

● 大 / 中 / 专 / 计 / 算 / 机 / 系 / 列 / 教 / 材 / 之 / 五 ●

C 语言 与 程序设计 实用教程

刘竞杰 主 编
谢晓东 副主编

3

中国科学技术大学出版社

C 语言 程序设计

实用教程

第 1 版



清华大学出版社

TP312-63
LJJ/1

* 大、中专计算机系列教材之五 *

C 语言与程序设计实用教程

刘竞杰 主 编
谢晓东 副主编

中国科学技术大学出版社
· 合肥 ·

图书在版编目(CIP)数据

C 语言与程序设计实用教程/刘竞杰 主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,1999.8
ISBN 7-312-01076-8

I. C... II. 刘... III. C 语言-程序设计-教材 N. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 38363 号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.75 字数:493 千

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数:6000 册

ISBN 7-312-01076-8/TP·228 定价:22.00 元

内 容 简 介

本书是大专及其以下各类专业学校、技术学校计算机课程系列教材之五。全书共 12 章,从 C 语言的概念讲起,系统地介绍了 C 数据类型、运算符和表达式、数据的输入输出、语句和控制流、数组、函数、编译预处理、指针、结构联合和枚举类型、文件、C++ 与面向对象程序设计等。本书特点是:内容深入浅出,理论联系实际,突出应用实例,重在 C 语言与其他程序设计语言不同之处的介绍,强调 C 语言的精华所在。本书每章后附有本章小结和一定数量的习题以方便读者自学,提高教学效果,进而达到熟练的程度。

大、中专计算机系列教材编写委员会名单

主 任 唐泽恩

副 主 任 尹良儒 刘长松

委 员 (以姓氏笔画为序)

张桂兰 张 栩 张 玲

杜春敏 苏守宝 周治家

胡允坤 钟维年 琚松苗

田 飞

策划编辑 张善金

* * * * *

本书作者(以姓氏笔画为序)

丁亚涛 王仁贞 刘竞杰

刘怀亮 应 春 徐 玮

黄存东 黄 兵 韩陵宜

谢晓东

JS332/06

序

80年代以来,信息革命的浪潮席卷全球,电子计算机的广泛应用是这场革命的标志和先导。和发达国家相比,我国虽起步稍晚,但来势之猛、发展速度之快、成就之大,举世瞩目。如今,计算机已成为人们进行各种社会活动不可缺少的工具,其应用范围早已超出了传统意义上的“计算”和“控制”范畴,进入了非数值处理乃至社会交往、家庭生活的各个领域,可以毫不夸张地说,凡是一切有人类思维存在的地方,计算机就有它的用武之地。因此,了解计算机科学,掌握计算机技术,已成为社会对人才的基本要求。换言之,学会使用计算机是面向21世纪青年人才所必备的技术技能,也是提高我们伟大民族整体科学技术水平的象征。

在普及计算机知识,推广计算机应用方面,各类计算机图书起到了不可估量的作用。但在琳琅满目的计算机书架上,真正着眼于大专及其以下各类中等专业学校、技术学校以及相关职业学校学生的计算机教材尚显不足。中国科学技术大学出版社和安徽省大、中专计算机教学研究会认真抓了此项工作,组织编写了这套大、中专计算机系列教材,以适应相应层次读者的需要,无疑值得称赞。

呈献给广大读者的这套计算机系列教材,是由多位长期从事大、中专计算机课程教学与研究的老师共同精选精编而成。内容的选取依据国家教委制定的大专、中专计算机课程教学大纲,同时,还参照了国家教委考试中心关于全国计算机等级考试要求,其编写特点是:①内容深入浅出,循序渐进,充分考虑了大专及其以下各类中等专业学校、技术学校的教学实情和初学者的知识结构、层次及其认识特点;②理实交融,既重视基本原理的阐述,又注重方法和技能的介绍与训练;③突出应用,在实用上做文章,书中列有大量的例题和应用实例,既方便读者上机练习,又可达举一反三,触类旁通之目的。此外,书中各章之后均附有适量习题、实验指导和参考程序,方便自学。

有鉴于此,我非常高兴地向工作在电视大学、职工大学、中专学校、技工学校、

职业中学、职工技校和各类相关培训中心教学第一线的教师、学生、各类管理干部、各行各业的计算机操作员、电脑爱好者和初学者推荐这套系列教材。希望这套教材能在推动我国计算机普及应用,培养跨世纪优秀工程应用型人才和现代化管理复合型人才,促进经济发展等方面发挥作用。

陈国良

1999年3月

陈国良教授系中国科学技术大学计算机科学技术系系主任、博士生导师、原国家教委高等学校计算机科学与技术教学指导委员会副主任、安徽高等学校计算机基础课程教学指导委员会副主任、全国高等教育自学考试电子电工与信息类专业指导委员会副主任。——编者

前 言

C 语言是近年来在国内得到迅速推广使用的一种程序设计语言。C 语言功能丰富、表达能力强,使用灵活方便、应用面广、目标程序效率高,可移植性好,既具有高级语言的优点,又具有低级语言的许多特点。因此,C 语言既可以编写功能强的应用软件,又可编写系统软件。

现在,C 语言已不仅为计算机专业人员所使用,而且为越来越多的广大计算机应用人员所接受和喜爱。不少大、中专院校不但在计算机专业开设了 C 语言课程,而且在非计算机专业开设了 C 语言课程。

由于 C 语言牵涉的概念比较复杂,规则繁多,使用灵活,容易出错,不少初学者感到学习困难,本书就是针对大、中专院校学生和其他初学者编写的。

本书的特点是:

(1) 内容深入浅出,理论联系实际,应用实例多,一般在每一语法规则,每一程序设计之后都有相应的例题,难度较大的题目还有分析理解提示。

(2) 本书虽然内容较浅显,但覆盖面较广,力求做到使初学者了解熟悉 C 语言的整个面貌。

(3) 重点内容放在 C 语言与其它一些程序设计语言不同的部分章节(如运算符和指针),强调 C 语言的精华所在。

(4) 除了介绍 C 语言基本内容之外,鉴于面向对象程序设计的发展方向,本书在最后一章简要介绍 C++ 与面向对象程序设计,作为读者进一步学习 C++ 和面向对象程序设计的先导。

(5) 在各章的后面附有由浅入深、形式不同的习题。

本书是集体努力和智慧的结晶,参加编写的作者是一批长期工作在大、中专院校计算机教学、科研第一线的教师。全书共十二章,其中,第一、二章由韩陵宜执笔,第三章由黄存东执笔,第四章由王仁贞执笔,第五章由徐玮执笔,第六章由丁亚涛执笔,第七章由黄兵执笔,第八章、十一章由应春执笔,第九章由刘怀亮执笔,第十章由谢晓东执笔,第十二章由刘竞杰执笔,全书由刘竞杰、谢晓东负责统稿总纂。

本书在编写过程中,得到安徽省大、中专计算机教学研究会的大力支持,该研究会对本书的所有内容进行了全面的审定。中国科学技术大学计算机科学技术系博士生导师陈国良教授审阅了本书,对本书的内容安排提出了许多宝贵的意见,并欣然为本套系列教材作序,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,殷切希望科技、教育界的专家、教授和广大读者指正。

编 者

1999 年 2 月

目 次

序	(I)
前言	(II)
第一章 C 语言概述	(1)
1.1 C 语言的发展过程	(1)
1.2 C 语言的特点	(2)
1.3 C 源程序的结构	(3)
1.4 C 源程序上机调试和运行	(5)
习题一	(9)
第二章 基本数据类型	(11)
2.1 字符集和词汇	(11)
2.2 基本数据类型	(14)
2.3 常量及其数据类型	(16)
2.4 变量及其说明	(19)
2.5 类型转换	(20)
习题二	(23)
第三章 运算符和表达式	(24)
3.1 C 运算符简介	(24)
3.2 算术运算符和算术表达式	(25)
3.3 关系运算符和关系表达式	(27)
3.4 逻辑运算符和逻辑表达式	(28)
3.5 位逻辑运算符	(30)
3.6 移位运算符	(32)
3.7 自增自减运算符	(33)
3.8 赋值运算符和赋值表达式	(35)
3.9 条件运算符	(37)
3.10 逗号运算符与逗号表达式	(39)
3.11 其它运算符	(40)
3.12 优先级和结合性	(41)
3.13 应用举例	(43)

习题三.....	(45)
第四章 数据的输入输出	(48)
4.1 数据输出	(48)
4.2 数据输入	(56)
4.3 字符编码	(62)
4.4 简单程序设计	(64)
习题四.....	(67)
第五章 语句和控制流	(71)
5.1 语句	(71)
5.2 if 语句	(74)
5.3 switch 语句	(80)
5.4 while 语句	(82)
5.5 for 语句.....	(86)
5.6 do-while 语句	(91)
5.7 break,continue 和 goto 语句	(95)
5.8 应用举例	(98)
习题五.....	(102)
第六章 数组	(106)
6.1 数组的定义与引用	(106)
6.2 数组的赋值	(110)
6.3 字符数组和字符串	(115)
6.4 应用举例	(126)
习题六.....	(131)
第七章 函数	(134)
7.1 函数的定义和调用	(134)
7.2 函数的嵌套调用	(138)
7.3 函数的递归调用	(140)
7.4 变量的作用域和存储类型	(142)
7.5 内部函数和外部函数	(149)
习题七.....	(152)
第八章 编译预处理	(155)
8.1 宏定义	(155)
8.2 文件包含	(158)
8.3 条件编译	(159)
习题八.....	(161)
第九章 指针	(162)
9.1 指针与指针变量的概念	(162)
9.2 指针运算	(166)
9.3 指针和函数参数	(170)

9.4 指针和数组	(175)
9.5 字符指针与字符串	(192)
9.6 指针数组和多级指针	(201)
9.7 指针和函数	(207)
9.8 命令行参数	(215)
习题九	(218)
第十章 结构、联合和枚举类型	(222)
10.1 结构的定义	(222)
10.2 指向结构的指针	(226)
10.3 结构成员的指定	(228)
10.4 结构数组	(231)
10.5 结构和函数	(238)
10.6 链表	(241)
10.7 位域	(251)
10.8 联合	(253)
10.9 枚举	(258)
10.10 类型定义符 TYPEDEF	(261)
习题十	(263)
第十一章 文件	(266)
11.1 文件与文件指针	(266)
11.2 文件的打开与关闭	(267)
11.3 文件的读写	(269)
11.4 文件检测函数	(274)
习题十一	(275)
第十二章 C++与面向对象的程序设计	(276)
12.1 C++语言背景知识	(276)
12.2 C++对C的提高	(276)
12.3 C++与面向对象程序设计	(279)
12.4 C++中的对象支持	(280)
附录 A Turbo C 集成开发环境简介	(287)
附录 B BCD 码和常用的 ASCII 码表	(294)
附录 C C(C++)语言关键字及语法提要	(296)
附录 D 常用的 Turbo C 库函数	(300)

第一章 C 语言概述

近年来计算机程序设计语言得到了高度的发展和完善。继 FORTRAN 语言、BASIC 语言、PASCAL 语言等通用计算机程序设计语言之后,C 语言以其独特的优点——简炼、灵活、高效,受到越来越多的用户的欢迎,成为目前世界上广泛流行、最有发展前途的计算机语言之一。C 语言既适合编写系统软件,又可以用于编写应用软件。

本章简要介绍 C 语言的产生、发展,C 源程序的结构特点,以及如何上机调试、运行 C 源程序。

1.1 C 语言的发展过程

在 C 语言出现之前,诸如操作系统等系统软件,主要是用汇编语言编写的。汇编语言是最接近硬件的计算机语言,可直接对硬件进行控制和操作,且执行速度快、效率高,这些特点是开发系统软件所必须的。但汇编语言依赖于计算机硬件,程序的可读性和可移植性较差。因此人们希望能设计出一种既具有汇编语言的优点,又具有高级语言优点的语言工具,经过努力,人们实现了这一愿望。

C 语言的根源可追溯到 60 年代流行的 ALGOL60,它是一种面向问题的程序设计语言,离硬件较远,不适合写系统软件。

1963 年,英国剑桥大学在 ALGOL60 的基础上推出了 CPL(Combined Programming Language)语言,意为“复合程序设计语言”,它较 ALGOL60 接近硬件一些,但规模太大,难以实现。

1967 年,英国剑桥大学的马丁·理查德(Martin Richards)对 CPL 语言作了简化,推出了 BCPL(Basic Combined Programming Language)语言,意为“基本复合程序设计语言”。1970 年,美国贝尔实验室的肯·汤普森(Ken Thompson)又在 BCPL 语言的基础上,进一步简化,使之更接近于硬件,取名为 B 语言(取 BCPL 的第一个字母)。由于 B 语言过于简单,缺乏数据类型、功能有限而未流行。

1972 年,贝尔实验室的丹尼斯·M·瑞奇(Dennis M. Ritchie)和布朗·W·卡尼汉(Brian W. Kernighan)改进了 B 语言,推出了 C 语言(取 BCPL 的第二个字母)。它既保持了 BCPL 与 B 语言精炼、接近硬件等优点,又克服了它们过于简单、数据无类型等缺点,增加了许多程序设计功能。最初的 C 语言只是为描述和实现 UNIX 操作系统而设计的一种语言工具。在 C 语言之前 UNIX 是用汇编语言写的。C 产生后,丹尼斯·M·瑞奇和布朗·W·卡尼汉合作把 90%以上的 UNIX 用 C 作了改写。

后来 C 语言多次被改进,当时主要是在贝尔实验室内部使用,因而并不为人们所注意。

1975年,用C语言编写的UNIX6.0公布后,C语言的突出优点引起了人们的普遍关注。1977年,出现了不依赖具体机器的C编译器,使C能方便地移植到其它各种类型的机器上。从而实现了将UNIX操作系统移植到各种类型的机器上。随着UNIX的广泛使用,C语言也迅速得到推广。1978年以后,C语言已发展成为适用于不同操作系统(如UNIX、MS-DOS等)的通用程序设计语言,表现了强大的生命力。

1983年,美国国家标准化协会(ANSI)制定了C的标准。1987年再次公布了ANSI的C标准,称87 ANSI C。现在市场上流行的各种C语言的编译系统,其基本部分均以ANSI C为标准。

C++是在C语言基础上发展起来的一种面向对象的程序设计语言,目前已成为最受欢迎的新语种之一。

在微型机上广泛使用的C编译系统有Turbo C,Microsoft C,Quick C等,本教材叙述实际使用以Turbo C为主,读者掌握了Turbo C环境下的操作,再学习其它编译器时也会较容易。

1.2 C语言的特点

C语言以其简洁、灵活、表达能力强、可直接对硬件操作、效率高、可移植性好为基本特点,深受用户欢迎。归纳起来,它有以下几个特点:

① C语言是中级程序设计语言。C语言是介于汇编语言和高级语言之间的一种中间型语言,它把高级语言的基本结构和汇编语言的高效率结合起来,既具有高级语言面向用户、可读性强、容易编程和维护等特点,又具有汇编语言面向硬件和系统,可以直接访问硬件的功能。如:允许直接访问物理地址,能进行字、字节、位操作。因此,它既适合编写系统软件,也可以编写应用软件。

② 语言简洁、紧凑,使用方便、灵活。C语言一共只有32个关键字,9个控制语句。表达式简练、灵活、实用。程序书写形式自由。压缩了一切不必要的成份,源程序简洁、可读性强,程序录入工作量小。

③ 是结构化程序设计语言。具有结构化程序的三种基本结构:顺序、选择、循环。用函数作为程序模块以实现程序的模块化。便于采用自顶向下、逐步细化的结构化程序设计方法,是理想的结构化程序设计语言。

④ 具有丰富的数据类型。C的数据类型有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等。能够处理各种复杂的数据结构,如:链表、树、栈等。

⑤ 生成目标代码质量高,程序执行效率高。一般只比汇编程序生成的目标代码效率低10%~20%。

⑥ 程序的可移植性好。C的语句中,没有依赖于硬件的输入、输出语句,其输入、输出功能是通过调用输入、输出函数实现的,而这些函数是独立于C语言的程序模块。因此便于硬件结构不同的计算机之间实现程序的移植,用户编制的程序基本不作修改就能用于各种型号的计算机和各种操作系统。

1.3 C 源程序的结构

我们先看几个最简单的 C 程序。

【例 1.1】 main()

```
{  
    printf("欢迎进入 C 语言世界! \n");  
}
```

本程序编译运行后,输出一行信息: 欢迎进入 C 语言世界!

在上例中,main()为主函数,每一个 C 程序都必须有一个 main()函数。函数体由一对大括号 {} 括起来。主函数体内的 printf()为输出函数,作用为将双引号内的字符串原样输出。“\n”是换行符。即输出“欢迎进入 C 语言世界!”后回车换行。

注意语句最后有一分号(;),分号是 C 语句的必要组成部分。

【例 1.2】 求两数之和。

```
main()  
{  
    int a, b, sum; /* 定义变量 a,b,s“m 为整型变量 */  
    a=126; b=234;  
    sum=a+b;  
    printf("sum is %d\n",sum);  
}
```

程序中 /* */ 为注释,对编译和运行不起作用。注释可以放在程序中的任何位置。第二行定义整型变量 a, b 和 sum。第三行给变量 a, b 赋值,第四行求出 a, b 的和并赋给变量 sum。第五行中“%d”为输入输出“格式字符串”,执行时,此位置上代以变量 sum 的值。因此,本程序运行后,结果为:

sum is 360

【例 1.3】 用函数调用实现两数求和。

```
#include "stdio.h" /* 用预处理指令包含头文件 stdio.h */  
main() /* 主函数 */  
{  
    int a, b; /* 定义实参 */  
    int s;  
    a=3, b=5; /* 给变量 a, b 赋值 */  
    s=sum(a, b); /* 调用 sum 函数,并将返回值赋给 s */  
    printf("sum=%d", s); /* 输出 s 的值 */  
}  
  
int sum(x, y) /* 定义求和函数 sum,函数值为整型 */  
int x, y; /* 定义形参 x, y 为整型 */
```

```

{ int z;                /* 将函数体中用到的变量 z 定义为整型 */
  z=x+y;
  return(z);            /* 返回两数的和值 z */
}

```

运行结果: sum=8

本例中包括两个函数: 主函数 main 和被调用函数 sum。被调函数 sum 的作用是求 x,y 的和, 并赋给变量 z。通过 return 语句将 z 值返回到主函数的调用处。

在主函数 main 中, 首先定义了两个变量 a,b(称为实参), 并赋给具体的值。然后在第七行调用 sum 函数。在调用时将实参 a,b 的值分别传送给 sum 函数中的形参变量 x 和 y。程序转去执行 sum 函数。执行 sum 函数后带回一个返回值(求得的两数之和), 把这个数赋给变量 S。最后输出 S 的值。

读者刚接触 C 程序, 本例中有关函数调用可以暂时不去深究, 在第七章函数部分将会详细介绍。

通过上述例子, 我们可以归纳出 C 程序的结构特点是:

① C 程序由函数构成。一个程序可由一个 main() 函数和若干个其它函数构成。至少应包括一个主函数 main()。函数是 C 程序的基本单位。C 的函数相当于其它高级语言中的子程序。被调用函数可以是库函数(如例中的 printf(), scanf() 函数等)。也可以是用户自己编制的函数。

② 一个 C 程序总是从 main() 函数开始执行, 而不管 main() 函数在程序中的任何位置。

③ 一个函数由函数说明和函数体两部分组成。

其一般形式如下:

```

函数类型说明      函数名(参数表)
参数说明
{
    函数体
}

```

● 函数说明部分: 包括函数名、函数类型说明、函数参数、函数属性(形参)名、形参类型。其中函数类型说明用来定义函数返回值的数据类型, C 程序的基本数据类型有整型(int)、字符型(char)、浮点型(float)等, 没有类型说明的函数隐含为整型。C 中的函数相当于其它高级语言中的子程序。

参数表中的参数称为形参, 当该函数被调用时, 形参将被实参所替换。形参也可以没有, 如: main(), 但函数名后一对()不能省略, 不带参数的函数则无需参数说明。下面是例 1.3 中的函数说明部分:

int	sum	(x,y)
↑	↑	↑ ↑
函数类型	函数名	函数参数
int	x, y;	
↑	↑ ↑	
形参类型	形参	

● 函数体:用一对{...}括起来的部分为函数体,有多个{ }则是指最外层括号括起来的部分。

函数体一般包括:

变量定义部分,如 `int a,b;`

执行语句部分。

④ 分号是 C 语句的组成部分。每个语句和数据定义的最后必须有一个分号(;)。

⑤ C 语言本身没有输入、输出语句。其输入输出操作由标准库函数 `scanf()`,`printf()` 完成。

⑥ C 程序书写格式自由。一个语句可分写在多行上,一行也可以有多个语句。为了使程序容易阅读,一般一个语句占一行。C 程序中没有语句行号,必要时可以在语句前加上一个标记以代替行号。

⑦ C 语言严格区分大小写英文字母。程序一般用小写字母书写,大写字母常用于常量的宏定义以及一些特殊需要。

⑧ 适量加入空格和空行,可增加程序的可读性。但变量名,函数名和 C 语言的保留字中间不能加入空格。

1.4 C 源程序上机调试和运行

1.4.1 C 程序开发的一般步骤

1. 源文件的编辑

选择一种字处理软件编辑源文件,可以选用 MS-DOS 下的编辑器 EDIT 或 EDLIN 等,建议使用 Turbo C 集成开发环境中的“编辑器”编辑 C 源文件。

将一个写好的源文件键入计算机中,检查无误后取一文件名并以 .C 为扩展名存盘。

2. 编译过程

编译是指对源文件词法和语法进行检查和翻译的过程。

系统在编译过程中发现源文件有语法错误,会输出“出错信息”,在显示器上列出错误的位置和错误类别,用户可在编辑程序中重新修改,直至编译通过为止。编译生成的目标代码作为目标文件(.OBJ)存储于文件系统中。

通常一个大的 C 程序可能由多个 C 源文件组成。各个源文件可以分别单独编译。

3. 连接过程

目标程序不能直接运行,必须通过链接程序将目标文件与其它目标文件(如果存在的话)以及库函数连接在一起,形成一个可执行的文件。可执行文件与源文件同名,但是扩展名为 .EXE。

4. 执行过程

可执行文件生成后,可以脱离编译系统而独立存在。在操作系统支持下,只要键入可执行文件名,程序可立即执行。

程序能运行,但不能保证结果一定正确,这可能存在逻辑性错误,逻辑性错误往往难以发现,需要程序员从算法到程序设计的各个环节进行认真的检查、跟踪调试。重复编辑→编译→