

华海清 陈春玲 王汝传 编

TURBO PASCAL

程序设计

东南大学出版社

73.961/5

TURBO PASCAL 程序设计

华海清 陈春玲 王汝传 编



东南大学出版社

(苏)新登字第 012 号

内容提要

本书以 TURBO PASCAL 5.0 为蓝本, 介绍了 PASCAL 的基本概念、语句和程序设计方法, 内容由浅入深, 通俗易懂, 并附有大量的程序实例。实例的题解过程, 较好地体现了自顶向下、逐步细化的原则和结构程序设计的特点。

本书可用作理工科计算机专业和相关专业的教材和参考书, 也可作为大、中专有关专业的教材和参考书以及计算机工作人员的自学课本。

TURBO PASCAL 程序设计

华海清 陈春玲 王汝传 编

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210018)

江苏省新华书店经销 南京通达彩色印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 22.125 字数 539 千

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册

ISBN 7-81023-862-0 / TP·49

定价: 14.00 元

(凡因印装质量问题, 可直接向承印厂调换)

前 言

PASCAL 语言设计精巧、语法严谨、类型丰富、结构清晰，是目前公认的体现了“结构程序设计原则”的计算机程序设计语言。TURBO PASCAL 不仅恪守了 N.Wirth 创立的标准和原则，还具有用户界面友善、编辑方便、编译效率高、目标代码精炼等特点，特别还增加了色、声、图、窗等功能以及提供了丰富的标准函数和标准过程。

正由于此，目前我国许多高校已经把 PASCAL 语言作为计算机语言数学的第一教学语言。

本书以教学实践为基础，以 TURBO PASCAL 5.0 为蓝本，着重介绍 PASCAL 的数据类型、语句和编程方法，较好地把握标准 PASCAL 的基本内容和 TURBO PASCAL 特点、操作方法有机地结合在一起。内容介绍由浅入深、通俗易懂，并通过介绍和剖析大量的程序实例，协助读者理解有关的概念和内容。

本书共分十二章。第一、二、五章由华海清编写，第四、七章由王汝传编写，附录由黄刚编写，其余各章由陈春玲编写。全书由华海清主编，由陈慧南老师主审。

在全书和各章、节内容定稿过程中，得到南京邮电学院 402 教研室老师们的指教和帮助，并由有关同志作了部分例题的上机验证，在此表示感谢。

由于时间仓促，特别是水平所限，本书难免存在一些错误、不足和不当之处，竭诚欢迎读者提出批评和建议。

编者

1993 年 9 月

目 录

第一章 PASCAL 语言概述	(1)
§ 1.1 语言的发展与特点	(1)
§ 1.2 PASCAL 程序的基本结构	(2)
§ 1.3 TURBO PASCAL 的基本字符集、标识符和保留字	(3)
§ 1.4 语法图	(5)
习题	(7)
第二章 数据类型、标准函数和表达式	(8)
§ 2.1 数据类型	(8)
§ 2.2 常量	(8)
一、整型常量	(9)
二、实型常量	(9)
三、字符型常量	(10)
四、布尔型常量	(11)
五、符号常量	(11)
§ 2.3 变量及变量说明	(12)
一、变量	(12)
二、变量说明	(12)
§ 2.4 标准函数	(13)
一、算术运算函数	(13)
二、逻辑判断函数	(14)
三、转换函数	(14)
四、顺序函数	(15)
§ 2.5 运算符	(15)
一、算术运算符	(15)
二、关系运算符	(16)
三、逻辑运算符	(17)
四、运算符的优先级	(17)
§ 2.6 表达式	(18)
习题	(20)
第三章 简单语句	(22)
§ 3.1 PASCAL 语言的语句及其作用	(22)
§ 3.2 赋值语句	(23)
§ 3.3 输入、输出语句	(25)
一、输入语句 read、readln	(25)

二、输出语句 write、writeln.....	(27)
三、带字宽的输出语句	(28)
§ 3.4 应用实例	(30)
习题	(32)
第四章 控制语句	(34)
§ 4.1 复合语句	(34)
§ 4.2 条件语句	(36)
一、如果语句(IF 语句)	(36)
二、情况语句(CASE 语句)	(42)
§ 4.3 重复语句	(46)
一、直到语句(REPEAT 语句)	(46)
二、当语句(WHILE 语句)	(49)
三、循环语句(FOR 语句)	(51)
§ 4.4 无条件转向语句	(57)
习题	(59)
第五章 过程与函数	(61)
§ 5.1 过程	(61)
一、过程的定义	(61)
二、有参过程与无参过程	(62)
三、过程的调用	(63)
四、标准过程	(64)
§ 5.2 函 数	(65)
一、函数的定义	(65)
二、函数的调用	(67)
§ 5.3 过程、函数的数据传递	(69)
一、数值参数和变量参数	(69)
二、全程变量、局部变量及它们的作用域	(71)
§ 5.4 过程和函数的嵌套	(73)
§ 5.5 递归	(76)
§ 5.6 过程参数、函数参数	(82)
一、定义和使用	(82)
二、过程、函数参数的不同定义方式	(84)
习题	(85)
第六章 结构化程序设计	(88)
§ 6.1 程序设计方法的发展概况	(88)
§ 6.2 结构化程序设计	(89)
一、结构化程序的概念	(89)
二、结构化程序设计	(90)
§ 6.3 逐步求精的程序设计方法	(91)

§ 6.4	程序设计的优化技术与风格	(99)
一、	程序设计的优化技术	(99)
二、	程序设计的风格	(101)
	习题	(102)
第七章	自定义数据类型——枚举类型及子界类型	(104)
§ 7.1	枚举类型	(105)
一、	问题的提出	(105)
二、	枚举类型的定义	(105)
三、	枚举类型数据使用规则	(106)
§ 7.2	子界类型	(110)
一、	问题提出	(110)
二、	子界类型的定义	(110)
三、	子界类型数据的运算规则	(112)
	习题	(114)
第八章	集合、数组和字符串类型	(115)
§ 8.1	集合类型	(115)
一、	集合类型的定义	(115)
二、	集合的构造	(116)
三、	集合的运算	(117)
四、	集合应用举例	(118)
§ 8.2	数组类型	(122)
一、	数组说明与数组操作	(123)
二、	一维数组	(125)
三、	多维数组	(132)
四、	紧缩数组	(142)
§ 8.3	字符串类型	(144)
一、	字符中类型说明	(144)
二、	字符串的操作	(144)
三、	字符串函数和过程	(146)
§ 8.4	应用实例	(148)
	习题	(153)
第九章	记录类型	(155)
§ 9.1	记录类型说明	(155)
§ 9.2	记录的访问与开域语句	(157)
一、	记录的访问	(157)
二、	开域语句	(157)
§ 9.3	记录数组	(163)
§ 9.4	变体记录	(174)
	习题	(181)

第十章	文件类型	(183)
§ 10.1	文件的概念和分类	(183)
§ 10.2	文本文件	(184)
一、	文本文件的定义及特点	(184)
二、	文本文件的标准过程和函数	(185)
三、	文本文件的操作	(186)
§ 10.3	有类型文件	(190)
一、	有类型文件的定义	(190)
二、	有类型文件的标准过程和函数	(191)
三、	有类型文件的操作	(192)
§ 10.4	无类型文件	(216)
一、	无类型文件的类型说明	(216)
二、	无类型文件的标准过程和函数	(216)
三、	无类型文件的操作	(216)
习题		(218)
第十一章	指针类型	(220)
§ 11.1	指针和动态变量	(220)
§ 11.2	动态变量的建立和撤消	(222)
一、	动态变量的建立	(222)
二、	动态变量的撤消	(223)
§ 11.3	指针的应用	(227)
一、	链表	(227)
二、	二叉树	(259)
习题		(272)
第十二章	图形处理	(273)
§ 12.1	引言	(273)
§ 12.2	屏幕模式和颜色	(275)
一、	文本模式	(275)
二、	图形模式	(279)
§ 12.3	图形处理	(283)
一、	图形处理标准过程和函数	(283)
二、	应用实例	(292)
习题		(306)
附录一	ASCII 码表	(307)
附录二	TURBO PASCAL 程序上机操作	(309)
附录三	TURBO PASCAL 标准过程和函数	(327)
附录四	编译器错误信息	(339)
附录五	运行出错信息	(343)
参考文献		(345)

第一章 PASCAL 语言概述

§ 1.1 语言的发展与特点

PASCAL 语言是 70 年代初,由瑞士苏黎世联邦工业大学 Niklaus Wirth 教授设计成功的一种计算机高级程序设计语言。为了纪念 17 世纪法国著名数学家、哲学家 Blaise Pascal (1623-1662) 而取名 PASCAL。

1970 年, PASCAL 的第一个编译程序开始运行。一年之后, Wirth 教授发表了语言的用户手册。1974 年, 他和 K. Jensen 联名发表了著名的“PASCAL 用户手册和报告”, 这个修改后的报告, 被公认是标准 PASCAL 的蓝本, 至今仍被 PASCAL 的系统工作者和用户们视作基本用户指南和权威性著作。

PASCAL 语言具有数据类型丰富、结构清晰、语法严谨、易懂易学等特点, 这些特点使 PASCAL 问世之后就被不同的计算机广泛选用, 并形成了不同的版本。如 CDC 公司的 PASCAL 6000, DEC 公司的 VAX 11 PASCAL 等。特别当微型计算机在教育、商业、科学等领域被广泛应用之后, DOS 操作系统支持下的微机 PASCAL 系统得到了迅速的发展。

1983 年, 美国 Borland 公司推出了一种适用于微型计算机的 PASCAL 编译系统, 由于它高效和强力的特点被命名为 TURBO PASCAL。自 1983 年至今, 已先后出现了 TURBO PASCAL 1.0~6.0 等几个主要的版本。TURBO PASCAL 的出现, 是 PASCAL 语言发展史上具有重要意义的阶段。与标准 PASCAL 相比, 它具有以下的显著特点:

(1) 操作环境好, 用户界面友善。

系统为用户提供了一个设计精巧、易学好用的集成开发环境, 它集编辑、编译、连接、运行、求助、查错等于一身, 编辑、编译、运行程序十分方便。

(2) 编译速度快。

TURBO PASCAL 1.0, 2.0 的编译速度, 由通常的分级降到了秒级, TURBO PASCAL 3.0 的编译速度比 2.0 提高了一倍, 而 TURBO PASCAL 5.0 比 3.0 又提高了 2~3 倍, 每秒钟可编译上百行源程序。

(3) 系统功能强。

与标准 PASCAL 相比, TURBO PASCAL 扩充了许多系统功能, 如提供了丰富的标准函数和过程; 提供了可以单独编译供多处使用的库单元; 具有调用系统功能的能力和增加了十分有效的汇编语言接口; 支持以单元为基础的覆盖, 提供智能化的覆盖管理程序, 并增强了彩色、图形、窗口的功能。

§ 1.2 PASCAL 程序的基本结构

程序是指用计算机能接受的程序设计语言对数据和算法的描述。因而一个 PASCAL 程序必须告诉计算机哪些数据参加运算,它们各自的数据类型以及对它们执行的运算和操作步骤,而这些常常是通过 PASCAL 的语句来描述的。

[例 1-1] 输入某个学生的四门课程的成绩,求其总分和平均成绩。程序如下:

```
PROGRAM sum-aver (input, output);
```

```
{This program is used for sum and aver of four courses}
```

```
CONST
```

```
no = 4;
```

```
VAR
```

```
x,y,z,w,sum: integer;
```

```
aver: real;
```

```
BEGIN
```

```
writeln ('input x,y,z,w');
```

```
readln (x,y,z,w);
```

```
sum:= x+y+z+w;
```

```
aver:= sum / no;
```

```
writeln ('sum =',sum,'aver =',aver:4:2:2)
```

```
END.
```

程序第一行描述程序的标志、名称和程序用到的文件。第二行说明程序的功能。第三至七行对程序使用的数据进行说明,它包含一个常量定义和两种类型的变量说明。第八行至结束,用 TURBO PASCAL 语句描述算法和步骤,即首先输入四门课程成绩,然后求总分和平均分,最后输出计算结果。

从例 1.1 可知,一个完整的程序,应由以下四个部分组成。

一、程序首部

程序首部通常由三部分组成。

1. 程序的标志。PROGRAM 是 TURBO PASCAL 的专用词汇——保留字,用来作为 PASCAL 程序的标志。

2. 程序名。它是由程序员定义的程序名称,不同的程序名代表不同的程序。通常程序员根据程序的功能对程序命名。程序例 1.1 的程序名为“sum-aver”表示用于求总分和平均分。

3. 程序参数。程序参数位于程序名右侧的圆括号内,用来指明程序与外部的联系,一般程序参数为文件变量名。例 1.1 中注明的文件参数为 input 和 output,表示程序从标准文件 input 中输入数据,而运算结果在标准文件 output 中输出,这里的标准文件 input 和 output 分别代表键盘和显示器。当程序参数缺省时,其默认值为 input 和 output, TURBO

部分; (5)过程与函数说明部分。

标准 PASCAL 规定以上五个部分, 必须严格按上述顺序且每部分最多出现一次。TURBO PASCAL 取消了这一限制。

一个简单的 TURBO PASCAL 程序可以缺省说明部分。例 1.1 的说明部分仅由常量定义和变量说明两部分组成。

语句部分由 TURBO PASCAL 的一系列语句组成,它们描述程序所需要执行的操作和步骤。语句部分必须以系统保留字 BEGIN 开始,END 结束。位于 BEGIN、END 之间的语句需用分号分隔,但位于 END 之前的最后一个语句的分号可省。

程序中用花括号“{”和“}”括起来的内容称为注释。注释通常用来说明整个程序、程序片断或某个语句的功能和作用。程序员可以根据需要在程序的任何位置上增加注释内容,以增加程序的可读性。注释内容既不产生目标程序又不影响程序的执行。一个好的 PASCAL 程序常常需要包含一定数量的程序注释。

每一种程序设计语言都有其基本字符集,它们是组成语言词汇和语句的最小元素。
TURBO PASCAL 的基本字符集由下列几部分组成:

1. 字母: A~Z, a~z 及下划线_。
2. 数字: 十进制数字 0~9
十六进制数字 0~9, A~F。
3. 特殊字符:
+, -, *, /, =, ^, <, >, [,], (,), {, }, ., ;, :, ;, #, \$, @和空格符。
4. 由两个特殊字符组成的基本符号:

赋值运算符: $=$ 是 Pascal 的组成成分, 与 C 语言中的 $=$ 意义不同。

关系运算符: $<$, $<=$, $>$, $>=$ 等等, 用于比较两个表达式的大小。

子界分隔符: ...

括号: (•和•) (等价于[和])
注释号: (*和*) (等价于{和})).

二、标识符

程序中用来表示常量、变量、标号、类型、过程、函数、记录、文件、库单元等名字的符号称为标识符。TURBO PASCAL 的标识符形成规则是: 必须以下划线或字母开头, 后面可以是字母、下划线和数字的任意组合。虽然组成标识符的字符个数是任意的, 但只有前 63 个字符是有效的。以下是符合规则的标识符示例:

u235

sample01

big---number

不限制下划线连用

-form

不限制以下划线开头

distance-

不限制以下划线结尾

而以下的标识符是不符合规则的:

3st

不允许以数字开头

What is this?

不允许出现问号

number of students

不允许出现空格符

TURBO PASCAL 规定, 标识符中的英文字母大、小写具有相同的意义, 因而 Sample01 和 SAMPLE01 代表同一个名字。

标识符可以分为两类, 一类是标准标识符; 另一类是自定义标识符。标准标识符用来为系统提供的标准常数、标准类型、标准过程和标准函数等命名, 它们无需事先定义。以下列出的是部分标准标识符。

标准常数: false, true, maxint

标准类型: integer, real, boolean, char

标准文件: input, output

标准函数: abs, arctan, cha

标准过程: read, readln, write, writeln

标准标识符虽然可以被用户重定义为自定义标识符, 但重定义后将失去它们的原有意义, 而容易引起混淆和错误, 因此编程时, 应尽量不把标准标识符移作它用。

自定义标识符必须在程序的说明部分加以说明或定义。例如例 1.1 中的常量标识符 no, 变量标识符 x, y, z, w 和 aver, 均需在程序说明部分定义和说明后, 才能被语句部分引用。

在定义标识符名称时, 用户常常选择能说明其意义的英文单词作为使用对象的标识符, 以增加程序的可读性和便于记忆。

三、保留字

保留字作为 TURBO PASCAL 的组成部分具有特殊的意义, 虽然它们也符合标识符的命名规则, 但系统决不容许挪着它用, 否则将发生错误。

表 1.1 列出系统的保留字, 其中带“*”号的是 TURBO PASCAL 所扩充的保留字。

四、分隔符

TURBO PASCAL 规定,相邻的标识符、数、保留字、行之间必须插入一个或几个分隔符。常用的分隔符有:

- 子界分隔符: ..
- 语句分隔符: ;
- 行分隔符: 回车号
- 空格符:
- 逗号: ,

此外,花括号 {、} 和圆括号(、)也起分隔作用。

表 1.1 TURBO PASCAL 系统保留字

* ABSOLUTE	FILE	MOD	* SHR
AND	FOR	NIL	* STRING
ARRAY	FORWARD	NOT	THEN
BEGIN	FUNCTION	OF	TO
CASE	GOTO	OR	TYPE
CONST	IF	PACKED	* UNIT
DIV	* IMPLEMENTATION	PROCEDURE	UNTIL
DO	IN	PROGRAM	* USES
DOWNT0	* INLINE	RECORD	VAR
ELSE	* INTERFACE	REPEAT	WHILE
END	* INTERRUPT	SET	WITH
* EXTERNAL	LABEL	* SHL	* XOR

§ 1.4 语法图

与自然语言一样,算法语言也有其语法规则。按语法规则把 TURBO PASCAL 的基本成分组织在一起,就构成了它的语句和程序。

通常表示语法规则有两种方法:巴科斯范式(BNF)和语法图。巴科斯范式的优点是简洁、严谨,便于语法理论的研究,但不形象。语法图直观、形象。本教材选用语法图作为 PASCAL 语法规则的描述方法。

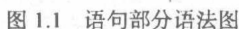
一、语法图的基本图形符号

语法图中一般包含四种基本符号。

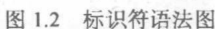
1. 类椭圆形:

类椭圆形中必须是系统确定的保留字,如 PROGRAM、TYPE、BEGIN、END 等,

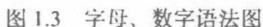
END



素 1.1 TURBO PASCAL 系統保留字



数字符号都无需进



4. 流向线:

流向线表示语法图的流向和语法规则的阅读路径,一条流向线定义了一种语法规则。流向线的分枝表示语法实体的多种选择,流向线的折回表示语法实体可以重复出现。

二、PASCAL 程序、程序首部、程序说明部分和程序语句部分的语法图

根据语法规则,PASCAL 的程序、程序首部、说明部分和语句部分的语法图如图 1.4。

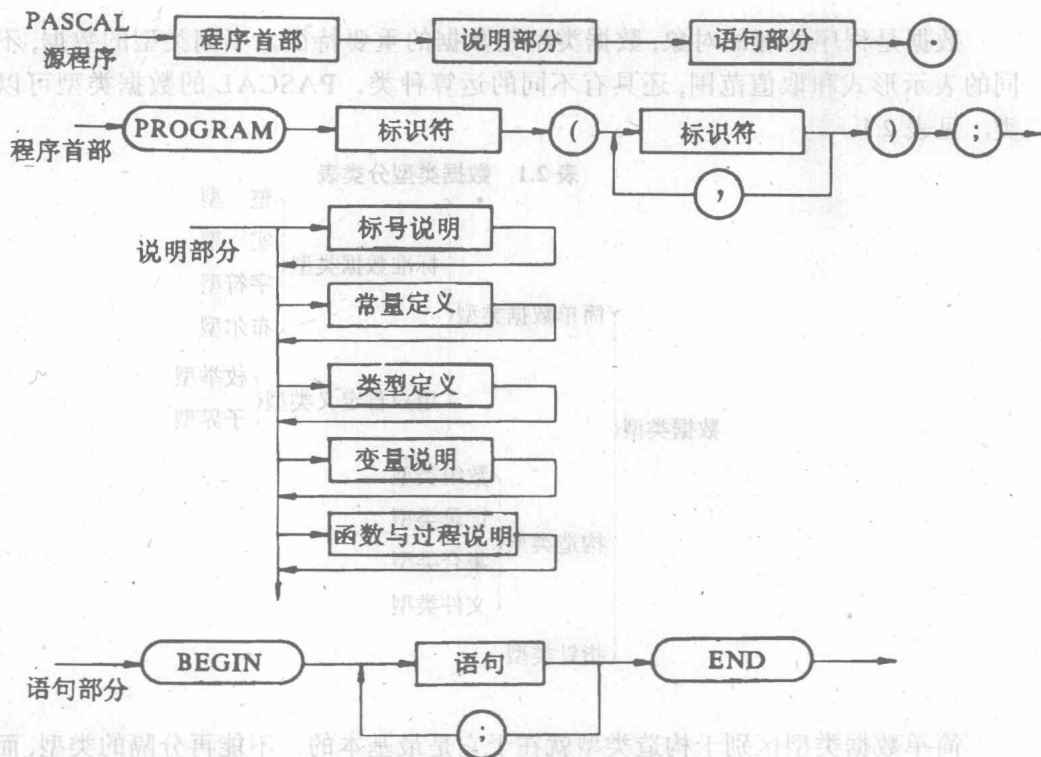


图 1.4 PASCAL 程序、程序首部、说明部分、语句部分语法图

习 题

1. PASCAL 源程序有哪几部分构成, 程序的说明部分可能包含哪几种说明或定义?

2. 每个程序必须有 (选择正确答案):

- | | |
|----------|----------|
| (1) 程序首部 | (2) 注释 |
| (3) 常量定义 | (4) 标号定义 |
| (5) 变量说明 | (6) 语句部分 |

3. 下列字符串哪些可用作用户定义的标识符:

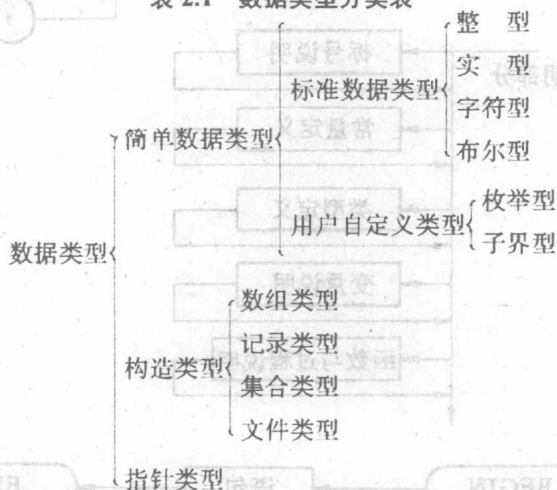
a, 2xy, char - set, EXP, BEGIN, C * D, FALSE, P(1), \$ 56, a + b, name.

第二章 数据类型、标准函数和表达式

§ 2.1 数据类型

数据是程序处理的对象,数据类型是数据的重要特征。不同类型的数据,不仅具有不同的表示形式和取值范围,还具有不同的运算种类。PASCAL 的数据类型可以分为三大类,见表 2.1。

表 2.1 数据类型分类表



简单数据类型区别于构造类型就在于它是最基本的、不能再分隔的类型,而构造数据类型是由一种或多种简单类型的元素构造而成。无论是简单数据类型还是构造数据类型的数据,它们建立和使用的方式都是静态的,即它们是在程序运行之前已经被说明或定义了的数据,而指针类型数据是动态数据,它们将根据需要在程序运行过程中建立和撤消。

简单数据类型又被分为标准类型和用户自定义类型两种。整型、实型、字符型、布尔型四种标准数据类型的数据,引用之前只需说明其分属的类型,而无需进行类型定义,其他类型都必须在类型定义部分定义。此外,我们把整型、字符型、布尔型、枚举型、子界型称为有序类型,因为这些类型的数据都有一个整数序号与其对应。

本章仅讨论四种标准数据类型。

§ 2.2 常量

在程序运行过程中其值不变的量称为常量,PASCAL 的常量也分属各种类型。

一、整型常量

整型常量包括正整数、负整数和零,其语法图如图 2.1。

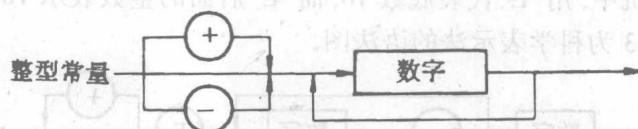


图 2.1 整型常量语法图

例如常量 -1234 , 0 , $+1357$ 都是合法的整型常量,而常量 $246.$, $+0.0$, $12,345$ 均为非法的整型数据。PASCAL 用标准标识符 `integer` 来标识整数类型。由于字长的限制,任何计算机所能表示的整数只能是整数的一个子集,其中最大的整数用标准标识符 `maxint` 表示,它的值与具体计算机的字长有关。在 16 位微型计算机上 $\text{maxint} = 2^{15} - 1 = 32767$,因而其整数范围为 $[-32768, 32767]$ 。

TURBO PASCAL 除去 `integer` 整型外,还支持短整型、长整型、字节型和字型。它们的类型标识符和数据范围用表 2.2 表示。

表 2.2 各类整型数据及其范围

名称	类型标识符	数据范围
短整型	<code>shortint</code>	$-128 \sim 127$
长整型	<code>longint</code>	$-2147483648 \sim 214783647$
字节型	<code>byte</code>	$0 \sim 255$
字型	<code>word</code>	$0 \sim 65535$

此外 TURBO PASCAL 还支持 16 进制整型常量,在使用时,必须在常量前加符号“\$”。如 $\$27$ 表示十进制 39, $\$1A$ 表示十进制 26。

根据不同需要选用不同类型的整型数据时,要注意它们各自的取值范围。

二、实型常量

实型常量包括正实数、负实数和实数零,PASCAL 用标准标识符 `real` 表示实数类型。它们有两种表示形式。

1. 十进制表示法 十进制表示法就是日常使用的十进制小数形式,其语法图见图 2.2。

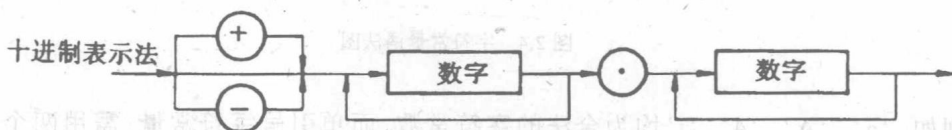


图 2.2 十进制表示法语法图

因而,数字 1.0 , -62.8 , $+372.54$ 等都是合法的,其小数点前后均有数字,而 $1.$, $.23$ 均为