普通高等教育“十一五”国家级规划教材　计算机系列教材

C语言程序设计

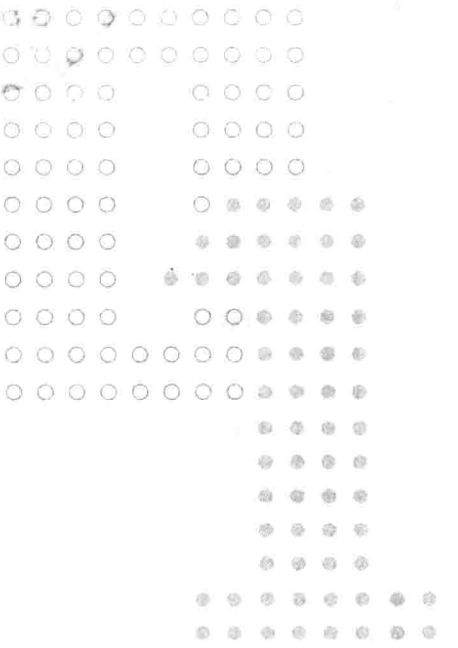
[illegible]丽华　雷鹏　张小峰　韩婷婷　编著

清华大学出版社

计算机系列教材

宋丽华 雷鹏 张小峰 韩婷婷 编著

C语言程序设计



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分 9 章，以程序设计思想为中心，以培养应用型人才为目的，以期全面提高学生的应用实践能力和创新能力。本书的显著特点是深入浅出，知识点突出；案例丰富，启发性强；理论与实践并重，强化算法思想和规范化编程。

本书可作为计算机类、电气信息类的本科教材，也可作为广大科技工作者业务学习的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计/宋丽华等编著. —北京：清华大学出版社，2014
计算机系列教材
ISBN 978-7-302-35464-2

Ⅰ. ①C…　Ⅱ. ①宋…　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(2014)第 022975 号

责任编辑：白立军　徐跃进
封面设计：常雪影
责任校对：李建庄
责任印制：刘海龙

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**：18.75　　**字　数**：468 千字
版　　次：2014 年 6 月第 1 版　　**印　次**：2014 年 6 月第1 次印刷
印　　数：1～2000
定　　价：34.50 元

产品编号：054886-01

本书是山东省精品课程——高级语言程序设计的配套教材。

C语言程序设计是计算机专业及理工类各专业重要的基础课程之一。作为程序设计的入门读物，C语言的学习，对于大学生理解程序设计的思想以及进一步学习后续专业课程有着非常重要的作用。

在目前的程序语言教学中，往往把重心放在程序语言语法的学习上，忽视了对学生进行程序设计思想的培养。这样造成的后果是：学生上课能听懂，自己却不会写程序，不能从整体上理解和把握程序设计。对程序语言类课程而言，这种教学模式的弊大于利。从教学实践上看，以程序设计思想为中心的授课模式，比以程序设计语法为中心的授课模式，更能被学生理解和掌握。

鉴于此，我们在程序设计语言的教学中，以介绍程序设计思想为中心，围绕程序设计中的典型问题，建设应用型人才培养平台，全面提高学生的应用实践能力和创新能力。

1. 特点

本教材的主要特点如下所示。

1）深入浅出，知识点突出

本书以程序设计为基本线索，深入介绍C语言的语法与特点，采用“精讲多练”模式，详略得当，重点突出。每一部分，首先给出知识要点，再通过典型例题加深对知识点的理解和巩固，并且所选例题尽量涵盖知识点涉及的各种算法类型，使初学者易于掌握程序设计方法。

2）规范化编程

要想成为一个“合格”的程序员，就必须有好的编程习惯和规范。这样既可以提高程序的可维护性，也可提高开发速度和效率。本书所有的例题都采用规范化编码，努力引导读者养成良好的编程习惯，编写出可读性强、易于维护的程序代码，为以后的学习打下良好的基础。

3）案例丰富，启发性强

本书精选了大量例题，所有例题由五部分组成，问题的提出、解题思路、程序清单、程序结果以及程序分析，使读者加深对程序的理解。有些案例留有进一步探讨的余地，从而不断激发读者的学习兴趣。

4）理论与实践并重，强化算法思想和编程能力的培养

为提高读者应用程序设计的能力，我们专门编写了综合程序设计一章，通过几个现实生活中的实例，将本书所讲授的所有知识点进行综合。通过实例讨论了问题的分析和分解，划分模块，对同一个问题，采用不同的存储结构解决，以提高读者的分析问题和解决问题的能力。

2. 内容安排

第1章　C语言入门：介绍简单的C程序组成、C程序的运行环境，算法的特性以及描述算法的方法，结构化程序设计思想。

第2章　数据类型和表达式：介绍C语言的基本数据类型，数据的表示，常量和变量，运算符和表达式，以及表达式的计算过程。

第3章　C语言的基本控制结构：介绍了C语言的三种基本结构，包括C语句的种类、数据的输入与输出、选择结构和循环结构，并通过一系列程序实例分析了选择和循环结构的构造过程。

第4章　数组：介绍了数组的概念、定义及使用。主要介绍一维数组、二维数组和字符数组，通过实例介绍了数组的应用。给出了几个常用的字符串函数。

第5章　函数：介绍了函数的分类，函数的定义和调用，函数的参数传递，参数传递的两种方式，函数的嵌套调用和递归调用，全局变量和局部变量、变量的存储类型。

第6章　指针：介绍了指针变量的定义与使用方法，指向变量的指针变量、指向数组的指针变量、指向函数的指针变量，返回指针值的函数、指针数组和多级指针，以及这些指针变量的应用。

第7章　结构体与链表：介绍了结构体、共用体、枚举类型和用户自定义类型的定义和使用。链表的建立、遍历、查找、插入和删除等基本操作。

第8章　文件：介绍了文件的概念，文件的建立、文件的读写操作，以及文件指针的定位操作。

第9章　综合程序设计：通过几个实用性和趣味性实例，将C语言的基本内容和编程技巧进行了充分结合，以提高学生的编程能力。

本书具体编写分工如下：第1章、第2章、第6章由宋丽华编写，第3章由韩婷婷编写，第4章、第5章由张小峰编写，第7章、第8章由雷鹏编写，第9章由高文卿、王少杰编写；全书策划和定稿工作由宋丽华负责。

作为我校软件工程专业应用型人才培养的系列教材之一，本书曾作为校内讲义多次印刷，在计算机类、电气信息类和信息类等专业中使用。这次，借在清华大学出版社正式出版之际，在原讲义的基础上，结合我们多年的教学实践与改革，进行了较大的修改，使其既能适合在校学生学习，又能适合其他读者阅读。

在本书的规划和写作过程中，鲁东大学信息与电气工程学院邹海林教授对书稿进行了审阅，并提出了许多建设性的建议，在此深表感谢。清华大学出版社的广大员工也为教材的出版付出了大量的心血，使本书得以及时出版，在此一并致以衷心的感谢。

在本书的编写过程中，作者参阅了国内外诸多同行的著作，这里不再一一列举，在此向他们致以谢意。

限于作者学识水平，书中在具体内容的选择取舍、程序设计思想的介绍等方面肯定存在着不妥之处，恳请专家和读者提出批评指正。

作者 E-mail：jsj_song@126.com

作 者

2014 年 5 月于烟台

FOREWORD

第 1 章　C 语言程序设计入门

随着社会的发展，计算机已深入到人类社会各个领域。要使计算机能完成人们预定的工作，就必须把要完成工作的具体步骤编写成计算机能执行的一条条指令，这样的指令序列就是程序。程序设计语言是人与计算机进行信息交流的工具，是一种用来书写计算机程序的语言。计算机发展到今天，程序设计语言有上千种。诞生于 20 世纪 70 年代的 C 语言，因具有简洁易用的特点而得到广泛应用。本章从最简单的 C 程序入手，对 C 语言进行介绍，使读者学会编写简单的 C 程序。

1.1　C 语言简介

C 语言是世界上最流行、使用最广泛的高级程序设计语言之一。它既具有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点。C 语言的诞生和 UNIX 操作系统的开发密切相关，最初 UNIX 由美国贝尔实验室的肯·汤普逊(Ken Thompson，1943 年 2 月 4 日—)和丹尼斯·里奇(Dennis Ritchie，1949 年 9 月 9 日—2011 年 10 月 12 日)在小型机 PDP-7 上用汇编语言开发，为了方便把 UNIX 移植到其他机器上，里奇设计了 C 语言。到 1973 年，绝大部分的 UNIX 内核都使用 C 语言重写，这使得 UNIX 可以方便地移植到大、中、小及微型机上。随着 UNIX 的推广，C 语言的使用也逐渐广泛起来。

1978 年，布莱恩·柯林汉(Brian Kernighan，1942 年 1 月 1 日—)和里奇合作出版了“The C Programming Language”的第一版。C 语言开发者们称为 K&R，很多年来被当作 C 语言的非正式的标准说明。书中介绍的 C 语言标准也被 C 语言程序设计师称作 K&R C。

1987 年，随着微型计算机的日益普及，出现了许多 C 语言版本。由于没有统一的标准，使得这些 C 语言之间出现了一些不一致的地方。为了改变这种情况，柯林汉和里奇在 1988 年修订了他们的经典著作“The C Programming Language”，按照即将公布的 ANSI C 新标准重新写了该书。美国国家标准学会(ANSI)公布了一个完整的 C 语言标准——ANSI X3.159—1989(常称为 ANSI C 或 C89)。

1990 年，国际化标准组织(International Standard Organization，ISO)接受了 87 ANSI C 为 ISO C 的标准(ISO9899—1990)。1994 年，ISO 修订了 C 语言的标准。1999 年，ISO 又对 C 语言标准进行修订，在基本保留原来的 C 语言特征的基础上，针对应用的需要，增加了一些功能，尤其是 C++ 中的一些功能，被称为 C99。C99 是 C89 的扩充。目前流行的 C 语言编译系统大多是以 ANSI C 为基础进行开发的，但不同版本的 C 编译系统所实现的语言功能和语法规则略有差别。

2011 年 12 月 8 日，ISO 正式发布 C 语言的新标准 C11，之前被称为 C1X。官方名称为 ISO/IEC 9899：2011。新标准提高了对 C++ 的兼容性，并增加了一些新的特性。

C 语言发展如此迅速，而且成为使用最广泛的语言之一，主要是因为它具有强大的功能。它是一种通用的、过程式的编程语言，广泛用于系统与应用软件的开发。许多著名的系统软件，如 UNIX 内核、Linux 内核以及数据库管理系统 DBASE Ⅳ等都是用 C 语言编写的。

C 语言是一种结构化的程序设计语言，它简明易懂，功能强大，可使程序员不必关注程序在何种机器上运行，而致力于问题本身的处理。C 语言集高级语言和低级语言的功能于一体，适合于各种硬件平台。

C 语言具有丰富的运算符和数据类型，并且允许用户定义自己的数据类型，以满足程序设计的需要，便于实现其他高级语言难以实现的一些功能。C 语言中引入了指针概念，使程序效率更高。C 语言的程序结构简洁高效，使用方便、灵活，程序书写自由等特点，也是该语言广泛使用的原因之一。

C 语言的设计目标是提供一种能以简易的方式编译、处理低级存储器、产生少量的机器码以及不需要任何运行环境支持便能运行的编程语言。具有高效、灵活、功能丰富、表达力强和较高的移植性等特点，在程序员中备受青睐，是最近 25 年使用最为广泛的编程语言。一般而言，C、C++ 和 Java 被视为同一系的语言，它们长期占据着程序使用榜的前三名。

1.2 简单的 C 程序举例

一个 C 语言程序，无论其大小如何，都是由函数组成的。函数中包含变量和一些语句，语句用以指定要执行的操作；变量则用于存储计算过程中使用的值。C 语言中的函数类似于其他语言中的过程和函数，通常情况下，函数的命名没有限制，但 main 是一个特殊的函数名——每个程序都是从 main 函数的起点开始执行，这就要求设计人员编写的所有程序都必须在某个位置包含一个 main 函数，下面先看几个简单的 C 程序。

例 1-1 编写程序，在显示器上显示“This is my first C program.”。

```
//第一个 C 程序
#include<stdio.h>
int main()                    //主函数
{
    printf("This is my first C program.\n");
    return 0;
}
```

程序运行结果：

```
This is my first C program.
Press any key to continue_
```

程序说明：通过上面的简单例子可以看出 C 程序的特点：

(1) 一个 C 程序必须有一个 main 函数，称作主函数。一个 C 程序总是从 main() 函数开始执行的。

(2) 函数名前要有函数的返回值,表示函数的结果所具有的数据类型。若一个函数没有返回值,则函数类型可以是空类型(void)。在C99标准中,main函数的返回类型是int类型。

(3) 函数名后必须有一对小括号(),括号内包含函数的参数。函数参数可以有,也可以没有。

(4) 函数体由一对花括号{}括起来,用于完成变量的声明和解决问题的具体手段。花括号中定义的函数体应采用缩进格式书写。程序中的语句一般有着不同的层次,在C源程序中,不同层次的语句应采用缩进格式来编写。这种写法能够突出程序的功能结构,并且使程序易于阅读。

(5) 每个语句后必须有一个分号(;),表示语句的结束。

(6) //表示注释。程序中的注释是给阅读程序的人看的,对程序的编译和运行都没有作用。注释出现在程序代码行中或某行语句后,通常用来说明一段程序代码或一个语句的功能等,便于人们阅读和理解程序,特别是在大型的程序开发中显得尤为重要。C语言中注释的方法有两种:一种是以//开始的单行注释;一种是以/*开始,以*/结束的块式注释。在每个函数的前面加上描述函数用途的注释是一种良好的程序设计习惯。

例 1-2 求两个整数的乘积。

```
//求两个整数的乘积
#include<stdio.h>
int main()
{
    int a,b,c;
    a=5; b=9;
    c=a*b;
    printf("%d * %d =%d\n",a,b,c);
    return 0;
}
```

程序运行结果:

```
5 * 9 = 45
Press any key to continue
```

程序说明:程序的功能是根据给定的两个整数的值,求它们的乘积并输出。该例中用到了三个变量a、b和c,C语言规定,所有的变量必须先定义才能使用,因此在函数体的第一行给出了变量a、b和c的声明,说明这三个变量的类型是整型数据,运行程序后,通过a和b相乘,将运算结果赋给了变量c,所以变量c的值是45。通过上面的例子还说明了一个问题,既然是变量,说明它们的值在程序中是可以发生变化的,因此可将函数体第二行的赋值语句改成scanf("%d%d",&a,&b);,这样在每次运行程序时,输入不同的值,就可得到两个不同整数的乘积。注意,若要使用scanf函数输入变量的值时,变量名前要加上地址符号&。

第7行的printf是一个输出函数,该函数是C编译系统提供的函数库中的输出函数,

它包含在 stdio.h 头文件中，因此设计者在运行包含该函数的程序时，可在屏幕上看到结果。也就是说编写的程序都应该有输出，函数中的%d 表示十进制整数的输出，是用来指定输出数据的数据类型。

在使用函数库中的输入输出函数时，编译系统要求程序提供有关此函数的信息，程序的第 1 行#include <stdio.h>的作用就是用来提供相关信息的。文件后缀.h 的意思是头文件，因为这些文件都是放在程序各模块的开头的。

例 1-3 求两个整数的最大值。

```
//求两个整数的最大值
#include<stdio.h>
int max(int x,int y)
{
    int z;
    if(x>y)
        z=x;
    else
        z=y;
    return z;
}
int main()
{
    int a,b,c;
    printf("输入两个整数:\n");
    scanf("%d%d",&a,&b);
    c=max(a,b);
    printf("max=%d\n",c);
    return 0;
}
```

程序运行结果：

```
输入两个整数:
5 9
max=9
Press any key to continue
```

程序说明：在编写程序需要使用某些函数时，可以通过 include 命令将库文件包含到程序中，但是库文件并不包含所有的函数，用户需要调用一些库文件中没有的函数时，需要自己编写。把一些功能相对独立的程序段编写成函数，是控制程序复杂性的有效方法之一。例中的 max 就是由用户自己定义的，其作用是将 x 和 y 两者中的较大者的值赋给变量 z，并通过 return 语句将 z 的值返回调用 max 函数的主调函数（此例中就是 main 函数）。主函数 main()调用 max 函数，调用时将实参 a 和 b 的值分别传给 max 函数中的形参 x 和 y，执行 max 函数后得到一个值，这个值被赋给变量 c。

在 C 语言中，函数都是平行的，除了标准的库函数需在程序的开头通过 include 将其

包含进来外，用户自定义的函数可以放在程序的任何位置，但不能放在某个函数体内。当被调函数在主调函数前定义时，可以直接在主调函数中调用。但是若被调函数在主调函数后面定义时，在主调函数前或主调函数体内要进行函数声明。在该例中，若 max 函数的定义在 main 函数之后，则在 main 函数前或 main 函数内进行函数声明：

```
int max(int x,int y);
```

通过上面的 3 个例子可以看到，函数是 C 程序的主要组成部分。一个 C 语言程序可以由若干个函数构成，但有且只有一个 main 函数，并且不论 main 函数在程序的任何位置，程序的执行总是从 main 函数开始的。

每个函数包括两部分：函数首部和函数体，一般格式为：

```
函数返回类型 函数名([参数类型 参数名1,…,参数类型 参数名n])
{
    函数和变量的声明
    函数的执行语句序列
}
```

函数首部包括函数类型、函数名和参数表，如例 1-3 的 max 函数首部为：

```
int max(int x, int y)
```

说明：函数名后必须有一对小括号，括号内可以有参数，如例 1-3 的 max 函数有两个参数 x 和 y，也可以没有参数，如主函数 main()。

函数体是函数首部之后用一对花括号括住的部分，主要用于描述实现函数功能的代码，包括声明部分和执行部分。声明部分包括函数声明和变量声明，而所有的变量必须先定义然后才能使用。

C 程序的每个简单语句、声明以及变量定义之后，都必须以分号结束，分号是它们必要的组成部分。并且 C 程序的书写格式自由，一个语句可以写在多行上，一行也可以写多个语句。为了便于人们阅读程序，建议初学者采用一种良好的编程风格，即把程序写成锯齿形的。

1.3 程序设计基本过程

计算机应用的核心和基础是计算机程序设计。程序设计的基本过程，就是人们根据给定问题的性质和要求，考虑计算机的性能与特点，采用计算机科学的方法与技术，借助计算机解决具体问题的过程。计算机程序设计的基本过程，通常可概括为问题分析、算法设计、程序编码、分析调试和运行维护五个基本阶段。前三个阶段由人充分发挥其主导作用，而后两个阶段则由计算机充分显示其主体作用。

1.3.1 问题分析

问题分析是程序设计的基础。事实上，计算机程序设计的实施，总是从问题分析开始