普通高等教育“十一五”国家级规划教材　计算机系列教材

C程序设计

孙连科　许薇薇　编著

清华大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材　计

孙连科 许薇薇　编著

C程序设计

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

C语言是目前较好的学习程序设计的语言，C程序设计课程是程序设计的重要基础课，是培养学生程序设计能力的重要课程之一。因此，学好C语言程序设计课程，对掌握基本编程方法、培养基本编程素质具有重要意义。

本书是作者多年来在讲授C语言程序设计的基础上，总结多年的教学经验，针对高等院校的学生整理而成的。书中全面地介绍了C语言的基本概念、数据类型、语句及结构特点。系统地讲述了C语言程序设计的基本方法和技巧。

本书采取循序渐进的内容安排方式，通俗易懂的讲解方法，并辅以大量的例题；讲述力求理论联系实际、深入浅出；注重培养读者的程序设计能力及良好的程序设计风格和习惯；注重实践环节，每章最后精选了较多的习题。

本书可作为普通高等学校计算机专业和非计算机专业C语言程序设计课程的本、专科教材(可以根据本科、专科教学要求的不同进行适当取舍)，也可供计算机培训班或其他自学者使用。

图书在版编目(CIP)数据

C程序设计/孙连科等编著. —北京：清华大学出版社，2013.1
(计算机系列教材)
ISBN 978-7-302-31232-1

Ⅰ. ①C…　Ⅱ. ①孙…　Ⅲ. ①C语言－程序设计－高等学校－教材　Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第002237号

责任编辑：付弘宇　薛　阳
封面设计：常雪影
责任校对：梁　毅
责任印制：王静怡

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦A座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载：http://www.tup.com.cn，010-62795954
印 刷 者：北京富博印刷有限公司
装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张**：18.25　　**字　数**：458千字
版　　次：2013年3月第1版　　**印　次**：2013年3月第1次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：29.80元

产品编号：049859-01

前言

FOREWORD

C语言是国内外广泛推广使用的结构化程序设计语言。它功能丰富、表达能力强、使用方便灵活、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语言既可用于开发系统软件，也可用于开发应用软件，应用面很广，许多大型的软件都是采用C语言开发的。目前，多数高等院校不仅计算机专业开设C语言这门课程，非计算机专业也开设了这门课程。同时，许多学生都选择C语言作为参加全国计算机等级考试(二级)的考试科目。本书全面介绍了C语言的概念、特性和结构化程序设计方法，具体特点如下：

(1) 教材内容经过精心组织，体系合理、结构严谨，全面讲授C语言程序设计的基本思想、方法和解决实际问题的技巧。

(2) C语言的概念比较复杂，规则较多，使用灵活，容易出错，不少初学者感到困难。教材内容组织形式由浅入深、循序渐进，以便于学生学习，并有利于提高学生的程序设计能力。

(3) 内容丰富，注重实践；突出重点，分散难点。本书的宗旨在于进一步巩固学生对基本知识的理解和掌握，提高学生的逻辑分析、抽象思维和程序设计能力，培养学生用计算机编程解决实际问题的能力。

(4) 对所介绍的内容都配有典型的实例，所有实例均在Visual C++ 6.0环境下上机调试并通过，便于教师在上课时演示。同时，每章最后都设有精心挑选的多种类型的习题，以帮助读者通过练习进一步理解和巩固所学的内容。

本书共分12章，全面介绍在Visual C++ 6.0环境下C语言的主要内容。第1章C语言概述，主要介绍C语言的由来、特点，通过实例说明C语言程序的基本结构、源程序的书写风格以及C语言程序的运行过程，还对在Visual C++ 6.0环境下如何运行C语言程序进行介绍。第2章数据类型、运算符与表达式，主要介绍C语言的基本数据类型、常量和变量，基本运算符与表达式。第3章顺序结构程序设计，主要介绍C语言语句分类、数据的输入输出、输入输出函数的调用。第4章选择结构程序设计，主要介绍关系运算符和关系表达式、逻辑运算符与逻辑表达式以及选择结构程序设计的思想和基本语句。第5章循环结构程序设计，主要介绍循环结构程序设计的思想、基本语句并通过程序实例阐明循环结构程序的具体应用。第6章函数与编译预处理，主要介绍函数的概念、函数定义与声明的基本方法、函数的传值调用、函数的嵌套调用和递归调用、变量的存储类别以及内部函数、外部函数、宏定义、文件包含和条件编译等。第7章数组，主要介绍数组的概念、一维数组和二维数组的定义及初始化、字符数组与字符串的概念以及常用的字符串处理函数，数组作为函数参

数的方法，并通过程序实例阐明数组的具体应用。第 8 章指针，主要介绍指针的概念、指针变量的定义与初始化、指针与数组、指针与字符串、指针与函数、指针数组等，通过程序实例阐明指针的具体应用。第 9 章结构体和共用体，主要介绍结构体、共用体、枚举类型、链表的概念及链表的基本操作。第 10 章位运算，介绍位运算符及位运算规则、位段的概念。第 11 章文件，主要介绍文件的概念、文件的打开与关闭、文件的定位、文件的读写等，并给出文件基本操作的实例。第 12 章 C 语言综合应用程序实例，列举一个用 C 语言编写学生成绩管理系统的实例，使学生进一步掌握 C 语言对文件和链表的基本操作。

本书由孙连科和许薇薇共同编写。其中，第 1～6 章由孙连科编写，第 7～12 章由许薇薇编写。

在本书的编写过程中，编者广泛参阅、借鉴和吸收了国内外 C 语言程序设计方面的相关教材和资料，并吸取了这些书的优点，在此谨向这些教材和资料的作者致以诚挚的感谢。

随着计算机技术的发展和应用的普及，在高等院校对计算机的教育也在不断发展，新的教育教学体系和思想也在探索中，加之编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者和专家批评指正，以便下次修订时更正。

编 者

2012 年 9 月

目 录

CONTENTS

第 1 章　C 语言概述

教学目标：

了解程序与程序设计的基础知识，了解 C 语言程序的基本结构，掌握 C 语言程序的上机步骤。

本章要点：

- C 语言的特点
- C 语言程序的基本结构
- C 语言的程序设计步骤
- C 语言程序的上机步骤

1.1　程序与程序设计语言

1.1.1　程序

程序是指可以被计算机连续执行的一条条指令的集合，也可以说是人与机器进行“对话”的语言。

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，当人为地给出命令之后，这些指令就被计算机按指令操作顺序自动运行，这样程序就被执行了。

1.1.2　程序设计

程序设计就是用程序设计语言编写程序的过程。

广义上说，程序设计是用计算机解决一个实际应用问题时的整个处理过程，包括提出问题、确定数据结构、确定算法、编程、调试程序及书写文档等一系列的过程。

1.1.3　程序设计语言

人们利用计算机解决实际问题，一般要编写程序。程序设计语言就是用户用来编写程序的语言，它是人与计算机之间交换信息的工具。

程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言 3 类。

1. 机器语言

机器语言是最底层的计算机语言。用机器语言编写的程序，计算机硬件可以直接识别

并运行。在用机器语言编写的程序中，每一条机器指令都是二进制形式的指令代码。在指令代码中一般包括操作码和地址码，其中操作码告诉计算机做何种操作，地址码则指出被操作的对象。

例如，代码 10000000 表示加法操作，代码 10010000 表示减法操作。

对于不同的计算机硬件（主要是 CPU）而言，其机器语言是不同的。因此，针对一台计算机所编写的机器语言程序不能在另一台计算机上运行。由于机器语言程序是直接针对计算机硬件的，因此它的执行效率比较高，能充分发挥计算机的速度性能。但是，用机器语言编写程序的难度比较大、容易出错，而且程序的直观性比较差，也不容易移植。

2. 汇编语言

为了便于理解和记忆，人们采用能帮助记忆的英文缩写符号（称为指令助记符）来代替机器语言指令代码中的操作码，用地址符号来代替地址码。例如 ADD 表示加法运算操作码，SUB 表示减法运算操作码。用指令助记符及地址符号书写的指令称为汇编指令，用汇编指令编写的程序称为汇编语言源程序。汇编语言又称为符号语言。

汇编语言也是与具体使用的计算机相关的。由于汇编语言采用了助记符，因此它比机器语言直观，容易理解和记忆。用汇编语言编写的程序也比机器语言程序易读、易检查、易修改。但是，计算机不能直接识别源程序，必须由一种专门的翻译程序将汇编语言源程序翻译成机器语言程序后，计算机才能识别并执行。这种翻译的过程称为“汇编”，负责翻译的程序称为汇编程序。

3. 高级语言

机器语言和汇编语言都是面向机器的语言，一般称为低级语言。低级语言对机器的依赖性太大，用它们开发的程序通用性差，普通的计算机用户也很难胜任这一工作。

随着计算机技术的发展以及计算机应用领域的不断扩大，从 20 世纪 50 年代中期开始逐步发展了面向问题的程序设计语言，称为高级语言。高级语言与具体的计算机硬件无关，描述问题采用的语言接近于数学语言或人的自然语言，易于人们接受和掌握。用高级语言编写程序要比用低级语言容易得多，并大大简化了程序的编制和调试过程，使编程效率得到了大幅提高。高级语言的显著特点是独立于具体的计算机硬件，通用性和可移植性好。

用任何一种高级语言编写的程序（称为源程序）都要通过编译程序翻译成机器语言程序（称为目标程序）后计算机才能执行，或者通过解释程序边解释边执行。

1.2 C 语言发展概述和主要特点

1.2.1 C 语言的发展历史

C 语言是国际上广泛流行的一种计算机高级语言。用 C 语言既可以编写系统软件，也可以编写应用软件。

C 语言是在 1972 年至 1973 年间由美国贝尔实验室的 D. M. Ritchie 和 K. Thompson

以及英国剑桥大学的 M. Riohards 等为描述和实现 UNIX 操作系统而设计的。UNIX 操作系统源代码的 90%以上是用 C 语言编写的。UNIX 操作系统的一些主要特点，如易于理解，便于修改，具有良好的可移植性等，在一定程度上都受益于 C 语言。所以 UNIX 操作系统的成功与 C 语言是密不可分的。

最初的 C 语言附属于 UNIX 的操作系统环境，而它的产生却可以更好地描述 UNIX 操作系统。时至今日，C 语言已独立于 UNIX 操作系统。它已成为微型、小型、中型、大型和超大型(巨型)计算机上通用的一种程序设计语言。M. D. Ritchie 和 K. Thompson 也以他们在 C 语言和 UNIX 系统方面的卓越贡献获得了很高的荣誉。1982 年，他们获得了《美国电子学杂志》颁发的成就奖，成为该奖自颁发以来首次因软件工程成就而获奖的获奖者。1983 年，他们又获得了计算机界的最高荣誉奖——图灵奖。1989 年，ANSI 发布了第一个完整的 C 语言标准——C89，人们习惯称其为“ANSI C”，C89 在 1990 年被国际标准组织(International Standard Organized，ISO)一字不改地采纳，所以也有“C90”的说法，1999 年，在做了一些必要的修改和完善之后，ISO 发布了新的 C 语言标准——C99。

随着计算机应用领域的不断扩展和深入，作为人与计算机进行信息交流工具之一的 C 程序设计语言同样得到了迅速的发展。C 语言最初只是为描述和实现 UNIX 操作系统而提出的一种程序设计语言；后来作为风靡全球的面向过程的计算机程序设计语言，用在大、中、小及微型机上。C++是在 C 语言的基础上发展起来的程序设计语言，它是一种多范型程序设计语言，我们不仅可以用其编写面向对象的程序，也可以用其编写面向过程的程序。随后 Sun 公司和 Microsoft 公司又相继推出了 Java 和 C＃语言编写程序，目前正在流行的面向对象的程序设计语言主要有 C++、Java 和 C＃，它们即将形成三足鼎立之势，极力挤压其他语言的空间。在这种情况下，C 语言的空间变得越来越小，但可以说 C 语言是 C++，Java 和 C＃语言的基础，还有很多专用语言也学习和借鉴了 C 语言，比如进行 Web 开发的 PHP 语言，做仿真的 MATLAB 的内嵌语言等。学好 C 语言对以后再学习其他语言大有帮助。计算机技术发展很快，唯有掌握最基础的，才能以不变应万变，并立于不败之地。所以，C 语言是最受人们欢迎的一种程序设计语言。

1.2.2 C 语言的主要特点

(1) 语言基本组成部分紧凑简洁。C 语言只有 32 个标准关键字，44 个标准运算符以及 9 条控制语句，不但语言的组成精练、简洁，而且使用方便、灵活。

(2) C 语言运算符丰富，表达能力强。C 语言具有“高级语言”和“低级语言”的双重特点，其运算符包含的内容广泛，所生成的表达式简练、灵活，有利于提高编译效率和目标代码的质量。

(3) C 语言数据结构丰富，结构化强。C 语言提供了编写结构化程序所需要的各种数据结构和控制结构，这些丰富的数据结构和控制结构及以函数调用为主的程序设计风格，保证了利用 C 语言所编写的程序能够具有良好的结构化。

(4) 具有结构化的控制语句。如 if-else 语句、switch 语句、while 语句、do-while 语句、for 语句。C 语言用函数作为程序模块以实现程序的模块化，是结构化的理想语言，符合现代编程风格。

(5) C 语言提供了某些接近汇编语言的功能，有利于编写系统软件。C 语言提供的一些运算和操作，能够实现汇编语言的一些功能，如它可以直接访问物理地址，并能进行二进制位运算等，这为编写系统软件提供了方便条件。

(6) C 语言程序所生成的目标代码质量高。C 语言程序所生成的目标代码效率仅比用汇编语言描述同一个问题低 20%左右。

(7) C 语言程序可移植性好。C 语言所提供的语句中，没有直接依赖于硬件的语句，与硬件有关的操作，如数据的输入、输出等都是通过调用系统的库函数来实现的，而库函数本身不是 C 语言的组成部分。因此用 C 语言编写的程序可以很容易地从一种计算机环境移植到另一种计算机环境中。

C 语言的弱点：一是运算符的优先级较复杂，不容易记忆；二是由于 C 语言的语法限制不太严格，增强程序设计灵活性的同时，在一定程度上也降低了某些安全性，因此对程序设计人员提出了更高的要求。

1.3 C 程序设计方法

1.3.1 C 程序的基本结构

在使用 C 语言编写程序时必须按其规定的格式和提供的语句进行编写。我们通过简单的例子介绍 C 程序的基本结构。

例 1.1 从键盘上读入两个整数，计算这两个整数之和并显示出来。

```
#include "stdio.h"
main()
{   int a,b,sum;                                    /*定义变量 a,b,sum */
    printf("Enter two numbers: ");
    scanf("%d%d",&a,&b);                            /*调用函数输入 a,b 的值 */
    sum=a+b;
    printf("The sum is %d\n",sum);                  /*调用函数输出 sum 的值 */
}
```

例 1.2 从键盘上读入两个整数，求出其中较大的数并显示。

```
#include "stdio.h"
main()
{   int a,b,c;
    printf("Enter two numbers: ");
    scanf("%d%d",&a,&b);
    c=max(a,b);
    printf("The max is %d\n",c);
}
int max(int x,int y)                                /*函数定义*/
{   int z;
    if(x>y) z=x;
    else z=y;
    return z;
}
```

从上面的程序例子中可以看出C语言程序的构成规则：

(1) C程序由一个或多个函数构成，其中有且仅有一个主函数main()。C程序的执行总是从主函数开始，并在主函数中结束。

(2) 函数体是由花括号“{}”括起来的部分。

(3) C语言中的每个语句都以“;”结束。

(4) C语言书写格式自由，一行内可以写一个语句，也可以写多个语句。

(5) #include是编译预处理命令，其作用是将由双引号或尖括号括起来的文件内容读入该命令位置处。对于输入输出库函数一般需要使用#include命令将“stdio.h”文件包含到源文件中。#include命令的使用方法将在第6章介绍。

(6) 可用“/*…*/”对C程序中的任何部分做注释。

(7) C语言中所有变量都必须先定义类型，然后再使用。

(8) C语言的程序习惯使用小写，并严格区分大写字母，所有的关键字都必须小写。

(9) 一个C语言程序通过函数之间的相互调用来实现相应的功能。函数既可以是系统提供的库函数(标准函数)，也可以是根据问题的需要自己定义的函数。

(10) 编写程序要规范，培养良好的程序设计风格，最好采用缩进对齐的书写格式。

1.3.2 C程序设计步骤

C程序设计的一般步骤如下：

(1) 设计算法

针对具体的问题，分析、建立解决问题的物理或数学模型，并将解决方法采用某种方式描述出来，为C语言程序设计打下良好基础。

(2) 编辑

使用一个文本编辑器编辑C语言源程序，并将其保存为文件扩展名为“.c”的文件。

(3) 编译

编译就是将编辑好的C语言源程序翻译成二进制目标代码的过程。编译过程由C语言编译系统自动完成。编译时首先检查源程序的每一条语句是否有语言错误，当发现错误时，就在屏幕上显示错误的位置和错误类型信息。此时要再次调用编辑器进行查错并修改。然后再进行编译，直到排除所有的语法和语义错误。一旦正确的源程序文件经过编译后，就会在磁盘上生成同名的目标文件(扩展名为“.obj”)。

(4) 连接

就是将目标文件和库函数等连接在一起形成一个扩展名为“.exe”的可执行文件。如果函数名称写错或漏写包含库函数的头文件，则可能出现提示错误的信息，从而获得程序错误提示信息。

(5) 执行

可执行文件可以脱离C语言编译系统，直接在操作系统下运行。若执行程序后达到预期的目的，则C程序的开发工作到此完成，否则要进一步修改源程序，重复“编辑”→“编译”→“连接”→“运行”的过程，直到取得正确结果为止。这一过程如图1-1所示。