

911871

东南大学出版社

PASCAL

PASCAL

PASCAL 程序

PASCAL 设计

PASCAL 教程

PASCAL 朱 敏 编

PASCAL

PASCAL

PASCAL程序设计教程

朱 敏 编

东南大学出版社

内 容 提 要

PASCAL语言是国内外应用日趋广泛的一种结构化程序设计语言，用它作为程序设计人员的第一计算机语言是行之有效的。本书较为全面、系统地介绍了PASCAL语言及其程序设计方法。全书共十章，第一章介绍计算机基本知识，其余各章的内容包括PASCAL语言中的数据类型、各种语句及其应用，结构化程序设计的基本原理和方法等。除第一章外，各章均附有习题。

本书内容深入浅出，简明易懂，是一本学习PASCAL程序设计的教科书，可作为理、工科大学本科计算机专业PASCAL程序设计语言课的教材，也可供科研、工程技术人员及其他从事计算机程序设计的人员学习参考。

责任编辑：陈天授

责任校对：张晓蓉

PASCAL程序设计教程

朱 敏 编

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号

江苏省新华书店发行 大丰第二印刷厂印刷

开本850×1168毫米1/32 印张 12.5 字数284千字

1989年11月第1版 1989年11月第1次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7—81023—170—7

TP·11

定价：2.55元

前 言

计算机已在我国得到了迅速的推广和应用，越来越多的人在学习计算机的基本知识和高级语言。那么什么语言作为程序人员的第一语言（启蒙语言）比较合适呢？鉴于软件发展史上的经验教训，越来越多的人认识到了结构程序设计思想的重要意义，并强调要使这一思想尽早地为程序人员所掌握和运用，以便在一开始就养成严谨的、良好的程序设计风格和习惯。

PASCAL语言是1971年瑞士Niklaus Wirth教授提出来的 一种高级程序设计语言。它是在ALGOL-60基础上发展起来的一种结构化程序设计语言，具有功能强、数据类型丰富、表达方式严谨易懂、程序设计风度优美等特点，既能用于数值问题和非数值问题的描述，也可用于系统程序设计。所以，PASCAL语言一经问世便引起各国学者广泛的重视，成为目前最流行的几种程序设计语言之一。在欧美国家中，越来越多的大学选用PASCAL语言作为教学的第一计算机语言。我国高校也已经把PASCAL语言作为理、工科计算机软件专业的启蒙语言，其它专业也正在朝这个方向努力。

本书旨在为没有学过程序设计语言的读者提供一本简明易懂，深入浅出的PASCAL语言教材。第一章简要地介绍了计算机的软硬件基础知识，如果读者对计算机尚不甚了解，那么本章将为您学习以后的各章提供一些基本知识。第二至四章详细地介绍了PASCAL语言的基本概念，基本数据类型，以及几乎所有的语句、过程及函数。学完这几章，读者就可独立地编写简单而完整的程序。第五章介绍了基本程序设计方法，目的在于尽早让读者

树立“清晰第一”的设计思想，尽早教会读者用自顶向下、逐步求精的方法去编写程序，以便提高程序可读性。第六至十章分别介绍了PASCAL语言中的其余数据类型，掌握了这些，便可用PASCAL语言解决比较复杂的问题。

本书力求叙述明确，突出重点。每一章中都列举了大量的例题，这些例题从简到繁，由易而难，通过这些例题读者可以加深对概念的理解，学会一些程序设计技巧。

书中的所有例题以UCSD PASCAL语言的有关规定为依据，并在Apple或IBM-PC机上调试通过。

清华大学杨德元副教授在百忙之中仔细审阅了全部书稿并提出了不少很好的修改意见；东南大学计算机系周佩德副教授也曾对书稿提出过许多修改意见；东南大学计算机系中心实验室的同志为书中例题的调试提供了方便，特别是张世醒老师还帮助作者调试了一部分程序，作者在此一并表示感谢。

编 者

1989年5月

目 录

第一章 计算机基础	1
1.1 电子计算机概述	1
1.2 计算机中数的表示	6
1.3 计算机的组成.....	16
1.3.1 计算机是怎样工作的.....	16
1.3.2 运算器.....	18
1.3.3 存储器.....	19
1.3.4 控制器.....	22
1.3.5 输入输出设备.....	25
1.4 计算机基本电路基础.....	27
1.5 计算机软件系统.....	31
1.5.1 计算机语言.....	31
1.5.2 软件的分类型.....	36
1.5.3 汇编程序和编译程序.....	38
1.5.4 操作系统.....	40
1.6 计算机系统	43
第二章 PASCAL语言基础	47
2.1 PASCAL语言的特点.....	47
2.2 字汇表.....	49
2.3 语法图.....	51
2.4 常量和常量说明.....	53
2.5 变量说明.....	56
2.6 PASCAL语言的数据类型.....	58
2.7 标准的标量类型.....	59
2.8 表达式与赋值语句.....	68

2.9 变量的输入与输出	77
2.10 PASCAL程序结构	81
2.11 程序设计与程序的运行	84
习 题	91
第三章 PASCAL语句	96
3.1 复合语句	97
3.2 如果语句 (IF语句)	98
3.3 分情形语句 (CASE语句)	106
3.4 重复语句	112
3.5 应用举例	129
习 题	136
第四章 过程和函数	139
4.1 过程	139
4.2 函数	150
4.3 参数的讨论	154
4.4 层次结构	160
4.5 递归和向前引用	165
4.6 应用举例	177
习 题	182
第五章 程序设计方法	186
5.1 程序设计质量标准	186
5.2 结构化程序设计方法	190
5.3 限制使用GOTO语句	204
习 题	208
第六章 用户自定义类型和集合类型	209
6.1 类型说明	209
6.2 枚举型	210
6.3 子界型	216

6.4	集合类型	220
6.5	应用举例	225
习 题		233
第七章 数组类型		235
7.1	数组说明	235
7.2	一维数组	237
7.3	多维数组	249
7.4	紧缩数组	256
7.5	字符串和布尔数组	258
7.6	应用举例	266
习 题		278
第八章 记录类型		280
8.1	记录类型与记录固定部分	280
8.2	开域语句	288
8.3	记录变体	293
8.4	应用举例	300
习 题		309
第九章 文件类型		311
9.1	文件概念	311
9.2	序列文件(顺序文件)	315
9.3	行文文件(正文文件)	322
9.4	输入与输出	328
9.5	应用举例	333
习 题		341
第十章 指针类型		343
10.1	指针	345
10.2	链表	350
10.3	树	362

10.4 应用举例.....	366
习 题.....	374
附 录.....	376
附录一 PASCAL语法图.....	376
附录二 标准PASCAL标识符.....	383
附录三 PASCAL的运算符.....	387
附录四 PASCAL的数据类型与语句.....	388
参考文献.....	391

第一章 计算机基础

1.1 电子计算机概述

一、电子计算机的发展概况

电子数字计算机（以下简称电子计算机或计算机）是一种能自动、高速、精确地进行各种操作的现代化电子设备，是近代重大科学成就之一。计算机已被广泛应用于科技、军事和国民经济的各个领域，并向人们生活的各个方面渗透。计算机的出现是由于生产的需要，我们不妨简单回顾一下计算工具的发展历史。

人类最早记数的方法是用自身的手指或身边的小石块、绳子等物。我国古代发明的算盘是一种简单又方便的计算工具，它能快速进行加减法运算，至今许多地方还在使用。计算尺是根据对数原理制成的，用计算尺进行乘除运算比用算盘方便多了。

随着生产的发展和大量计算的需要，1642年法国哲学家和数学家帕斯卡（B. PASCAL）发明了加减法计算机。此后，德国数学家莱布尼兹（G. W. Leibnitz）制成了机械计算机，最后发展成台式手摇或电动计算机。这种计算机虽然提高了一些精度和速度，但是仍不足以使人类的计算能力有重大突破。而近代科学技术的发展需要一种精度更高、速度更快，而且能自动进行计算的工具来完成人工难以完成的运算量。除了计算之外，还要求解决工业的自动控制、经济管理、文字翻译、图书检索等问题。

基于这种要求以及近代物理和无线电电子学的发展，特别是

半导体器件、脉冲电路和自动控制技术的迅速发展，导致了电子计算机的出现。世界上第一台电子数字计算机是1946年美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道的需要而研制的，它的名字叫ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)。这台计算机共用了一万八千多个电子管，耗电一百千瓦，重量约三十吨，占地面积达一百七十平方米，运算速度为每秒五千次。自从这台计算机问世以来到现在才四十年时间，但是计算机发展迅猛，它大致经历了以下五代的变化：

第一代，从1946年开始，这一代计算机采用电子管为主要元件，称为电子管计算机。运算速度一般为每秒几千次到几万次，体积庞大，成本很高，主要用于科学计算。

第二代，从五十年代末开始，这一代计算机采用晶体管为主要元件，称为晶体管计算机。此时，出现了各种高级程序设计语言，计算机的应用扩展到其它领域。

第三代，从六十年代后期开始，这一代计算机采用集成电路，称为集成电路计算机。出现了操作系统，计算机广泛应用于各个领域。

第四代，从七十年代初开始，这一代计算机采用大规模集成电路，称为大规模集成电路计算机。计算机更加普及，深入到社会生活的各个方面。同时出现了微型电子计算机。

目前，第五代计算机正处于被研制的过程中，一些国家正投入力量为解决第五代计算机的关键技术而努力。

二、计算机的特点

电子计算机具有下列四个特点：

1. 计算速度快

一个人如果用算盘或手摇计算机进行计算，每天工作八小

时，一般只能完成几千次运算，平均每秒钟运算不到一次。可是一般中小型计算机的计算速度为每秒几万次或几十万次，大型计算机可达每秒百万次或千万次甚至上亿次。计算机完成一个运算的时间很短，因而用秒作为计算单位已显得太大。为此引入了更小的计算机工作时间单位，通常使用的有毫秒、微秒。

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ 秒}$$

$$1 \text{ } \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ 秒}$$

2. 计算精度高

计算尺精度只有三位有效数字左右，机械的台式计算机有七、八位有效数字就不错了。而一般电子计算机可以有十几位有效数字，如果需要，还可以使用双倍字长或多倍字长的运算，以达到更高的精度。

3. 具有很强的记忆功能和逻辑判断功能

计算机不仅能作算术运算，而且可以进行各种逻辑判断。如对两个信息进行比较，根据比较的结果，自动确定下一步该做什么。有了这种能力，才能使计算机更巧妙地完成各种计算任务，进行各种过程控制和完成各类数据处理任务。

计算机还具有很强的记忆能力，它可以把原始数据、中间结果、最终结果、计算步骤等信息存储起来，供需要时使用。

4. 能自动地连续进行运算

计算机能自动地连续进行高速运算，这是因为它采用了“存储程序”工作原理。这一原理是1946年由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼（Neuman）和他的同事们首先提出并论证的。“存储程序”是事先把编好的程序存储在机器中，而机器能自动地连

续地按照程序执行一条条指令。

“存储程序”原理使计算机具有通用性。只要在计算机的存储装置中存入不同的程序，计算机就可以完成不同的任务，这也就是说计算机具有不同的功能。从这一点上来说，计算机可以开发的功能是无穷多的，它的应用领域也可不断地开拓与延伸，目前计算机的应用范围已经渗透到各行各业。

三、计算机的应用

计算机的应用十分广泛，大至进行空间探索，小到揭示微观世界，从尖端科学技术到日常生活，几乎无所不包。归纳起来大致有下列四个方面的应用。

1. 数值计算（或称科学和工程计算）

数值计算是指计算机用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算。这是计算机应用的一个基本方面。基础科学的研究和人造卫星轨迹、水坝应力、房屋抗震强度、飞机和船舶设计、天气预报、地质探矿等方面的计算都可用计算机。这些计算课题往往是数学问题，复杂、运算量大，要求精度高，有时还要求实时性，用一般的计算工具无法顺利完成。

例如，为预报未来 24 小时的天气情况所需进行的计算量就相当大，几十个人要算一个月，而用计算机只要几分钟就可完成。再如，数学中最著名的难题之一“四色问题”自提出以后一百多年来未能解决。所谓“四色问题”，是在地图上至多只要用四种颜色涂色就可以使各个有公共边界的两个地区不会有相同的颜色。1976 年美国数学家在计算机的帮助下进行了上百亿次的逻辑判断，花费了一千多个小时的计算机工作时间，终于解决了这一难题，使之成为四色定理。

2. 数据处理

数据处理是将输入设备送来的数据及时地加以记录、整理、计算，加工出符合特定需要的新信息，并将结果输出。数据处理问题的特点是要对大量同类性质的数据进行操作。

随着人类社会进入信息时代，各个领域中对大量信息进行分析加工的数据处理课题正与日俱增。如人造卫星所探测到的大量数据的译码、分类、整理和计算；在石油勘测中，对地震勘探所产生的各种讯号的取样、转换、分析、处理；在人口普查中，对全国人口的年龄、性别、职业等十多个项目的几百亿个数据进行处理等等，没有计算机是无法完成的。

图象处理是数据处理中的一个典型学科。当今社会生活中，每天都摄制了大量包含宝贵信息的图象。如地球卫星资源图象，侦察卫星情报图象，病人的诊断图象等，这些图象只有经过多种复杂处理，才能获得有用信息。用每秒计算一亿次的计算机处理一张遥感照片，粗略处理要花400秒，精细处理则要花三天到一个月。显然，如此大量的处理工作，是人力所不能胜任的。

企业管理是数据处理的一个重要领域。计算机可用于计划统计、成本核算、市场预测、生产管理、图书情报检索、银行管理、办公室自动化等。国外一些银行已采用计算机记帐、算帐。如纽约与东京、巴黎等地间支付一笔帐目，一分钟内即可办完。

3. 过程控制

计算机在五十年代初期就开始应用于过程控制。在要求高灵敏度、高精度的现代化武器系统和宇宙飞行系统的自动控制中，计算机具有举足轻重的地位。在生产过程、交通管理中，应用计算机可以实行实时自动控制，从而提高生产率。如国外某个年产五百万吨的钢铁厂，原需职工一万五千名，采用计算机自动控制

生产过程后，只需几百人了。一台带钢热轧机，用计算机控制，
已可为人工控制的一百倍，而且质量显著提高。

4. 其它

计算机辅助设计。这是将计算机用于工程设计之中，利用计算机部分代替人工进行飞机、机械、电子、建筑等设计。以飞机设计为例，过去从制定方案到设计出全套图纸，要用两年半到三年的时间；采用计算机辅助设计后，只需三个月就可完成。现代工业产品的迅速更新换代是以改进设计为前提的，所以，计算机辅助设计是尖端产品的设计和企业保持技术优势所必不可少的。计算机辅助设计缩写为 CAD，现代计算机在工业中的辅助应用已扩展到测试和制造过程中，实现了计算机辅助测试(CAT)和计算机辅助制造(CAM)。这些计算机辅助过程融为一体，形成计算机辅助工程(CAE)的新概念，使得工程项目的全过程(包括管理在内)都统一置于计算机辅助之下而面貌一新。

人工智能。这是计算机应用研究最前沿的学科。人工智能是研究用计算机的软硬件系统模拟人类某些智能行为，如感知、推理、学习、理解等的理论和技术。也就是要提高计算机的智力水平。人工智能的研究领域包括：模式识别、景物分析、自然语言理解、博弈、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、机器人等。

1.2 计算机中数的表示

一、数制的概念

计算机的运算对象中最基本和最重要的一种就是数。那么，数在计算机中是如何表示的呢？

我们最习惯和最熟悉的数的表示法是十进制表示，也就是用十个不同的数字 0、1、2、…、9 的组合来表示一个数。低位向高位进位的规则是“逢十进一”。

在一种进位制中，表示一个数可以使用的符号数目称为这种进位制的基数。在十进制中基数是 10。任何一个十进制数可以用多项式形式表示如下：

$$N = K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 \\ + K_{-1} \times 10^{-1} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

例如， $13.25 = 1 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$

在日常生活中也有不用十进制的。例如，一分钟等于六十秒，一年等于十二个月，它们相应使用六十进制，十二进制。

二、数的二进制表示

在计算机中数是用二进制表示的，也就是只有两个数字“0”和“1”，基数是 2，由低位向高位进位的规则是“逢二进一”。任何一个二进制数也可以用多项式形式表示如下：

$$N = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 \\ + K_{-1} \times 2^{-1} + \dots + K_{-m} \times 2^{-m}$$

例如， $(101.01)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

可见，二进制数也同样可带小数点。

计算机为什么要采用二进制表示法呢？因为二进制比十进制有一系列的优点。

第一，在计算机中二进制数容易表示。二进制数只有 0、1 两种数字，只要找到具有两种稳定状态的元件就能用来表示二进制数。例如，电灯的亮和灭，晶体管的导通和截止，开关的开和关等。反之，要找到具有十种稳定状态的元件来表示十进制数就困难得多。

第二，二进制数的运算简单。二进制的运算规则比十进制少得多。

1. 加法

加法的规则是： $0 + 0 = 0$ $0 + 1 = 1$ $1 + 0 = 1$
 $1 + 1 = 10$

例如：

$$\begin{array}{r} 101.01 \\ +) 110.11 \\ \hline 1100.00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 111.11 \\ +) 1000.01 \\ \hline 10000.00 \end{array}$$

2. 减法

减法的规则是： $0 - 0 = 0$ $0 - 1 = 1$ (借位)
 $1 - 0 = 1$ $1 - 1 = 0$

例如：

$$\begin{array}{r} 1100.00 \\ -) 110.11 \\ \hline 101.01 \end{array}$$

3. 乘法

乘法的规则是： $0 \times 0 = 0$ $0 \times 1 = 0$ $1 \times 0 = 0$
 $1 \times 1 = 1$

例如：

$$\begin{array}{r} 101.01 \\ \times) 101 \\ \hline 10101 \\ 10101 \\ \hline 1101.001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1101.1 \\ \times) 0.1101 \\ \hline 11011 \\ 11011 \\ \hline 11011 \\ 10101.1111 \end{array}$$