

PASCAL

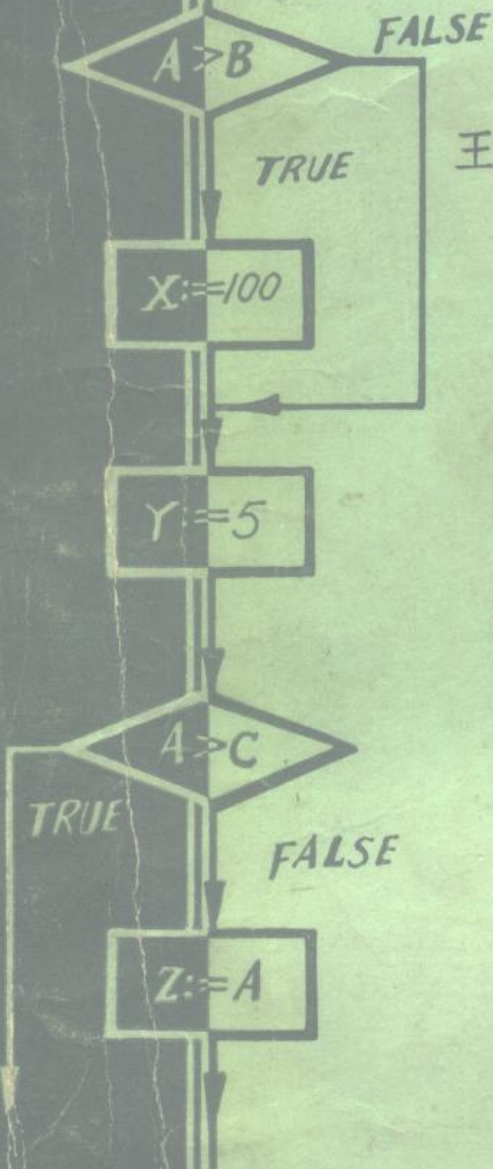
程序设计及其应用

王 诚 苏云清 赵毓陞

编 著

奚和泉 陈圣信

校 订



清华大学出版社

125

PASCAL 程序设计及其应用

王 诚 苏云清 赵毓升 编著

奚和泉 陈圣信 校订

(JS/01/33)

JS/01 34

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是清华大学计算机工程与科学系、科学研究处在最近几年教学和科研工作的实践基础上编写的。

PASCAL 语言具有丰富完备的数据类型，简洁灵活的通用语句，清晰明了的模块结构，以及编译紧凑方便，书写格式自由，运行效率较高和程序设计风度优美等特点。它在我国正在迅速推广，并且日益得到重视。

本书全面、系统地介绍了PASCAL语言，它的程序设计方法及其应用。共分十一章，内容包括PASCAL语言的全部数据类型，多种语句，程序设计的基本方法、技巧和实际应用。共有各种类型的程序182个。从第一章到第九章都附有思考题和习题。通俗易懂，深入浅出，内容丰富，是一本较好的学习和掌握PASCAL程序设计及其应用的教科书，可供高等院校计算机、自动化、无线电、经济管理等有关专业师生以及其它部门的计算机工作者，科研、工程技术人员学习参考。

PASCAL 程序设计及其应用

王 诚 苏云清 赵毓升 编著

奚和泉 陈圣信 校订

☆

清华大学出版社出版

北京 海淀 清华园

轻工业出版社印刷厂 排版

河北省固安县印刷厂 印装

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

☆

开本：787×1092 1/16 印张：30.5 字数：780千字

1983年9月第一版 1983年9月第一次印刷

印数：1—50,000

统一书号：15235·58 定价：3.40元

序

《PASCAL程序设计及其应用》出版了。在通读了它的全稿以后，我高兴地向读者推荐这本通俗易懂、内容丰富的科技读物。

我希望这本书能够担当起普及和提高的双重任务：一方面它是一本合用的大学教科书，另一方面它又是一本面向广大科技工作者的普及读物。

首先，PASCAL语言本身就具有“雅俗共赏”的特性。它既受到欧、美许多国家的共同重视，尤其得到高等学校计算机工作者的普遍接受，可以说是目前国际上最受欢迎、最广泛流行的程序设计语言之一。它小巧、简洁、连贯、精致，结构性好，表达能力强，实现效能高，移植容易，流传广泛，所有这些优点使PASCAL语言不但具有学院式语言的资格，而且即将成为一种新的标准化工业语言。从它的普及性来看，PASCAL语言足以和当前公认的两普及性语言BASIC和APL相比美。它象BASIC一样易于学习和使用，但在支持结构式程序设计和表达算法的能力上比BASIC优越得多。它与APL同样有效地表达算法，但具有更好的易读性。我们完全有理由通过推荐这本书向广大计算机科技工作者推荐PASCAL这样一种“前程似锦”的高级语言。

为了在我国普及计算机教育和推广计算机应用，我们迫切需要能适合我国读者情况的PASCAL方面的书籍。我们是从1979年开始较多地使用PASCAL语言的，短短几年的教学和科研实践证明了她确是一种很好的计算机高级语言。如果说由于受历史原因的局限我们曾经在高等学校中不得不广泛采纳BASIC语言的话，那么今天应该创造条件逐步用PASCAL来取代BASIC语言在我国高等学校中目前占据的不适当地位。我们建议把PASCAL语言作为大学推广计算机应用的启蒙语言，让学生从一开始就培养严谨的、良好的程序设计风格和习惯，然后再学习FORTRAN、COBOL等带有一定应用偏向的语言。这样做将对学生的程序设计基本训练产生深远的影响。

我相信，这本书足以胜任上述任务。它写得概念清楚、层次分明、叙述流畅和通俗易懂。本书的作者是几位中年教师，几年来他们一直深入教学和应用第一线，积累了丰富的实践经验，又认真地学习和消化了国外有关的书籍和资料，经过多次上机调试、课堂讲授和修改校订，较好地做到了理论和实践相结合。当然，由于PASCAL语言目前正处于标准化的过程中，在我国普及还有许多工作要做，因此，本书今后还需不断修订和完善，使之更加切合不同PASCAL用户的需要。

利用这本书出版的机会，写了上面的一些话，作为向本书作者的祝贺和希望。

金 兰

1982年3月于清华大学

前 言

PASCAL 是一种较新的高级语言,是根据结构程序设计原则研究出来的。它具有丰富完备的数据类型,简明灵活的通用语句,清晰明了的模块结构,以及编译紧凑方便,书写格式自由,运行效率高和程序设计风度优美等特点。PASCAL 语言适用于教学、科学计算、管理和编写各种系统软件等。

1971年,瑞士沃斯(N·Wirth)教授正式发表 PASCAL 程序设计语言。这引起了各国学者的广泛重视与反响。十余年来的实践证明,PASCAL 语言是成功的,有生命力的。现在,它已成为国际上最广泛应用的主要算法语言之一,并且日益得到重视,可以说是前程似锦。

我国开始研究和使用的 PASCAL 语言,时间较晚。近几年来,虽然翻译出版了一些有关的资料和书籍,但由于各种条件的限制,PASCAL 语言的广泛应用还刚刚开始。随着我国四个现代化建设和国内外科学技术交流的扩大,PASCAL 语言一定会在我国引起更大的注意,在计算机的发展与应用中发挥越来越大的作用。正是在这种形势下,人们迫切地需要一本通俗易懂而又比较详细的,适合我国国情的有关 PASCAL 语言方面的书籍。本书正是为了适应这种形势和要求而编写的。

从我国的实际情况出发,根据大多数初学者的特点,本书首先简明地介绍 PASCAL 语言的程序结构,数据类型和通用语句,给读者一些概貌性知识,然后逐步展开,进行比较详细的讨论。在讨论过程中,较多地采用从具体例题入手,逐步引出概念,阐述理论和作出结论的方法。在讲解具体程序时,既注意讲清编写该程序的目的和具体思路,又指出初学者易犯的一些错误,力求培养正确地进行 PASCAL 语言程序设计的良好习惯。初学者学完前三章,即可独立地编写简单然而完整的小程序。有条件的应该一边学习,一边上机实践,这对提高学习效果极为有利。按照循序渐进的原则,以后各章陆续加进新的内容,使读者既温故而又能知新,注意培养综合应用和解决实际问题的能力。

PASCAL 语言是一种比较好的系统程序设计语言。本书中介绍了用 PASCAL 语言编写操作系统和编译程序的思想,并给出一些例题或者实用程序。还介绍了在工程计算、事务管理以及计算机逻辑化简等方面的综合应用程序,这些内容难度较大,主要供有关专业人员参考。某些章节不作基本要求,书中打上“•”号作标记。

本书编写过程中,总是以标准 PASCAL 语言的有关规定为依据。但所有程序都是用 OMSI PASCAL-1 语言编写的,并在 PDP-11/03 计算机系统上进行了调试与运行。这是作者条件所决定的,但并不影响本书的通用性。本书的一个重要特点,是在教学过程中与上机实践基础上编写的,总结了在程序编写、调试与运行中遇到的一些问题和实际体会。这对初学者是有益的。

由于在不同的计算机系统中运行的 PASCAL 语言存在一些差异,不同的语言版本对程序的编制和运行也有自己的某些特点,读者在使用时必须注意,要参考有关说明书中的具体规定。本书编写程序所用的 OMSI PASCAL-1 语言版本,是它的第一版的修改版,改

进后的 OMSI PASCAL-1 V1.2 版本，有了一点小改动”。请读者注意二者的区别。

在编写本书的过程中，得到了金 兰教授的热心指导和帮助，他认真地审阅了全书，提出了宝贵的意见，并为本书写了“序”。单 娟同志对本书的内容作了仔细审查，提出了修改意见。计算机实验室的同志们，在本书的编写和校订过程中，自始至终给予了良好的协助和配合。另外，我们还得到了兄弟院校和其它部门的计算机工作者的热情鼓励和 帮助，在此，我们一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，又缺乏经验，加上时间又比较局促，本书一定有不少缺点和错误，敬请有关老师、计算机工作者和广大读者批评指正。

编者

• OMSI PASCAL-1 V1.2 对 V1.1 作了如下修改，

1. 交互终端文件中的 EOLN () 的初值由“真”改为“假”；
2. READ () 过程，要读入开头部分的空格字符，以行结束符或填满字符数组结束输入；
3. 文本文件类型必须用 TEXT 予以说明，而不能用 FILE OF CHAR 加以说明；
4. 用新给出的 SEEK () 过程替代 V1.1 中的 SEEK ()、DEPOSIT () 和 CLOSRANDO-MFILE () 等三个过程。

阅 读 须 知

本书内容大致分为三部分。

前五章为第一部分。这五章介绍了PASCAL语言的基本部分，包括PASCAL语言的程序结构，标准数据类型，各种通用语句以及过程和函数的应用。请读者比较与其它算法语言的差别，注意在流程控制、过程和函数方面PASCAL语言的特点。

第六章到第九章为第二部分。这四章介绍了PASCAL语言在数据类型定义方面的特点。这是本书的重点部分，也是PASCAL语言的精华所在。请注意，构造型数据类型——集合类型、记录类型、数组类型和文件类型，动态数据类型——指针的引进和展开，充分显示了PASCAL语言的优点。

第十章到第十一章为第三部分。它介绍了PASCAL语言源程序的运行和调试，以及如何应用PASCAL语言解决实际问题。运行和调试是实践的基础内容，有条件上机的读者应该提前阅读这一章。综合应用程序举例一章，部分程序难度较大，涉及的专业较多，读者可以根据实际情况进行选择。所举例题也仅供参考。

本书的实践性较强，例题很多。这有助于读者从模仿开始，逐步掌握到举一反三、灵活应用。这些程序大致分为三类，读者可以自行挑选。

第一类，程序简短。它是为了反复说明一些基本概念。从第三章开始，几乎每一节都有这一类程序。

第二类，程序稍长，层次稍复杂一些。它是为综合应用某一章的基本概念而编写的。每一章后面的“应用举例”，就是这一类程序。

第三类，程序较长，结构比较复杂。这些程序是从多方面实际应用中提取出来的，有很大实用性。选取的目的是为培养综合应用PASCAL语言的各种基本概念解决实际问题的能力。本书最后一章的应用举例属于这一类程序。

由于使用算法语言的同志基本上对计算机及程序设计有所了解，本书没有详细叙述这些基础知识，只是在第一章里简要地提示一下。

本书中提出的一些思考题，主要是为了巩固对基本概念的理解，提高对出现的各种问题的分析能力。

在各章后边，一般都有本章小结。小结的综合性较强，有助于读者分析和比较本章各节的内容，提高概括和综合能力。各章的例题或习题，便于读者亲自实践，以帮助掌握基本知识并用于解决实际问题。

本书中的标识符，贯彻“常用从简”的原则，多数用一二个字符表示。专用的标识符，应考虑其主要特点，用英文或英文缩写表示。例证程序，一般按章节取名，按例题编号，按字母分挡。如SMP01，CTL02，PF03，ARY04，SET05，USE06，RCD07，FIL08，PNT09等分别表示简单程序（SIMPLE），流程控制（CONTROL），过程和函数（PROCEDURE AND FUNCTION），数组（ARRAY），集合类型（SET），用户自定义类型（USER DEFINED），记录（RECORD），文件（FILE），指针（POINTER）的程序，例如PF05B表示第五章过程和函数中第五个例题的第二个程序。

目 录

序.....	(7)
前言.....	(8)
阅读须知.....	(10)
第一章 基础知识	(1)
§1. 计算机基础.....	(1)
§2. 程序设计基础.....	(2)
§3. PASCAL 语言简况.....	(3)
§4. PASCAL 语言的程序结构.....	(4)
§5. PASCAL 语言的基本符号.....	(7)
第二章 标准的数据类型	(12)
§1. PASCAL 语言的数据类型.....	(12)
§2. 整数类型.....	(13)
§3. 实数类型.....	(14)
§4. 字符类型和布尔类型.....	(16)
§5. 标准函数.....	(18)
第三章 简单的程序设计	(25)
§1. PASCAL 语言的基本运算.....	(25)
§2. 常量定义和变量说明.....	(28)
§3. PASCAL 的语句类型.....	(30)
§4. 赋值语句.....	(31)
§5. 输入及读语句 <i>read readln</i>	(32)
§6. 输出及写语句 <i>write writeln</i>	(35)
§7. 字符的输入.....	(41)
§8. 简单程序举例.....	(45)
第四章 流程的控制	(53)
§1. 如果语句 <i>IF → 条件 → THEN → 语句 → ELSE → 语句</i>	(53)
§2. 复合语句 <i>BEGIN → 语句 → END</i>	(57)
§3. 情况语句 <i>CASE → 表达式 → OF → 语句 → END</i>	(58)
§4. 标号说明和转移语句 <i>LABEL → 语句标号 → ; GOTO → 语句标号</i>	(65)
§5. 当语句 <i>WHILE → 条件 → DO → 语句</i>	(69)
§6. 直到语句 <i>REPEAT → 语句 → UNTIL → 条件</i>	(71)
§7. 循环语句 <i>FOR → 变量名 = 初值 → TO → 终值 → DO → 语句</i>	(73)
§8. 多重循环语句.....	(79)
§9. 退出循环语句.....	(82)
§10. 应用举例.....	(87)

第五章 过程和函数	(109)
§1. 标准过程和标准函数.....	(109)
§2. 简单过程和简单函数.....	(110)
§3. 过程说明和过程语句.....	(112)
§4. 函数说明和函数调用.....	(116)
§5. 全程变量和局部变量.....	(119)
§6. 数值参数和变量参数.....	(125)
* §7. 嵌套和递归.....	(130)
* §8. 过程参数和函数参数.....	(147)
* §9. 外部过程和外部函数.....	(154)
§10. 应用举例.....	(161)
* §11. 堆栈技术的应用.....	(175)
第六章 用户自定义数据类型	(181)
§1. 枚举类型.....	(181)
§2. 子界类型.....	(192)
第七章 构造型数据类型	(201)
§1. 集合类型.....	(201)
§2. 数组类型.....	(211)
§3. 记录类型.....	(225)
§4. 应用举例.....	(242)
第八章 文件	(271)
§1. 文件概述.....	(271)
§2. 文件的说明.....	(272)
§3. 用于对文件进行操作的的标准过程和标准函数.....	(274)
§4. TEXT 文件.....	(279)
§5. 几个简单的例证程序.....	(286)
第九章 指针	(298)
§1. 从静态变量到动态变量.....	(298)
§2. 指针.....	(301)
§3. 两个标准过程 NEW(P)和 DISPOSE(P).....	(305)
§4. 指针应用的几个简单程序.....	(306)
§5. PASCAL 程序与 MACRO 一级的程序的衔接.....	(328)
第十章 PASCAL 程序的建立、运行和调试	(335)
§1. PASCAL 源程序的建立与修改.....	(337)
§2. PASCAL 程序运行的步骤和方法.....	(344)
§3. 查找并改正 PASCAL 源程序中的错误.....	(366)
第十一章 综合应用程序举例	(392)
附录	(453)
附录一、PASCAL 语法图.....	(453)
附录二、保留关键字.....	(457)

附录三、标准标识符.....	(458)
附录四、ASCII 字符集.....	(458)
附录五、OMSI PASCAL-1 语言规范.....	(459)
附录六、OMSI PASCAL-1 程序编译及运行的错误信息表.....	(464)
附录七、中英用语对照表.....	(468)
参考文献	(478)

第一章 基础知识

这一章是为全书提供一点基础知识。前二节仅仅扼要地提示一下计算机硬件和软件的基本梗概。确切地说，不是具体讲解有关的基础知识，因为学习 PASCAL 语言程序设计及应用的绝大多数读者，在这一方面都已有了一定基础。本章的后三节是关于 PASCAL 语言的基础知识部分，分别叙述了 PASCAL 语言的发展情况、程序的一般结构以及使用的基本符号。这些介绍为读者提供 PASCAL 语言的粗浅的概貌，为阅读后续章节做一点准备。

§1. 计算机基础

自从1946年第一台电子计算机问世以来，迄今为止才有37年历史。但是电子计算机工业已发展成为强大的独立工业部门，而且还在以惊人的速度不断发展。计算机的迅速发展和广泛应用已经深刻地影响到工农业生产、科学技术和社会生活各个领域。计算机在国民经济各部门中的应用可以归纳为三个主要方面。第一，它能高速地高精度地完成各种数学计算，被广泛地应用在科学研究和工程设计方面。第二，它能存储大量的数据信息，并能进行快速处理，这在信息处理、企业管理和情报检索等方面有广泛应用。第三，在自动控制方面，它代替人们对某些工农业生产过程进行监测和控制，提高产品的质量，减轻劳动强度，提高劳动生产率，或免使人们进入有毒或污染环境，保护人类健康。

一个完整的计算机系统由硬件和软件两部分组成。组成计算机的物质设备，我们称它为计算机的硬件。为使用计算机和发挥计算机效率功能的各种经常起作用的程序，我们称它们为计算机软件。也有人把计算机系统中除了硬件以外的东西，统统都称为软件。

计算机系统硬件主要由两部分组成，即处理机和外围设备。也有人概括为处理装置、输入装置和输出装置三部分。处理机包括存贮器、运算器和控制器。其中存贮器(简称为“内存”，也叫“主存”)在一定程度上决定着计算机总的运算速度和精度，决定着计算机能随机访问的存贮容量的大小。存贮器主要有磁芯存贮器和半导体存贮器，国外已经普遍使用半导体存贮器，磁芯存贮器已很少使用。内存贮器由于容量有限，不可能记录下全部输入信息，要借助辅助存贮器即外存贮器(通常是磁盘，磁带或磁鼓等)来记录大量暂时不用的信息。外存容量可以是内存容量的几千几万倍。计算机外围设备包括输入装置、输出装置和外存设备。在输入装置中，比较原始的是纸带输入机，国内常叫光电输入机。另一种是卡片输入机。这两种输入装置都要通过中间媒介。也就是在把信息送入计算机之前，要先作一段准备工作，把信息记在纸带或卡片上。而键盘输入装置可以在人手按键盘时，使计算机立即把信息收到机器内。这种输入装置对于人-机进行对话方式工作时特别合适。PDP-11 系列计算机系统，都有这种键盘输入设备，它还和显示终端相联系。当然输入方式还有语音输入，图象输入等各种各样的输入装置。输出装置也是多种多样的，大家比较熟悉的有凿孔机，终端显示器，宽行打印机等等。

在今天，光有计算机硬件本身，而不配备较完善的软件，要发挥机器的系统功能是不可能的。软件的作用在于：充分地发挥机器硬件的功能；使用户更为方便和有效地使用计算

机；对计算机控制的对象进行更理想的控制，以达到预期的目的；能诊断机器各部件的故障，并显示或打印出来，供维护人员及时排除；等等。软件分为系统软件、应用软件两大类。系统软件主要是指为实现计算机系统各种功能的有关软件，包括各种计算机语言，编译程序，操作系统，机器维护程序，服务性程序和装配程序等。专用软件，即应用软件，是指为实现控制或数据处理，完成某种计算的专门软件，包括专用语言和应用程序等。对于一般用户，了解和使用软件更为重要。

§2. 程序设计基础

程序设计是伴随着电子计算机的出现而产生的一门学科，简单地说，就是人们把需要计算机做的工作写成一种计算机能直接或间接接受的程序。程序设计的方式和水平不断改善，日益提高。程序所用的语言从简单到复杂，从低级到高级。象计算机硬件的发展一样，程序设计即计算机软件也有它的几代发展史：

第一代，机器语言和汇编语言。在计算机问世的初期，用二进制码表示计算机指令系统，用二进制代码编写程序—这就是“机器语言”。由于机器语言使用很不方便，编写这种程序极其繁琐，大大阻碍了计算机的广泛应用。为此人们用一些简单而又形象的符号来代替每一条具体的指令，而这些指令又对应于具体机器的二进制指令码，这就形成了“符号语言”。在此基础上，把一些子程序，存储器地址等也用符号来表示，这就是现在人们称呼的“汇编语言”。从汇编语言到机器语言，中间要有一个翻译过程，这便是翻译程序—叫“汇编程序”，简称“汇编”。机器语言和汇编语言，它们是与具体所用的计算机（确切地说是与计算机指令系统）相关的，是为特定的机器服务的，所以称为面向机器的语言。

第二代，高级语言阶段。人们在汇编语言的基础上，设想出能否避开具体的机器，用一些符号来描述自己的解题意图，尽量接近于数学公式的原始描述，而能够通过各类机器对应的翻译程序即可以在各类机器上运行。这便出现了各种高级语言。目前国内外比较通用的计算机语言有几十种。常见的应用最普遍的有 BASIC, FORTRAN, ALGOL, COBOL, PL/1 以及 PASCAL 等。在多数系统中，BASIC 语言的源程序是通过 BASIC 解释程序边解释边执行的。而其它几种语言要经过各自的编译程序编译之后，才能正常运行。因为计算机本身是不懂得这些语言的，要通过一段翻译工作才能把用一种语言写成的源程序与机器语言对应起来，这段翻译工作就是这种语言的编译程序。请注意，如果换了另一型号机器，则编译程序就又不一样了。

由于计算机系统迅速发展，运算速度不断提高，外部设备越来越丰富，主机功能日益完善，大容量的外存储器不断出现，……产生了“多道程序运行”和“分时操作”等新的概念，为有效地管理软、硬件资源，出现了高级的管理程序——操作系统。

第三代，为解决各种应用问题而设计了专用语言。随着计算机系统功能的发展，应用越来越广泛，各种专用语言会越来越多，人们的意图将更容易被计算机所接收，从而达到人们预想的目的。

对于学习 PASCAL 语言程序设计的大多数读者来说，程序设计基础主要是指掌握 PASCAL 语言的基本概念，熟练地编制有关的应用程序。至于编译程序和操作系统，已超过基本要求的范围，本书只是介绍了一些思路和例题，要真正掌握它们还得参考其它书籍，还得花很大气力。

一般程序设计，大致要经历以下几个步骤：

1. 根据任务提出问题；
2. 确定方法——构造数学模型，选择计算方法；
3. 编制程序——画出框图，编写程序，上机反复调试；
4. 在实践中检查程序的结果，如果正确无误，则设计基本完成。否则，要反复修改，直到满足要求为止。

程序员的职责，就是编制高质量的程序。所谓高质量的程序，其基本要求是可靠正确和简单清晰。同时在满足结构程序设计模块化要求的前提下，尽量做到程序短，占据内存单元少，程序运行时间省；还应该做到程序便于修改、调试，通用性好，可移植等。

§3、PASCAL 语言简况

PASCAL 程序设计语言，是瑞士苏黎世联邦工业大学沃斯教授于1968年研究出来的，最早发表在1971年瑞士的《ETH》杂志上。这种语言比 FORTRAN 语言，ALGOL 语言和 BASIC 语言等问世得都要晚。

PASCAL 语言是按照结构程序设计的原则设计的一种描写算法的语言。它是从ALGOL 60语言发展过来的，但是作了改进，效能更强。它适用于教学、管理、编写各种系统软件和进行科学计算。

PASCAL 语言有丰富的数据类型，简明的通用语句，清晰的程序结构，而且书写格式自由、编译紧凑，风度优美。因此博得了人们的好评，使用日益广泛。据了解，世界各国的许多高等院校都用它进行程序设计的教学，效果良好。清华大学几年来用 PASCAL 语言进行教学和科研的实践表明，PASCAL 语言受到特别欢迎。

关于 PASCAL 语言的特征，我们不妨把沃斯教授文章中的一段话摘录在下面，供大家参考。

“我们把 PASCAL 的特征列举如下：

1. 变量说明是强制性的。
2. 某些基字（例如，BEGIN，END，REPEAT 等）是‘保留’的，不能作标识符。
3. 分号（；）看作是语句分隔符，而不是语句终止符（如同PL/1语言一样）。
4. 标准数据类型是整数、实数、字符和布尔类型。基本的数据构造工具有数组、记录（对应于COBOL和PL/1语言的‘结构’）、集合和文件。这些结构可以组合和嵌套以形成集合的数组、记录的文件，等等。数据还可以动态地分配并由指针访问。
5. 集合 SET 数据结构提供了类似于 PL/1语言的‘位串’的能力。
6. 数组可以具有任意维数与任意的界；数组的界是常量，即没有动态数组。
7. 象 FORTRAN，ALGOL 和 PL/1 语言一样，存在转移语句。标号是无符号整数，必须加以说明。
8. 复合语句如同 ALGOL 语言，相应于 PL/1 语言里的 DO 群。
9. ALGOL 语言的开关和 FORTRAN 语言的计算转语句的功能在 PASCAL 中由分情形语句表示。
10. 循环语句相应于 FORTRAN 的 DO 循环，它的步长只能是 1(TO)或 -1(DOWN-TO)，并仅当控制变量的值落在界内时执行。因此，被控制的语句可能完全没有执行。

11. 没有条件表达式和多重赋值。
12. 过程和函数可以递归调用。
13. 对变量不存在（象ALGOL语言里那样）‘OWN’属性。
14. 参数有值调用和引用调用，没有名字调用。
15. 就不存在匿名的分程序来说，这里的‘分程序结构’不同于ALGOL和PL/1语言的分程序结构，即每个分程序都给一个名字，并做成一个过程。
16. 常量、变量等所有对象必须在它们被引用之前加以说明。但允许以下两个例外：
 - (1) 指针类型定义里的类型标识符；
 - (2) 当存在向前引用时的过程与函数调用。

许多人初次接触PASCAL语言，往往感叹它缺少某些‘中意的特色’，例如方幂运算符、串的并列、动态数组、布尔值的算术运算、自动的类型转换和省缺说明等，这都不是疏忽遗漏，而是有意删除的。在某些场合下，有它们反而会招致程序设计解法的效率不高；在另外一些场合下，又会感到它们不利于达到程序设计清晰可靠和‘风度优美’的目标。最后，还得考虑对繁多的有效的程序设计功能进行严格挑选，以保证编译程序比较紧凑和高效。”

目前，国际上PASCAL语言有许多种版本，例如有：

一、标准PASCAL语言 1971年，沃斯教授提出并定义了PASCAL语言。1975年，他和金埃森（J.Jensen）对PASCAL语言进行了修改，修改报告作为“标准PASCAL语言”。主要文献是《PASCAL MANUAL AND REPORT》。

二、PASCAL 8000语言 它是标准PASCAL的扩展版本。1976年，由日本东京大学的HIKITA和ISHIHATA用PASCAL语言编写编译程序。它能在OS7操作系统控制下应用于HITAC8800/8700计算机系统（与IBM/370指令系统相同）。后来，这个版本经过澳大利亚原子能委员会（AAEC）的COX和TOBIAS的修改和扩展，能在OS操作系统控制下应用于IBM360/370计算机。PASCAL 8000语言版本的主要参考书是《PASCAL 8000 REFERENCE MANUAL》。

三、OMSI PASCAL语言 它是由美国俄勒冈州小型计算机软件公司（OMSI）确定，在RT-11操作系统控制下应用于PDP-11/03等计算机系统上。主要参考资料是：

1. 《OMSI PASCAL-1 LANGUAGE SPECIFICATION》
2. 《OMSI PASCAL-1 USERS GUIDE FOR RT-11》
3. 《OMSI PASCAL-1 DEBUGGER》

本书是以标准PASCAL语言的有关规定为指南编写的。但全部程序都是用OMSI PASCAL-1语言编写的，并在PDP-11/03计算机系统上进行调试和运行。这两个语言版本有一些具体区别。一方面，OMSI PASCAL-1语言缺少标准PASCAL语言的个别功能，如过程PACK和UNPACK。另一方面，它对标准PASCAL语言进行了许多扩展。这些扩展增强了该语言的性能，允许用户更有效、更容易和更清楚地描述算法。

§4、PASCAL语言的程序结构

一个程序语言的基本功能是对数据进行描述和操作。一个程序，从本质上讲，它是描述对给定数据的处理过程。

PASCAL语言是如何描述数据又是怎样对数据进行操作的呢？用PASCAL语言编写

的程序，其一般格式如何？这是用户首先关心的问题。

我们从模仿开始，先看一个简单的例题。题意是输入两个整数，计算并输出该两数之和。程序如下：

```
PROGRAM SIMPLE (INPUT, OUTPUT) ;
  {THIS PROGRAM IS USED FOR S=X+Y}
VAR
  X, Y, SUM : INTEGER;
BEGIN
  READ (X, Y) ;
  SUM:=X+Y;
  WRITELN ('SUM=', SUM)
END.
```

在这个简单程序中，实际上分为三部分。其中：

第一部分是程序的首部，包括第一节二行。

它指出这是 PASCAL 语言的程序，其名称为 SIMPLE（简单的源程序）：程序的参数有两个：INPUT, OUTPUT。程序的功能是进行 X 加 Y 的运算。

第二部分是程序的说明部分，包括第三第四行。

它指出程序中使用了三个变量：X, Y, SUM。它们都是整数类型的变量。

第五行至第九行是程序的执行部分。

它指出这个程序做三件事：

- (1) 通过读语句 READ (X, Y)，输入整数 X 和 Y；
- (2) 通过语句 SUM:=X+Y，计算两个整数 X 和 Y 之和；
- (3) 通过写语句 WRITELN ('SUM=', SUM)，输出计算结果。

事实上，用 PASCAL 语言编写的源程序一般都有这三部分，只不过其内容有多有少。PASCAL 语言的程序结构，见附录 A，其示意图如图 1.4-1。

从图 1.4-1 可以看出，PASCAL 语言的程序结构是模块结构，层次分明，清晰整齐。一般可以分为三大部分。

一、程序首部 程序首部是程序的开头部分。它必须提供程序的主要特征，一般由四个小部分组成。

1. 程序的标志。

PASCAL 语言规定，程序一律以 PROGRAM 开头，作为程序的标志。

2. 程序的名称。

程序的名称由用户自己定义。名称可以形象化一些，也可以随便取。例如程序是关于拷贝文件的，由李明同志编写的，可以取名称为 COPYFILE，或 LIMING01。本书中的程序名称，根据章节分类名加序号而定。比如第三章简单的程序设计，其举例程序的名称取：SMP01, SMP04……。第八章、文件，例证程序取名为 FIL01, FIL02A 等。

3. 程序的参数。

程序的参数用来表示该程序与外界的联系。这些参数一般是文件变量名。程序通过这些参数调用外部文件。最常用的程序参数为 INPUT, OUTPUT。它表示该程序有输入及输出的操作。

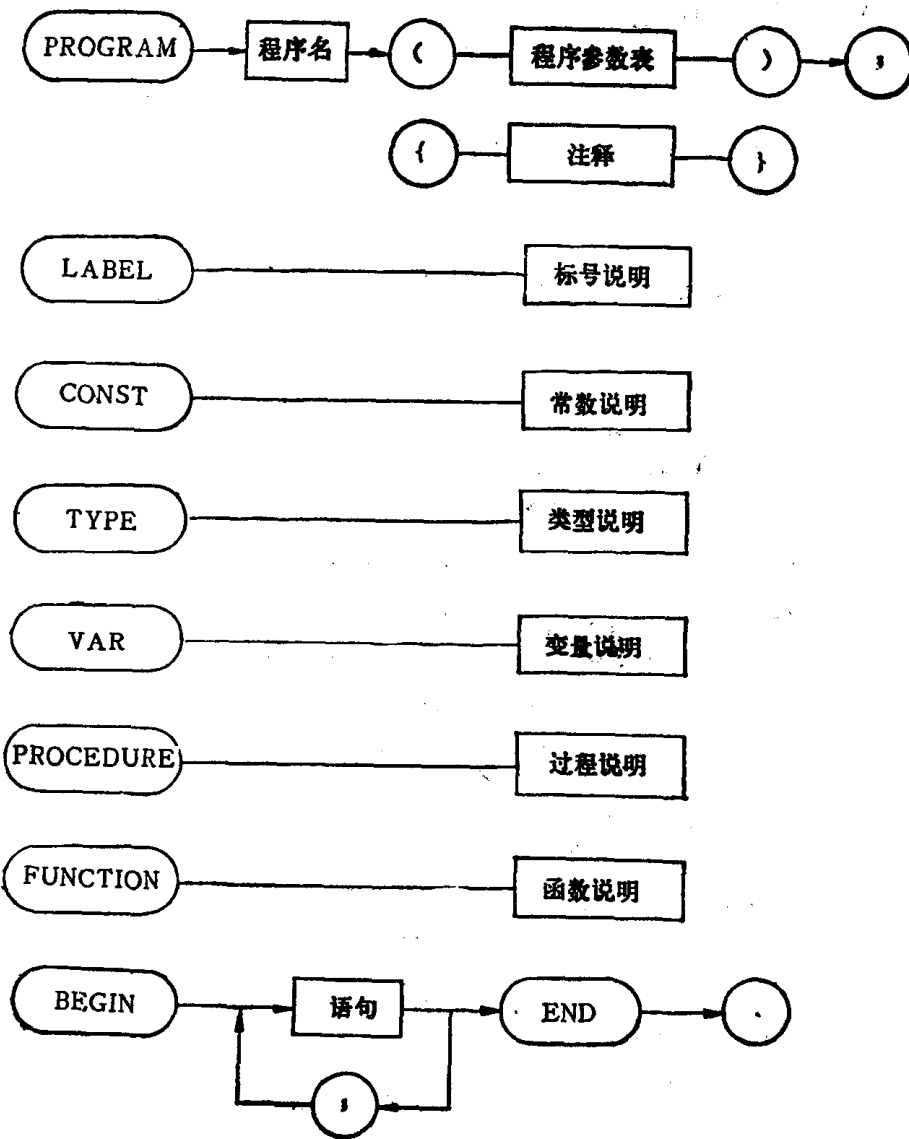


图 1.4-1 程序的结构

4. 程序的注释部分。

注释部分一般用来说明该程序的名称，类型，主要功能，编写日期等等。没有规定，也没有限制，由用户自己决定要注释的内容。它仅供用户阅读，机器并不执行。注释还可以出现在程序的任何位置，只要不忘记正确使用注释符即可。

二、程序说明部分 PASCAL 语言本身定义了一些标准的常量，标准的数据类型，标准的过程和函数。这些标准的内容可以直接使用。

PASCAL 语言允许用户自己定义标号，常量，类型，变量，过程和函数等。这些都必须首先在程序的说明部分加以说明，然后才能在程序的执行部分引用。在上一节提到 PASCAL 语言的特征列举的第 16 条“常量，变量等所有对象必须在它们被引用之前加以说明”，就是说的这一点。

程序的说明部分，在说明时应遵循如下次序：

1. 〈标号说明部分〉；
2. 〈常量定义部分〉；

3. 〈类型定义部分〉；
4. 〈变量说明部分〉；
5. 〈过程与函数说明部分〉。

三、程序的执行部分 在图 1.4-1 程序的结构中，BEGIN 和 END 之间的部分为程序的执行部分。它由一系列语句组成。每一条语句执行一定的动作，完成一定的任务。两个语句之间用分号（；）隔开。整个程序用实心句号（.）作为结尾。

PASCAL 语言比某些语言的突出之点是格式自由，非常灵活。允许一行写几个语句，也允许一个语句写成几行。这一点比 BASIC 和 FORTRAN 语言要方便些。

OMSI PASCAL 语言在程序结构上更灵活。它规定：

1. 程序的首部可以省去；
2. 程序的参数可以不写；
3. 注释部分允许有三种注释符，即有三种格式表示：
 - (1) { }；
 - (2) (* *)；
 - (3) / * * /。

因此，用 OMSI PASCAL 语言写的最简单的程序甚至可以只有执行部分。例如：

```
BEGIN
    WRITELN (SQR(15))
END.
```

这个程序运行后会输出整数 15 的平方为 225。

当然，作为一个完整的程序，应该写上程序的首部。这样做，有利于识别和区分不同的程序。而且在编译的过程中列出清单时，每一页都会显示程序名称。

注释部分似乎没有多大用处。但这是误解。在复杂的程序中加上注释部分是非常有益的。养成注释的习惯，对今后阅读、修改程序十分有利。因为有了注释，可以增加程序的可读性。尤其在程序的难点或关键之处，注释可以给人启示，使人一目了然。这样做，便于程序进行交流。注释不仅可以写在程序首部之后，而且可以写在程序的任何位置。

注释部分的结构如下：

- { 〈任意不包含“}”的字符串〉 }；
- 或(* 〈任意不包含“*”的字符串〉 *)；
- 或/ * 〈任意不包含“*/”的字符串〉 * /。

它可以扞在任何两个标识符、数或特殊符号之间。但注意单个符号“{”（或“(*”，或“/*”）和“}”（或“*”），或“*/”）不能出现在语言的其它部分。

注释部分删除后，程序的意义不变。

这一节，我们仅仅概括地介绍了 PASCAL 语言程序的总体结构，后续的章节将详细地分析这些问题。

§5、PASCAL 语言的基本符号

任何一个计算机系统所能使用的字符都是固定的、有限的。它要受设备的限制。

一、基本符号的分类 在 PASCAL 语言中，基本的符号有三类：