，且 $A = 0$ ，它没有定义。

若 $I < 0$ ，且 $A \neq 0$ ，结果是 $1/(A \times A \times \dots \times A)$ （分母有 I 个因数），类型是实型。

若 $I < 0$ ，且 $A = 0$ ，它没有定义。

$A \uparrow R$ ，若 $A > 0$ ，类型是实型。

若 $A = 0$ ，且 $R > 0$ ，它是 0.0 ，类型是实型。

若 $A = 0$ ，且 $R \leq 0$ ，它没有定义。

若 $A < 0$ ，对任何 R 都没有定义。

综合以上规则，我们可得出：

(1) 算术表达式中只要出现实型量时，则其结果必为实型

(2) 算术表达式中只要出现或可能出现运算符 \div 时（如 $I < 0, A \neq 0, A \uparrow I$ 的情况），则其结果必为实型。

(3) 除(1)和(2)情况外，算术表达的结果才为整型。

产生实型结果的算术表达中，与数学上定义的结果相比产生有限误差的可能性是显然可见的。对它可能产生后果的控制，应当用数值分析的方法来实现。

习 题

1. 根据AIGOL 数的书写规则，填写下列空白：

(1) 一个AIGOL数，在其小数点前可以____数，小数点后一定____数，小拾后

一定要有数，而且一定是___数。

(2) 一个AIGOL数的类型，完全是按其___区分的，可以分为___和___。它们之间不是___关系，而且___关系。

2、回答下列问题：

(1) AIGOL 数中的整型数和数学中的整数一样吗？为什么？

(2) AIGOL 数中的实型数和数学中的实数一样吗？为什么？

(3) 实型数在其取值范围内可以代替整型数吗？为什么？

3、判别下列各数，哪些是ALGOL数？哪些不是？为什么？

- (1) $4_{10}30$ (2) $4_{10}32$ (3) $4.0_{10}3.2$ (4) $_{10}-7.1$ (5) 3.14159_{10}^{-7}
 (6) 10^5 (7) 123,456 (8) x (9) $\frac{2}{3}$ (10) $\sqrt{2}$ (11) $-206_{10}5$
 (12) $_{10}-8$

4、叙述标识符的定义，并回答下列问题：

(1) 两个标识符相同的标准是什么？

(2) 标识符和界限符有何区别？

5、指出下列字符串中哪些不是标识符？为什么？

- (1) X₁ (2) X2 (3) 2X (4) X² (5) DJS-21
 (6) Z80 (7) MA/3 (8) AO12B (9) AB1Y1 (10) E

6、回答下列问题：

(1) 用标识符表示简单变量时应注意什么问题？

(2) 简单变量为什么需要说明？怎样书写？

(3) 简单算术表达式的类型指的是什么？

7、根据算术运算符的运算规则，填写下表的结果类型：

| 结果类型 运算符 | 两个分量 | 两个分量 | 一个实型 |
|-----------------|---|------|------|
| | 均为实型 | 均为整型 | 一个整型 |
| + - × / ÷ | | | |
| ↑ (A ↑ B) | A, B均为整型, B ≥ 0 结果为(), 否则为() $A = \begin{cases} 0 & B < 0 \end{cases}$ 结果为() A < 0, B为实型, 结果为() | | |

8. 写出下列算式的AIGOL表达式：

(1)
$$\frac{-1}{2X} + \frac{A^2}{4X^2}$$

$$(2) \left(\frac{P}{Q}\right)^{n-1}$$

$$(3) \frac{A+B}{C+D+\frac{E}{G+H}}$$

$$(4) \frac{X-4}{(X-2)(X+1)}$$

$$(5) \frac{X}{1+\frac{X^2}{3+\frac{(2X)^2}{5+\frac{(3X)^2}{7}}}}$$

$$(6) AX^6+BX^5+CX^4+DX^3+EX^2+FX+G$$

9. 指出下列表达式，它们在执行时的运算顺序（用加括号的方式）：

(1) A/B/C

(2) A/B×C+D+E↑F

(3) 4↑5↑6+7↑(2↑3)

(4) A×B+C-D/E×F-G+H↑I

10. 重写下面表达式，使其括号数目最少：

(1) (A+B↑(I+2)×(B/C))

(2) ((A/B)×C)-D/(E↑F)+G-(E↑M)/N↑(I+3)

(3) A×(B/(C×D/(E×F)))

(4) (A×(-B)×3×(-A))- (U-V/X/Y×(U+V))

11. 指出下面的算式所对应表达的错误，并写出正确的表达式：

| 计算式 | 表达式 |
|--|--|
| $A \cdot (-B)$ | $A \times -B$ |
| $1+X+\frac{X^2}{2!}+\frac{X^3}{3!}$ | $1+X+X \uparrow 1/2+X \uparrow 3/2 \times 3$ |
| $\frac{A \cdot B}{\sqrt{10}} + \frac{A+B}{\sqrt{2}}$ | $A \times B /_{10} 0.5 - A + B / 2 \uparrow 0.5$ |

12. 试考虑用整除能否表示下面故事的算式：

一位老人有三个儿子，老人病危时把他们叫来说道：我有17只羊分给你们，老大取全部羊的 $\frac{1}{2}$ ，老二取 $\frac{1}{3}$ ，老三取 $\frac{1}{9}$ 不许杀死一只，去分吧！三个儿子不知怎样分才好。有位过路的聪明人知道后说，我借给你们一只羊，等你们分完后再还给我，于是问题就解决于 $\left(\frac{18}{2}+\frac{18}{3}+\frac{18}{9}=17\right)$