新编高等院校计算机科学与技术规划教材

C语言程序设计

实用教程

主　编　张桂珠　韩亦强　程建敏

C YUYAN CHENGXU SHEJI SHIYONG JIAOCHENG

北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

新编高等院校计算机科学与技术规划教材

C语言程序设计实用教程

主编　张桂珠　韩亦强　程建敏

北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书是学习C语言程序设计的一本优秀教材，它详细介绍了C语言本身的语法结构，并结合实际工程应用中的大量实例，讲解了如何使用C语言解决实际问题的理论、方法和过程。全书内容也兼顾到全国计算机二级等级考试C语言的大纲要求。针对初学者和自学者的特点，在讲解过程中，力求语言简洁，总结了教师多年的教学经验和项目开发的实际经验，做到深入浅出、难点分散，在解决问题的过程中使学习者能融会贯通地掌握C语言。在C程序的运行环境上，选择了先进的Visual Studio 2008集成开发环境作为实验平台，它兼容了全国计算机二级等级考试C语言的上机操作环境Visual C++6.0平台。

本书可作为学习C语言程序设计课程的经典教材，也可作为全国计算机二级等级考试C语言的学习主导教材。本书的读者对象是高校的各类专业学习C语言的学生，也可作为C语言的自学者或短训班人员的学习教材。为方便人员学习，本书还配有电子教学软件、实例代码、习题答案与实验指导。

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计实用教程/张桂珠，韩亦强，程建敏主编. --北京：北京邮电大学出版社，2012.8
ISBN 978-7-5635-3165-3

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①张…②韩…③程… Ⅲ. ①C语言—程序设计—教材 Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第180445号

书　　名：C语言程序设计实用教程
主　　编：张桂珠　韩亦强　程建敏
责任编辑：张珊珊
出版发行：北京邮电大学出版社
社　　址：北京市海淀区西土城路10号(邮编：100876)
发 行 部：电话：010-62282185　传真：010-62283578
E-mail：publish@bupt.edu.cn
经　　销：各地新华书店
印　　刷：北京源海印刷有限责任公司
开　　本：787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张：13.5
字　　数：336千字
印　　数：1—3 000册
版　　次：2012年8月第1版　2012年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-3615-3　　定　价：28.00元

前　言

在程序设计语言中，C语言是国内外编程人员使用最广泛的语言。由于C语言本身功能丰富、使用灵活、可移植性好，既具有高级语言的优点，又具有低级语言的特点；既可以用于编写系统软件（如操作系统、编译程序、设备驱动程序），又可用于编写应用软件，在嵌入式系统领域C语言也得到了广泛使用。因此C语言程序设计是计算机应用人员应掌握的基本功。

本书是学习C语言程序设计的一本优秀教材，它详细介绍了C语言本身的语法结构，并结合实际工程应用中的大量实例，讲解了如何使用C语言解决实际问题的理论、方法和过程，全书内容也兼顾到全国计算机二级等级考试C语言的大纲要求。总结了教师多年的教学经验和项目开发的实际经验，做到深入浅出、难点分散，在解决问题的过程中使学习者能融会贯通地掌握C语言。针对初学者和自学者的特点，在讲解过程中，力求语言简洁、精炼，重点突出。在C程序的开发环境上，选择了先进的Visual Studio 2008集成开发环境作为实验平台，并对全国计算机二级等级考试C语言的上机操作环境Visual C++ 6.0的使用也进行了介绍。

全书共有9章，内容概要如下。

第1章是程序设计和C语言概述。介绍了程序设计相关的基本概念、语言的分类、数据的机内表示和存储以及C语言的特点；详细介绍几个简单的C程序例子，叙述了微软集成开发环境Visual Studio 2008和Visual C++ 6.0输入、编译、连接和运行C程序的过程。

第2章是顺序结构程序设计。介绍了编制C语言的顺序结构程序设计所必须的基础知识，包括C程序的组成结构、基本数据类型、变量、常量、指针变量、表达式、赋值语句，以及基本输入和输出语句等。最后讨论了顺序结构程序设计应用实例。

第3章是选择结构程序设计。介绍算法的基本知识和结构化程序设计的方法，在理解程序的三种基本控制结构基础上，详细介绍与选择结构相关的程序设计成分，包括：关系表达式、逻辑表达式、if语句和switch语句，以及选择结构的程序设计实例。

第4章是循环结构程序设计。介绍了while语句、do-while语句和for语句三种循环语句，以及如何使用这些语句表达循环结构和循环结构的程序设计应用实例。

第5章是函数。介绍函数是模块化程序结构的基本单元，详细介绍函数的定义、调用和函数参数的传递方式，详细介绍了与函数相关的指针的应用，包括函数的地址参数、返回指针类型的函数、指向函数的指针，给出了利用函数进行模块化程序设计的大量实例；最后讨论变量的作用域、C程序的多文件结构和编译预处理常用命令。

第6章是数组、字符串与动态内存分配。介绍了数组的概念和作用，介绍一维数组和多维数组的声明和使用，通过下标变量和指针访问一维数组元素和二维数组元素，介绍了数组

的常用算法。介绍了字符型数组的声明、输入、输出和访问，详细讨论了字符串处理的库函数的应用实例。最后介绍了动态内存的申请或释放。本章将数组、字符串、指针和函数有效地相结合，给出结构化程序设计的大量实例。

第7章是用户自定义类型。介绍用户自定义数据类型包括结构体、联合体、枚举型，重点介绍了每种构造类型的定义和应用实例，并介绍了 typedef 的使用。

第8章是位操作程序设计。本章介绍的二进制位运算包括：位与、或、异或、取反、左移和位右移。介绍使用结构体表示二进位的数据结构——位域，讨论位操作程序设计的综合举例。

第9章是文件的输入和输出处理。介绍了文件的命名、文件的打开与关闭、文件的读取与写入。详细介绍了与文件读写操作相关的一组库函数，并结合应用实例给出了文件的顺序读写和随机读写的方法。

程序设计是一门实践性很强的课程，不可能只靠听课和看书就能掌握C语言程序设计。读者应当十分重视自己动手编写程序和上机调试运行程序。上机的时间越多越好。为了帮助读者学习本书，作者还编写了一本《C语言程序设计实用教程习题解答与实验》，提供本书中各章习题的参考答案以及上机实验指导。本书还配有电子教案、案例代码，读者可通过与北京邮电大学出版社联系得到，或从出版社的网站下载得到。

本书可作为学习C语言程序设计课程的一本经典教材，也可作为全国计算机二级等级考试C语言的学习主导教材。本书的读者对象是高校的各类专业学习C语言的学生，也可作为C语言的自学者或短训班人员的学习教材。

本书在编写过程中得到了程建敏、韩振、王俊、李婷、周丽明、宋威、杨乐、马晓梅老师的协助和支持，在此一并致谢。

感谢读者选择使用本书，欢迎您对本书提出批评和修改建议。我们将不胜感激，并在再版时予以考虑。作者的联系地址如下：zhangguizhu@163.com。

编　者

目 录

第1章　程序设计和C语言概述

本章首先介绍了程序设计相关的基本概念，包括程序、程序设计语言、程序设计的开发过程；语言的分类包括机器语言、汇编语言和高级语言及其翻译程序；数据的机内表示和存储包括二进制、八进制、十六进制系统，数的原码、反码和补码编码形式。接着介绍了C语言的特点和应用场合，详细介绍了几个简单的C程序例子，叙述了微软集成开发环境Visual Studio 2008和VC++ 6.0如何输入、编译、连接和运行C语言程序，为读者了解和使用C语言编程和进一步学习后面的章节打下了很好的基础。

1.1　程序设计基本概念

1.1.1　什么叫程序设计

程序是计算机能执行的一组指令，用于完成特定的任务。程序设计的任务就是如何将一个问题转换成计算机能自动执行的一组指令。程序设计的开发过程一般由以下四个步骤组成。

(1) 分析问题：分析问题要得到哪些输出结果，有哪些输入，以及问题的处理过程。

(2) 设计算法：算法是对一个问题求解步骤的一种描述，是求解问题的方法。可用自然语言、伪代码或流程图表达算法(第3章将详细讨论算法)。

(3) 编制程序：将流程图或伪代码转换成程序设计语言表达的程序。

(4) 测试程序：通过在计算机运行程序，并输入各种类型的数据，观察输出结果是否达到预期要求，不断修正程序，使程序的运行结果正确。

1.1.2　什么叫程序设计语言

程序设计语言是计算机能够识别和执行的语言，它是由一套语法、词法规则组成的系统，用于对要解决的问题进行描述。程序设计语言按级别分为机器语言、汇编语言和高级语言。

1. 机器语言

机器语言是由二进制序列组成的机器指令集合。用机器语言编制的程序可被计算机直接识别和执行。对于计算机本身来说，它只能接受和处理由0和1代码构成的二进制指令或数据，由于这种形式的指令面向机器，因此也就称为“机器语言”。例如：10101011，表示一条加法的机器指令。计算机发展的初期，程序设计人员使用机器语言来编制程序，它非常难

于记忆，很不方便，但用机器语言编制的程序运行效率高。

2. 汇编语言与汇编程序

汇编语言是机器语言符号化的语言。例如：机器指令 10101011 符号化后对应的汇编指令为：ADD AX,3。一台机器的所有汇编指令集合就组成了汇编语言。汇编指令与机器指令一一对应，汇编语言和机器语言都属于低级语言。

用汇编语言编制的程序，计算机并不能直接识别和执行，必须经过汇编程序的翻译，然后才能运行。汇编程序的任务是将用汇编语言写的源程序(Source)转换成用机器语言写的目标程序(Object)。人们用汇编语言编程比用机器语言编程前进了一步，但使用起来仍然不方便。

3. 高级语言与编译程序

高级语言是接近于人类的自然语言，允许用英文和数学式子来表达的语言。它允许用英文编写解题的计算程序，程序中所使用的运算符号和运算式子与我们日常用的数学式子差不多。高级语言容易学习，通用性强，书写出的程序比较短，便于推广和交流，是一种很理想的程序设计语言。目前常用的高级语言有 C、C++、Java、.Net、Python 、COBOL、Basic、Fortran、Pascal 等。

高级语言编写的源程序不能被计算机直接识别和执行，必须经过翻译程序转换才能被执行。编译程序就是这样一种翻译程序，它将高级语言写的源程序翻译成功能等价的用机器语言写的目标代码。图 1-1 给出的用高级语言 C 编制的程序上机运行的过程，由四个步骤组成：

(1) 上机输入和编辑源程序，生成源文件(后缀名为.c)；

(2) 对源程序进行编译，生成目标文件(后缀名为.obj)；

(3) 进行连接处理，将一个或多个目标文件连接生成可执行文件(后缀名为.exe)；

(4) 运行可执行程序，得到运行结果。

1.4 节中将介绍如何使用微软的集成开发环境 Visual Studio 对 C 程序进行编辑、编译、连接和执行的方法和步骤。

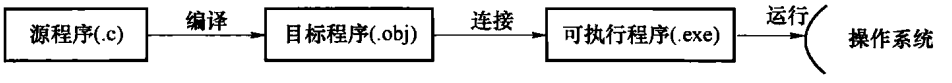


图 1-1　C 程序的上机运行的过程

4. 高级语言程序的执行方式

高级语言程序的执行方式有两种：编译执行方式和解释执行方式。

编译执行方式是指：先把源程序整个的翻译成可执行文件，这个过程称为翻译阶段；然后运行可执行文件，这个过程称为运行阶段。程序第一次执行时，需要翻译和运行两个阶段，而以后程序的多次执行，就不需要翻译阶段，只需要运行阶段，即直接运行可执行文件，所以程序的执行效率高。C、C++程序的执行，只能采用编译执行方式。

解释执行方式是对源程序采取边翻译边运行的过程，这个过程由解释器来完成，这个过程中并不生成可执行文件。解释方式下，程序每次执行需要翻译、运行，其执行效率比编译方式要低。Basic、Java 等程序的执行，可以采用解释执行方式。

1.1.3　数据的机内表示和存储

1. 二进制、八进制、十六进制

数据在计算机内部都是以二进制形式保存的，这是因为在计算机中是以器件的物理状态来表示数据。如晶体管的导通和截止、继电器的接通和断开、电脉冲电平的高和低，两种状态以 0 和 1 表示。

十进制数系统的特点：基数是 10，有 0～9 十个数字，逢 10 进 1。例如，一个十进制数 2549 可按权展开为：

$2549=2\times10^3+5\times10^2+4\times10^1+9\times10^0$

二进制数的基数是 2，有 0 和 1 两个数字，每位的权是以 2 为底的幂。例如，一个二进制数 1011 可按权展开为：

$1101_2=1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0=13_{10}$

它对应的十进制数值为 13。11111110 对应的十进制数值为 254。二进制数在加减乘除运算时，遵循逢 2 进 1 原则。

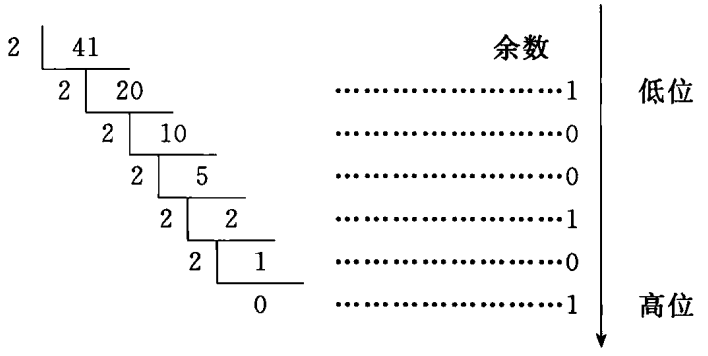
在人机交流上，二进位制的弱点就是数位的书写特别冗长。例如，十进位制的 1022 写成二进位制成为 1111111110。为了解决这个问题，在计算机的理论和应用中还使用两种辅助的进位制——八进位制和十六进位制。表 1-1 给出了几种进位制数。十六进位制要求使用十六个不同的符号，除了 0～9 十个符号外，常用 A、B、C、D、E、F 六个符号分别代表(十进位制的)10、11、12、13、14、15。例如，十进位制的 1022 写成八进位制是 1776，写成是十六进位制是 3FE。

表 1-1　二进制、八进制、十进制和十六进制

进制	基数	进位原则	基本符号
二进制	2	逢 2 进 1	0,1
八进制	8	逢 8 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7
十进制	10	逢 10 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
十六进制	16	逢 16 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

2. 进制之间的转换

十进制整数转换成 R(R 为二或八或十六)进制的整数，可采用除 R 取余法。即十进制数连续地除以 R，其余数即为相应 R 进制数的各位系数。例如，十进制数 41 转换为二进制数，采用除 2 取余法：



所以 $41_{10}=101001_2$。

二进位制和八进位制、十六进位制之间的换算十分简便，二进制的三个数位是八进位制的一个数位，二进位制的四个数位是十六进位制的一个数位。

3. 数据的存储度量单位

在计算机内部，数据的存储单位有 bit（二进制位）、Byte（字节）、KB（K 字节）、MB（兆字节）、GB 和 TB。bit 是数据度量最小的单位，表示一位二进制数。字节是数据存储中最基本的单位，计算机的存储器是以多少字节来表示容量的。一个字节表示的数值范围为 0～255，二个字节表示的数值范围为 0～$2^{16}-1$。各存储单位之间的换算关系如下：

1 Byte=8 bits　　1 KB=1024 Byte

1 MB=1024KB　　1 GB=1024 MB　　1 TB = 1024 GB

4. 原码、反码和补码

在计算机内部，数据以二进制编码表示，在存储时会用到原码、反码和补码的概念。一个数的原码定义为符号位后跟二进制数本身。假设机器用一个字节存储数据（即为 1 字节的字长），原码举例如下：

$[25]_{原}=+00011001$　　$[-25]_{原}=-00011001$

数的反码定义为对二进制数的每一位求反（即 0 变成 1，1 变成 0）。例如：

$[11001011]_{反}=00011001$

数有正、负之分，计算机内用一个二进位表示数的符号（即 0 表示正号，1 表示负号），且符号位一般放在数的最高位。下面讨论数的补码表示。

假设数的机器表示的字长为 1 个字节，求数的补码方法一：

$$[X]_{补}=\begin{cases} X & (X\geqslant 0) \\ 2^8-|X| & (X<0) \end{cases}$$

$|X|$表示取 X 的绝对值

例如：对于用一个字节表示的机器数据，补码的举例：

$[67]_{补}=01000011$

$[-65]_{补}=10111101$　　(256−65=191)

$[0]_{补}=00000000$

$[127]_{补}=01111111$

$[-128]_{补}=10000000$　　(256−128=128)

字长为 1 Byte 的补码能表示的数的范围：$-2^7\sim 2^7-1$。其中：−128～−1（负数），0～127（正数）。

字长为 2 Byte 的补码能表示的数的范围：$-2^{15}\sim 2^{15}-1$。

观察负数的补码求得的结果，可以发现补码的最高位正好代表符号位（0 表示正数，1 表示负数）。

求负数的补码方法二：

负数的补码＝数的原码各位求反＋1。例如：

$[-46]_{原}=-00101110$

```
−00101110    (原码)
 11010001    (求反)
+        1   (加 1)
 11010010    (得到补码)
```

求负数的补码方法三：对数的原码从最低位开始向左寻找出现1的第一个位置设为b_k，将b_k右边的位保持不变(包括b_k位本身)，b_k左边的各位取反，得到的结果就是负数的补码。

已知数的补码，求其原码的过程：若符号位为0，则原码等同于补码；若符号位为1，则求原码的方法与上述求负数的补码方法三相同。请读者通过例子验证上述方法。

1.2　C语言特点和应用

C语言是一种通用的程序设计语言，既可用于编写计算机的系统软件，如操作系统、编译程序、设备驱动程序；又可用于编写一般的应用程序；在嵌入式系统，由于C语言具有高级语言的特点，又能直接对机器硬件进行操作，得到了广泛的应用。

1.2.1　C语言特点

总地说来，C语言具有以下的主要特点：

(1) 语言表达简洁、使用方便灵活。

(2) 运算符丰富，包括算术运算、关系运算、逻辑运算和位运算等。

(3) 数据类型丰富，包括整型、实型、字符型、数组、指针、结构体、共用体等。

(4) 面向过程的结构化程序设计语言，反映结构化的控制语句有：if…else、switch、while、do…while、for等。

(5) 具有面向低级语言的特性，可直接对硬件编程，这样生成的目标代码质量高，程序执行效率高。

(6) 语法限制不太严格，语法表达灵活、多样，使程序设计人员在编程上有较大自由发挥空间。

(7) 使用C语言编写的程序，很容易在不同的计算机之间进行移植，具有很好的移植性。

C语言的以上特点，等学完本书内容后，读者一定会有深刻的理解，并能应用C语言灵活高效地解决各种实际问题。

1.2.2　C与C++、Java、C#

C++是从C语言发展而来，并扩充了面向对象程序设计的成分，由于它兼容C语言，这就使得许多C代码不经修改就可被C++编译通过。C++是兼容面向过程和面向对象的语言，语法规则完备且复杂。Java对C++进行了精简，增加了与因特网相关的成分，是完全面向对象的语言。C#吸收了Java大量的优点，是Java和C++的杂合体。所以，我们学好C语言程序设计，为进一步学习C++、Java和C#打下了坚实的语言基础。

1.3　简单C程序入门

下面介绍几个简单的C语言程序。

例 1-1 在屏幕显示一行字符串。

```
#include <stdio.h>
int main( )
{
    printf("Programming is fun.\n");
    return 0;
}
```

程序运行结果如下：

```
Programming is fun.
```

在书写 C 语言源程序时，要注意：大写字母和小写字母具有不同的含义；语句之间的缩进，表明了语句之间的控制关系；另外为了增强程序的可读性，在单词之间可加一个或多个空格分隔。

程序中的语句说明如下：

(1) 语句的第一行：#include <stdio.h>是包含语句，指明将标准库函数包含到本程序中，库文件名 stdio.h 是用于提供输入/输出函数的，如输出函数 printf()，输入函数 scanf()。要注意 #include 语句要放在程序的开始处。

(2) 从第二行开始往后的部分，定义了主函数 main，它是程序执行的入口点，在 C 语言程序中，必须有一个且只能有一个 main 函数。

int main( ) 是 main 函数的头，其中 int 是函数返回值的类型，返回整型 int，与下面的返回语句 return 0 相对应。main 是函数名，一对圆括号( )是定义函数的标志。

一对大括号{ }和其括住的两条语句是函数体，函数体定义了 main 函数要完成的功能。其中语句：

```
printf("Programming is fun.\n");
```

将在屏幕显示一行字符串“Programming is fun.”。“\n”是换行符，表示将光标移到下一行的起始处。语句：

```
return 0;
```

是返回语句，其功能是从 main 函数返回，并返回值 0，main 函数执行结束。

(3) 语句结束符号“;”。C 语言中每一条语句都由分号结束。一条语句可跨越多行。例如，跨越两行的语句：

```
total=a+b+c+
      d+e+f+g;
```

与语句：

```
total=a+b+c+d+e+f+g;
```

是等价的。

例 1-2 计算两个数的和。

```
//程序求两个数之和
#include <stdio.h>
int main( ) {
```

```
    int a,b,c;
    a = 10;     //设置变量 a 的值为 10
    b = 20;     //设置变量 b 的值为 20
    c = a + b;  //取变量 a 的值 10,与变量 b 的值 20 进行加法,将结果 30 赋给变量 c
    printf("Sum is %d\n",c);
    return 0;
}
```

程序运行结果如下：

```
Sum is 30
```

程序中的语句说明如下：

(1) 注释行：

在本程序中第二行“//”后的内容为注释，进行编译时，这一行所有内容会被忽略。注释只是帮助阅读理解程序的，并不影响程序的执行结果，编译器将忽略注释。C 语言的注释语句有两种形式：

① 单行注释。从“//”开始一直到当前行尾均为注释。例如：

```
//程序求两个数和
```

② 多行注释。可用于跨越多行的注释，“/*”是注释的开始，“*/”表示注释结束。例如：

```
/* 一行或
多行的注释 */
```

(2) 变量声明语句：

```
int a,b,c;
```

将声明三个整型变量，变量名分别为 a、b、c，给整型变量设置的值只能为整数。

(3) 赋值语句：

```
a = 10;
b = 20;
```

完成给变量 a 和变量 b 分别赋予(或设置)值为 10 和 20。赋值语句：

```
c = a + b;
```

完成取变量 a 的值 10，与变量 b 的值 20 进行加法，将相加结果 30 赋给变量 c。

(4) 打印语句：

```
printf("Sum is %d\n",c);
```

这里的 printf 函数带有两个参数，两个参数之间以逗号“,”分隔。第一个参数是要打印的格式字符串“Sum is %d\n”，它由固定的文本和格式说明符组成，其中固定的文本直接由 printf 输出，例如，“Sum is ”(表示输出 Sum is)，“\n”(表示输出一个换行)。而以“%”开头的格式说明符是占位符，在输出时会被一个值替换。例如“%d”会被替换成一个十进制整型值。第二个参数是变量 c，是用 c 变量的值 30 去替换前面的格式说明符“%d”，即得到输出结果“Sum is 30”。