全国高等职业教育规划教材

C语言程序设计

芦秀莲 ◎主　编

中央广播电视大学出版社

全国高等职业教育规划教材

C语言程序设计

芦秀莲　主编

中央广播电视大学出版社
北　京

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计 / 芦秀莲主编. —北京：中央广播电视大学出版社，2011.10
全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-304-05259-1

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①芦… Ⅲ. ①C 语言－程序设计－高等职业教育－教材 Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 197880 号

全国高等职业教育规划教材
C 语言程序设计
芦秀莲　主编

出版・发行：中央广播电视大学出版社
电话：营销中心：010-58840200　总编室：010-68182524
网址：http://www.crtvup.com.cn
地址：北京市海淀区西四环中路 45 号
邮编：100039
经销：新华书店北京发行所

策划编辑：苏　醒　　**责任编辑**：冯　欢
印刷：北京雷杰印刷有限公司　　**印数**：0001～3000
版本：2011 年 11 月第 1 版　　2011 年 11 月第 1 次印刷
开本：787×1092　1/16　　**印张**：18　**字数**：271 千字

书号：ISBN 978-7-304-05259-1
定价：33.00 元

（如有缺页或倒装，本社负责退换）

编写人员

主　编：芦秀莲

编　委：（以姓氏笔画为序）

王　溧　韦月稳　吕秋旋　刘建宏

孙　丽　李　燕　李富英　李相君

吴一心　陈　晨　邹　敏　赵世华

郭　勤　秦义宾　曹玉斌　彭　博

覃琼花　覃飞云　蒋振宇　曾少志

蔡洪亮　戴湘黔

内容提要

C语言是目前最流行的程序设计语言之一，具有简洁、紧凑、灵活、实用、高效、可移植性好等优点，深受广大用户欢迎。C语言的数据类型丰富，既可以用来编写系统程序，又可以用来编写应用程序。因此，C语言迅速被推广和普及。

本书通过大量的实例，从计算机语言和程序设计的基本知识、C语言的发展与特点出发，系统地介绍了C语言程序设计中的变量、运算符号、表达式、数据类型、存储类别、语句、函数、指针、位运算和文件等。因此本书将以面向过程的C语言为背景，介绍程序设计的基本概念和基本方法。在本书最后一章，简单介绍了面向对象程序设计的基本方法及流行的面向对象程序设计语言C++和C#。同时，每章都配有精选的练习题，作为对该章内容的巩固和延伸。本书结构简洁明快、重点突出、通俗易懂、逻辑性强；始终以程序设计为主线，注重培养读者程序设计的思维方式和技巧。

本书可作为高职高专高等院校开设“C语言程序设计”课程的教材，也可作为成人教育以及在职人员的培训教材，同时也可供全国计算机等级考试者参考。

目　录

第 6 章　结构体与共用体

第1章 概　述

1.1 程序设计语言

1.1.1 计算机语言

计算机语言是人们描述计算过程（即程序）的规范书写语言。程序是对计算机处理对象和计算规则的描述。语言的基础是一组记号和语法规则。根据语法规则由记号构成记号串的全体就是语言。

人类是使用像英语、汉语这样的自然语言相互交流和表达思想的。人和计算机的交流也要用人和计算机都容易接受和理解的语言，这就是计算机语言。计算机语言是根据计算机的特点而编制的，是计算机能够“理解”的语言。它是有限规则的集合。计算机语言不像自然语言那样包含复杂的语义和语境，而是用语法来表达程序员的思想，所以编写程序时必须严格遵守语法规则。

1.1.2 程序设计语言的发展

计算机是一种具有内部存储能力、由程序自动控制的电子设备。人们将需要计算机做的工作写成一定形式的指令，并把它们存储在计算机的内部存储器中。当人们需要结果时就向计算机发出一条简单的命令，计算机就按指令顺序自动进行操作。人们把这种可以连续执行的一条条指令的集合称为程序。也就是说，程序是计算机指令的序列，编制程序的工作就是为计算机安排指令序列。

程序设计语言伴随着计算机技术的发展层出不穷，从机器语言到高级语言，从面向过程的语言到面向对象的语言。至目前为止，计算机语言的发展大致经历了 5 代。

第一代语言：机器语言，它将计算机指令中的操作码和操作数均以二进制代码形式表示，是计算机能直接识别和执行的语言。它在形式上是由“0”和“1”构成的一串二进制代码。每种计算机都有自己的一套机器指令。机器语言的优点是无需翻译、占用内存少、执行速度快；缺点是随机而异，通用性差，并且因指令和数据都是二进制代码形式，难于阅读和记忆，编码工作量大，难以维护。

第二代语言：汇编语言，是用助记符号来表示机器指令的符号语言。例如，用 ADD 表示加法，用 SUB 表示减法，用变量取代各类地址，这样构成的计算机符号语言称为汇编语言。用汇编语言编写的程序称为汇编语言源程序。这种程序必须经过翻译（称为汇编），变成机器语言程序才能被计算机识别和执行。汇编语言在一定程度上克服了机器语言难于

辨认和记忆的缺点，但对于大多数用户来说，仍然不便于理解和使用。

第三代语言：高级语言，也称为面向过程的语言。高级语言是具有国际标准的，描述形式接近自然语言的计算机语言。它采用了完全符号化的描述形式，用类似自然语言的形式描述对问题的处理过程，用数学表达式的形式描述了对数据的计算过程。常用的计算机高级语言有 Basic、Fortran、Cobol、Pascal 和 C 语言等。由于高级语言只要求人们关心计算机描述问题的求解过程，而不关心计算机的内部结构，所以把高级语言称为面向过程的语言。使用面向过程的语言编程时，编程者的主要精力放在算法过程的设计和描述上。

第四代语言：非过程化语言，是一种功能更强的高级语言。其主要特点是：非过程性，采用图形窗口和人机对话形式，基于数据库和“面向对象”技术，易编程、易理解、易使用、易维护。但是，程序的运行效率和语言的灵活性不如过程化语言高。常用的非过程化语言有 Visual Basic、Java、C++和 Delphi 等。

如果说第三代语言要求人们告诉计算机“怎么做”，那么第四代语言只要求人们告诉计算机“做什么”。

第五代语言：智能化语言，主要使用在人工智能领域，帮助人们编写、推理和演绎程序。

目前，国内外大多数计算机上运行的程序，大多是用第三代或第四代计算机语言编写的。因此，应当熟练地掌握用高级语言编写程序的方法和技巧。

1.2 C 语言程序设计

1.2.1 C 语言的发展史

C 语言是一种面向过程的程序设计语言，其特点是：简单灵活的编程语言、丰富的数据结构和操作符、先进的结构化程序控制、良好的程序可移植性和高效率的目标代码。

C 语言的祖先是 ALGOL60。1963 年，英国的剑桥大学和伦敦大学首先将 ALGOL60 发展成 CPL，1967 年，英国剑桥大学的 Martin Richards 将 CPL 改写成 BCPL，1970 年，美国贝尔实验室的 Ken Thompson 将 BCPL 修改成 B 语言，并用 B 语言开发了第一个高级语言的 UNIX 操作系统。1972 年，Ken Thompson 与在 UNIX 系统上的亲密合作者 Dennis Ritchie 将 B 语言改成了 C 语言。1978 年，Brain W. Kernighan、Ken Thompson 与 Dennis Ritchie 合著了著名的《C 语言编程》（*The C Programming Language*），该书介绍的 C 语言成为后来广泛使用的 C 语言版本的基础。C 语言由于自身的优点，在其后的十几年中得到了广泛的使用，适用于不同机种和不同操作系统的 C 编译系统相继问世。1983 年，美国国家标准局（ANSI）制定了 C 语言标准。这个标准不断完善，并从 1987 年开始实施 ANSI 的标准 C。1988 年，ANSI 公布了标准 ANSI C。

C 语言发展迅速，而且成为最受欢迎的语言之一。许多著名的系统软件，如 UNIX 操作系统等都是由 C 语言编写而成的。由于 C 语言的强大功能和各方面的优点逐渐被人们认

识，到了 20 世纪 80 年代，C 语言开始进入其他操作系统，并很快在各类大、中、小型计算机上得到了广泛的使用，成为当代最优秀的程序设计语言之一。

1.2.2　C 语言的主要特点

一种语言之所以能存在和发展，并具有生命力，总是有其特点的。归纳起来，C 语言主要有以下一些特点：

（1）C 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 种控制语句，而且程序书写形式自由，主要用小写字母表示，压缩了一切不必要的成分。

（2）C 语言是中级语言，同时具备了高级语言和低级语言的特征。它把高级语言的基本结构和语句与低级语言的实用性结合起来。C 语言可以像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作，而这三者是计算机最基本的工作单元。换句话说，C 语言具有汇编语言的强大功能，却没有汇编语言的难度，特别适合做底层开发。既可以用 C 语言来设计芯片，也可以用来编写操作系统，如 UNIX 和 Linux 就是用 C 语言编写出来的。

（3）C 语言是结构化语言，具有结构化的控制语句。结构化语言的显著特点是代码及数据的分隔化，即程序的各个部分除了必要的信息交流外，彼此独立。这种结构化方式可使程序层次清晰，便于使用、维护以及调试。C 语言是以函数形式提供给用户的。这些函数可方便地调用，并具有多种循环、条件语句，控制程序流向，从而使程序完全结构化。

（4）C 语言具有各种各样的数据类型。C 语言支持各种高级语言普遍使用的基本数据类型，并允许用比基本数据类型构造复杂的数据类型。同时，引入了指针概念，可使程序效率更高。此外，C 语言具有强大的图形功能，支持多种显示器和驱动器，而且计算功能、逻辑判断功能也比较强大，可以实现决策目的。

（5）C 语言适用范围大。C 语言的一个突出的优点就是适合于多种操作系统， 如 DOS、UNIX，也适用于多种机型。

（6）C 语言生成目标代码质量高，程序执行效率高。C 语言程序生成的目标代码一般只比汇编程序生成的目标代码效率低 10%～20%。

上面只介绍了 C 语言最容易理解的一般特点，C 语言内部的其他特点在后面各章将会作以详细介绍。

1.3　C 程序的基本结构

C 程序的基本结构是指一个 C 程序的基本组成部分。本节将通过程序实例来说明 C 程序的基本结构。

1.3.1　C 程序的实例

首先通过一个简单的 C 程序实例来说明 C 语言源程序结构的特点和书写格式。

【例 1.1】

```
    void main()
    {
  printf ("Hello, world! \n"); /*输出 Hello Human! */
    }
```

这个程序的功能是输出下面一行信息：

Hello，world!

上述程序中：

（1）main 是主函数的函数名，表示它是一个主函数。每一个 C 源程序都必须有且只有一个主函数 main。

（2）函数体由大括号{}括起来。上面例子中的程序体只有一个 printf 输出语句。printf 是 C 语言中的输出函数，其功能是把要输出的内容送到显示器中进行显示。语句中的双引号用来显示一个字符串，双引号内的字符串将按原样输出；“\n”是换行符，即在输出“Hello，world!”后回车换行。

下面再看一个相对复杂的 C 程序。

【例 1.2】

```
#include<math.h>                          /* include 为文件包含命令 */
#include<stdio.h>
main()                                     /* 主函数 */
{
double x, y;                               /*定义变量 */
      printf ("input number: \n");         /*输出字符串“inputnumber:” */
      scanf ("%lf", &x);                   /* 输入变量 x 的值 */
      y=cos (x);                           /* 求 x 的余弦，并把它赋给变量 y */
      /*显示程序运算结果，即显示 x 和 y 的值 */
printf ("cosine of %lf is %lf\n", x, y);
   }
```

这个程序的功能是求从键盘上输入一个数 x 的余弦值，然后输出结果。

上述程序中：

（1）/*……*/表示注释部分，为便于理解，通常用汉字表示注释，当然也可以用英文或汉语拼音作注释。注释只是给人看的，对编译和运行不起作用。注释可以加在程序中的任何位置。

（2）在 main()之前的两行语句称为预处理命令。关于预处理命令在后面的章节中会详细讲解。预处理命令还有其他几种，这里的 include 称为文件包含命令，其意义是把尖括号<>或引号（""）内指定的文件包含到本程序来，成为本程序的一部分。被包含的文件通常是由系统提供的，其扩展名为.h，因此也称为头文件或首部文件。

（3）在本例中，使用了三个库函数：输入函数 scanf、余弦函数 cos 和输出函数 printf。cos 函数是数学函数，其头文件为 math.h 文件，因此，在程序的主函数前用 include 命令包含了 math.h。scanf 和 printf 是标准输入/输出函数，其头文件为 stdio.h，在主函数前也用 include 命令包含了 stdio.h 文件。C 语言的头文件中包括了各个标准库函数的函数原型。因此，凡是在程序中调用一个库函数时，都必须包含该函数原型所在的头文件。

C 语言规定对 scanf 和 printf 这两个函数可以省去对其头文件的包含命令。所以在本例中也可以删去第二行的包含命令：#include<stdio.h>。在例 1.1 中使用的 printf 函数，就省略了包含命令#include<stdio.h>。

（4）在例题中的主函数体又分为两部分：说明部分和执行部分。

① 说明部分完成变量的类型说明。C 语言规定，源程序中所有用到的变量都必须先说明、后使用，否则将会出错。这一点是编译型高级程序设计语言的一个特点。例 1.1 中未使用任何变量，因此无说明部分。说明部分是 C 源程序结构中很重要的组成部分。例 1.2 中使用了两个变量 x，y，用来表示输入的自变量和 cos 函数值。由于 cos 函数要求这两个量必须是双精度浮点型，故用类型说明符 double 来说明这两个变量。说明部分后的四行语句为执行部分或称为执行语句部分，用以完成程序的功能。

② 执行部分的第一行是输出语句，调用 printf 函数在显示器上输出提示字符串，提示用户输入自变量 x 的值。第二行为输入语句，调用 scanf 函数，接受键盘上输入的数并存入变量 x 中。第三行是调用 cos 函数并把函数值送到变量 y 中。第四行是用 printf 函数输出变量 y 的值，即 x 的余弦值。到此程序全部结束。

1.3.2　输入/输出函数的简单介绍

输入是将原始数据通过输入设备送入计算机，输出是将保存在内存中的计算结果送到输出设备上。为完成此操作，C 编译系统提供了输入/输出函数。其中，常用的是格式输入函数 scanf 和格式输出函数 printf。为了方便以后的学习，本节对这两个函数作一简单的介绍，详细的介绍见后面的章节内容。

1. 格式输入函数 scanf

格式输入函数 scanf 的功能是按指定的格式输入数据，其一般的调用格式为

```
scanf（"格式控制字符串"，参数表）;
```

其中，printf 是函数名，其后括号中的内容为该函数的参数：格式控制字符串用双引号括起来，用来规定输入格式，其用法和 printf 函数中规定的相同；参数表中至少包含一个输入项，且必须是变量的地址，多个输入项之间用逗号隔开。例如，语句 scanf（"%d%d"，&a，&b）；用来接收从键盘输入的两个十进制整数，并分别存放在变量 a 和 b 中。

2. 格式输出函数 printf

格式输出函数 printf 的功能是按指定的格式输出数据，其一般的调用格式为

```
printf（"格式控制字符串"，参数表）;
```

其中，printf 是函数名，其后括号中的内容为该函数的参数：格式控制字符串用双引号括起来，用来规定输出格式，如%f 用来输出实数，%c 用来输出字符；参数表中包含零个或多个输出项，这些输出项可以是实数、变量或表达式，多个输出项之间用逗号隔开。例如，语句 printf（"%d，%d"，a，b）；用来按十进制整数形式输出变量 a 和 b。

提示	变量地址的表示形式是在变量名前加上一个“&”。

1.3.3 C 程序的基本结构

函数是 C 程序的基本结构，一个 C 程序由一个或多个函数组成，一个 C 函数由若干条 C 语句构成，一条 C 语句由若干个基本单词组成。

C 函数是完成某个整体功能的最小单位，是相对独立的模块。简单的 C 程序可能只有一个主函数，复杂的 C 程序则可能包含一个主函数和任意多个其他函数。所有 C 函数的结构都包括三部分：函数名、形式参数和函数体。如图 1-1 所示为 C 程序的一般格式。

```
包含文件
  子函数类型说明
  全局变量定义
main()
 { 局部变量定义
  语句序列 }
 sub1(形式参数表)
{ 局部变量定义
  语句序列}
 sub2（形式参数表）
 { 局部变量定义
  语句序列}
  ……
 subn(形式参数表)
 { 局部变量定义
  语句序列}
```

图 1-1 C 程序的一般格式

其中，main 为主函数名，sub1()到 subn()为子函数名。在 C 程序中，主函数名字是固定的，其他的函数名则可以根据标识符的命名方法任意取名；形式参数是函数调用时进行数据传递的主要途径，当形式参数表中有多个参数数，相互之间用逗号隔开。有的函数可能没有形式参数；花括号{}扩起来的部分为函数体，用来描述函数的功能，一般函数体由局部变量定义和完成本函数功能的语句序列组成。程序在执行时，无论各个函数的书写位置如何，总是先执行 main 函数，再由 main 函数调用其他函数，最终终止于 main 函数。

1.3.4 C 语言的词汇

在C语言中使用的词汇分为 6 类：标识符、关键字、运算符、分隔符、常量、注释符。