

# C语言程序设计

史忠植 编著

北京出版社

微型计算机应用技术知识

# C 语 言 程 序 设 计

史忠植 编著

北 京 出 版 社

# C 语言程序设计

Sei yuyan Chengxu sheji

史忠植 编著

北京出版社

(北京北三环中路5号)

新华书店北京发行所发行

马池口印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开本 9.625印张 270,000字

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

印数:1—5,500

书号: 15071.80 定价: 1.50元

ISBN 7-200-00040-X/TP·2

《微型计算机应用技术知识》丛书编委会

主 编 柳维长

副主编 林定基 朱家维

编 委 (按姓氏笔划为序)

王亚民 刘兆隆 朱锡纯 周明德 房景蕤

费声华 钱圣已 唐 芒 葛迺康 潘孝梅

秘 书 郭超美

## 出版说明

随着科学技术的不断发展，微型计算机的应用已逐步深入到国民经济的各个领域。为了使广大工程技术人员和有关管理干部能较快地了解并掌握微型计算机的基本知识和应用技术，我们编辑出版了这套《微型计算机应用技术知识》丛书。这套丛书主要包括：微型计算机系统、接口技术、操作系统、汇编程序设计、几种常用的高级语言程序设计、实用数值方法、数据库、汉字系统、计算机图形学及其应用、局部网络以及计算机辅助设计等。在内容选材方面，努力体现科学性、实用性、普及性和先进性等特点；在编写上，力求深入浅出，通俗易懂。这套丛书具有较完整的系统性，其中的每一单册又具有相对独立性。它不仅适合具有中专或大专文化水平的广大工程技术人员和管理干部自学参考，而且可作为中专或大专院校一般专业以及各种微型计算机培训班的教材。

# 前 言

C语言是一种通用的程序设计语言，它具有丰富的运算符和表达式，以及先进的控制结构和数据结构。C语言的表达能力强，编译的目标质量高，语言简单灵活，易于实现。

C语言是 **Dennis Ritchie** 于 1972 年设计并实现的。因为 C 语言是在 **UNIX** 操作系统上研制的，而且 **UNIX** 系统及其软件又是用 C 语言书写的，所以，它与 **UNIX** 操作系统紧密地联系在一起。但是，C 语言并没有被束缚在任何特定的硬件或操作系统上，用 C 语言编写的程序很容易移植，它具有“可移植的汇编语言”的特点。

目前，电子计算机的发展，特别是微型计算机发展很快，应用也愈来愈广。由于办公自动化、企业事业管理、工业自动控制、科学研究等多方面的需要，亟待开发各种管理信息系统、分布式处理系统、知识信息处理系统、图形处理系统，而用 C 语言来作各种系统的程序设计则是非常方便的。因此，C 语言已成为当今最流行的程序设计语言之一。

本书分十二章，分别介绍 C 语言程序设计的基本概念，C 语言的各种功能特性（如表达式、控制结构、函数、指针和数据结构等），并重点介绍 **UNIX** 环境下支持 C 语言的一些系统调用，C 语言预编译的功能，C 语言程序设计的一般方法，大型程序设计的技术，以及并发 C 语言的研究等。全

书的内容不仅可以帮助读者学习如何用C语言编写程序，而且可以学习大型程序设计的方法和技术。为了便于初学者学习，书中还提供了大量程序设计的实例，并在每章末附有习题。读者在阅读本书的同时，要上机实习，通过模仿逐步领会C程序设计的特点，掌握C程序设计的风格。

本书承蒙中国科学院软件研究所副研究员程虎同志审阅，谨此表示感谢。

作 者

一九八五年四月于北京

# 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 第一章 C程序设计概念.....       | ( 1 )  |
| 1.1 程序 .....           | ( 1 )  |
| 1.2 程序设计语言 .....       | ( 2 )  |
| 1.3 C语言的发展历史 .....     | ( 6 )  |
| 1.4 C语言的基本元素 .....     | ( 8 )  |
| 1.5 C语言程序结构 .....      | ( 18 ) |
| 1.6 C程序的编译和运行 .....    | ( 24 ) |
| 习题.....                | ( 31 ) |
| 第二章 表达式和运算符.....       | ( 33 ) |
| 2.1 赋值表达式与初等表达式 .....  | ( 33 ) |
| 2.2 单目表达式与单目运算符 .....  | ( 36 ) |
| 2.3 算术运算符 .....        | ( 40 ) |
| 2.4 关系和逻辑运算符 .....     | ( 41 ) |
| 2.5 字位逻辑运算符 .....      | ( 43 ) |
| 2.6 赋值运算符 .....        | ( 45 ) |
| 2.7 条件表达式与三目运算符 .....  | ( 47 ) |
| 2.8 运算符的优先级和运算顺序 ..... | ( 48 ) |
| 2.9 类型转换 .....         | ( 51 ) |
| 习题.....                | ( 55 ) |
| 第三章 语句.....            | ( 57 ) |

|     |                 |         |
|-----|-----------------|---------|
| 3.1 | 复合语句和分程序 .....  | ( 58 )  |
| 3.2 | 条件语句 .....      | ( 59 )  |
| 3.3 | 开关语句 .....      | ( 66 )  |
| 3.4 | 循环语句 .....      | ( 68 )  |
| 3.5 | 间断语句 .....      | ( 77 )  |
| 3.6 | 接续语句 .....      | ( 79 )  |
| 3.7 | 转向语句 .....      | ( 83 )  |
| 3.8 | 返回语句 .....      | ( 84 )  |
|     | 习题 .....        | ( 84 )  |
| 第四章 | 函数 .....        | ( 87 )  |
| 4.1 | 函数结构 .....      | ( 87 )  |
| 4.2 | 函数参数 .....      | ( 91 )  |
| 4.3 | 函数类型和函数说明 ..... | ( 94 )  |
| 4.4 | 变量说明 .....      | ( 98 )  |
| 4.5 | 作用域规则 .....     | ( 110 ) |
| 4.6 | 递归 .....        | ( 115 ) |
|     | 习题 .....        | ( 123 ) |
| 第五章 | 指针 .....        | ( 125 ) |
| 5.1 | 指针的概念 .....     | ( 125 ) |
| 5.2 | 指针参数 .....      | ( 128 ) |
| 5.3 | 指针和数组 .....     | ( 131 ) |
| 5.4 | 指针运算 .....      | ( 136 ) |
| 5.5 | 指针数组 .....      | ( 139 ) |
| 5.6 | 命令行参数 .....     | ( 143 ) |
| 5.7 | 指向函数的指针 .....   | ( 147 ) |
|     | 习题 .....        | ( 150 ) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第六章 数组、结构和联合       | (152) |
| 6.1 一维数组           | (152) |
| 6.2 字符数组           | (155) |
| 6.3 多维数组           | (157) |
| 6.4 结构             | (160) |
| 6.5 结构数组           | (165) |
| 6.6 指向结构的指针        | (171) |
| 6.7 引用自身的结构        | (174) |
| 6.8 联合             | (180) |
| 习题                 | (182) |
| 第七章 输入和输出          | (184) |
| 7.1 标准输入和输出        | (184) |
| 7.2 按格式输出          | (186) |
| 7.3 按格式输入          | (191) |
| 7.4 内存中的格式转换       | (195) |
| 7.5 文件的存取          | (196) |
| 7.6 错误处理和出口        | (199) |
| 7.7 成行的输入和输出       | (201) |
| 习题                 | (203) |
| 第八章 UNIX 文件系统      | (204) |
| 8.1 概述             | (204) |
| 8.2 文件的读写          | (206) |
| 8.3 文件的打开、建立、关闭和删除 | (208) |
| 8.4 文件的随机存取        | (212) |
| 习题                 | (213) |
| 第九章 C 语言预处理程序      | (214) |

|      |                         |       |
|------|-------------------------|-------|
| 9.1  | 包含文件 .....              | (214) |
| 9.2  | 宏替换 .....               | (217) |
| 9.3  | 条件编译与行控制 .....          | (218) |
|      | 习题 .....                | (220) |
| 第十章  | C 程序设计 .....            | (221) |
| 10.1 | 程序设计流程图 .....           | (221) |
| 10.2 | 列表打印程序 .....            | (224) |
| 10.3 | 存储分配程序 .....            | (230) |
| 10.4 | 字典查找程序 .....            | (235) |
| 第十一章 | 高级 C 程序设计 .....         | (240) |
| 11.1 | 分叉 .....                | (240) |
| 11.2 | 程序的执行 .....             | (241) |
| 11.3 | 进程的同步 .....             | (243) |
| 11.4 | 管道通信 .....              | (244) |
| 11.5 | 编译程序的工具——YACC .....     | (252) |
| 第十二章 | 并发 C 语言 .....           | (259) |
| 12.1 | 程序的结构 .....             | (260) |
| 12.2 | 进程 .....                | (260) |
| 12.3 | 公共变量 .....              | (261) |
| 12.4 | 信息传送式的通讯方式 .....        | (262) |
| 12.5 | 公共变量式的通讯方式 .....        | (265) |
| 附录 A | C 语言的巴科斯范式(BNF)描述 ..... | (268) |
| 附录 B | C 语言语法图 .....           | (279) |
|      | 参考文献 .....              | (296) |

# 第一章 C 程序设计概念

## 1.1 程 序

目前，我们正处在一个科学技术飞跃发展的时代。而计算机的广泛应用，则是这个时代的重要标志。近年来，计算机在我国得到迅速的推广和应用，在科学计算、数据处理、过程控制等方面，取得了一定效益。

计算机的诞生，是科学发展史上的一个重要里程碑，它实现了人类一部分脑力劳动的自动化，扩展了人类的认识能力，丰富了人类的精神财富。计算机是一种精确地遵循指定的规则去执行计算过程的自动装置。计算机功能强，应用范围广，它不仅可以理解和执行一些基本指令，而且还能执行由许多个基本指令组合而成的特别长的指令序列。这样的指令序列就称为程序。

程序与数据都是以二进制数的形式存放在计算机的存储器中，但二者又有所不同：

第一，程序的实现过程是指令逐条实现的过程，这些指令的顺序一般不能颠倒；而数据则是按指令需要随机存取的，它们之间不一定是有序的。

第二，计算机在执行一个程序时，一般是按地址顺序逐条把指令取出，必须连续存放在一起；而数据则既可集中存

放，也可分散存放。

第三，指令的操作对象（即操作数据是由指令中的地址给出；而一条指令的地址是指一条指令在主存储器中存放的单元地址，它在指令中并未标明。

程序设计，是确定解题方式，设计程序流程图，使问题内容或解题计划变为计算机能够接受的指令或语句序列。确定解题方式包括找出一个算法，它能提供从输入到输出所需的映象。程序流程图是采用框图来表示计算过程，它是一种易于理解的表示程序步骤的图式，可以帮助我们有效而正确地编写程序。

编写程序，就是采用机器代码或高级程序设计语言将计算过程编成适合于所用机器特点的程序。一个程序的质量常可根据下列因素进行评价：（1）正确执行规定的功能；（2）程序执行时间要短；（3）程序所占空间要小；（4）程序的可靠性；（5）程序的可读性；（6）程序的可移植性；（7）程序的模块结构；（8）程序的可扩充性。

## 1.2 程序设计语言

人类日常用来交流思想的语言称为自然语言，如汉语、英语、俄语、日语等。计算机一般不能理解这些语言。到目前为止，可用于计算机程序设计的语言有三类，即机器代码语言、汇编语言和高级语言。

### （一）机器代码语言

机器代码语言实质上就是用二进制表示的机器指令。由于这种代码可以直接为计算机所接受，因此使用时不必经过

翻译。机器代码语言的优点是效率高，执行的速度快。但是，采用机器代码编制程序，要求程序员熟练地记忆所有机器指令的二进制代码、数据单元地址和指令地址。这样，不但非常繁琐易于出错，而且工作量很大。此外，由于写出来的程序不直观，可读性很差，给程序的检查和分析也带来很大困难。因此，人们探求用更接近自然语言的语言来书写程序，而让机器先把它翻译成机器代码，再由中央处理机（CPU）执行。这样的语言就是程序设计语言。

程序设计语言可以构造一台理想的、假设的计算机。这种机器的设计，不受当前技术的限制，而只是依据人们表达思想的习惯和能力。在这种情况下，我们把原来的机器称为硬件，用 A 表示；而把理想化的机器用 B 表示。机器 A 的使用既不方便，又无把握；机器 B 适合于人们的需要，但仅是纸上谈兵。这两者之间可以通过编译程序联系起来。编译程序是软件系统，用 C 表示。当 C 由现有的计算机 A 执行时，C 就使得 A 把理想机器 B 的程序翻译成为机器 A 的程序。这样，使用编译程序 C，程序员就不必考虑所用的计算机 A 所特有的详细特征。在一个硬——软件结合的系统中，程序 P 的加工可分为两步：（1）编译程序 C 把用程序设计语言 B 书写的程序 P 翻译成用机器代码语言 A 表示的程序；（2）执行已翻译的程序，得到计算结果。

## （二）汇编语言

汇编语言又称为符号语言，它是用符号来表示机器代码的，是一种面向机器的程序设计语言。在汇编语言中，语句一般采用下列格式：

标号：[前置指令]、助记符、[操作数]；[注释]标号在 31 个字符以内，为了阅读方便可以任意加空白和连接线。方括号表示可选用的项目。前置指令包括段修改前缀、总线闭锁及重复前缀等，它用来规定该指令后面的操作。例如：

```
BDATO      DB      48
BDATI      DB      57
          ⋮
MOV  AL, BDATO
MUL      BDATI
```

汇编语言与机器代码语言基本上是一一对应的关系，是一种接近机器代码语言的低级语言，因此使用起来仍然不方便，而且可移植性差。

### （三）高级语言

高级语言是一种能对机器所接受而更接近自然语言的程序设计语言。在五十年代末至六十年代初，这种语言如雨后春笋般地出现。至今，高级语言的种类约有数百种。但常见的高级语言有 BASIC、ALGOL、FORTRAN、PASCAL、COBOL 和 C 等。

#### 1. BASIC

BASIC 是一种易于学习的语言，原来是为教学而设计的。但它现在已超出教学的应用范围，成为流行的初学者语言。这种语言具有人机对话功能，便于修改和调试，是一种会话语言。

#### 2. ALGOL

ALGOL 是 ALGORITHMIC LANGUAGE 的缩写，

译作算法语言。ALGOL 60 的诞生，是计算机语言的研究成为一门科学的标志，它的分程序结构、变量的类型说明、作用域规则、过程的递归性以及参数传递机制等概念，对六十年代计算机的语言的研究影响很大。ALGOL 68 是“可扩充语言”，它提供一组语言核心和一组扩充工具。ALGOL 语言适用于表达解题步骤，与普通数学表达式很接近。

### 3. FORTRAN

FORTRAN 是第一个广泛使用的高级语言。它的设计者 Backus 在 1977 年获得了图林奖。FORTRAN 主要用于科学计算，允许用数学形式的语言来书写程序。

### 4. COBOL

COBOL 是一种面向商业的通用高级语言，它适用于商业及数据处理。大多数网状模型的数据库系统，都采用 COBOL 作为宿主语言。使用这种语言，可以使商业数据处理过程用标准的形式精确地予以表达。

### 5. PASCAL

PASCAL 具有“简单、有效、可靠”等特点，目前已成为流行语言之一。它可用于教学和科学计算，并能用来编写系统程序。

### 6. C

C 语言是一种适合于系统程序设计的语言，它具有以下特点：

(1) 通用性。C 语言的适用范围可从 8 位微型机到目前世界上最快的计算机 Cray-1；它既可用于写操作系统、编译程序、数据库管理系统等系统软件，也可用来写各种应用软件。

(2) 可移植性。程序员可以很容易地把用 C 语言书写的程序从一种计算机或操作系统移植到另一种类型上。

(3) 易用性。C 语言容易学习，容易编写。用 C 语言编写的程序清晰、紧凑，有助于模块化，且程序结构好。

(4) 编译程序简便，目标质量高。C 语言的编译程序简单，好写。编译出来的目标质量高，可与汇编程序的目标质量相比。

此外，C 语言考虑到硬件对程序的影响。

C 语言也存在一些不足之处，主要表现在 C 语言文本的某些规定不够严谨。另外，C 语言本身的个别成分设计不太合理，甚至存在漏洞。也有人认为 C 语言是处在高级语言和低级汇编语言之间的一种中级程序设计语言，把 C 语言看作是“可移植的汇编语言”，从而提出了一种可移植的新标准。

目前世界上正在研究 Ada 语言，它是美国国防部主持研制的三军通用程序设计语言，集中反映了七十年代后期程序语言研究的成果。在数据抽象、模块结构、并发控制、例外处理、断言等方面，提出了一整套新概念、新方法，将对八十年代的计算机语言的发展产生重大影响。

### 1.3 C 语言的发展历史

C 语言是一种通用的程序设计语言，它与 UNIX 操作系统紧密地联系在一起。UNIX 系统是通用的、交互式的计算机操作系统。自 1970 年诞生以来，经历了发展、完善和广泛应用的过程。目前，它的应用领域遍及科学研究、教学和商业等各个方面。UNIX 第一版是在 GE 653 机上产生的，