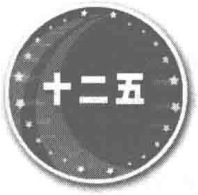
普通高等教育“十二五”规划教材

C程序设计案例教程

C CHENGXU SHEJI ANLI JIAOCHENG

陈虹　刘熹　主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



普通高等教育“十二五”规划教材

C 程序设计案例教程

陈 虹 刘 熹 主 编

罗晓娟 王永策 副主编

苏 啸 主 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书引进计算思维（Computational Thinking）方法，根据 C 语言程序设计的特点，以 C 语言初学者为阅读对象，以程序设计为主线，以编程应用为驱动，通过丰富的案例详细介绍了 C 程序设计的思想及方法。本书叙述严谨，实例丰富，难易适中，重点突出。

本书主要内容包括简单 C 程序设计，数据类型、运算符、表达式和算法，顺序结构，选择结构，循环结构，数组，函数，指针，结构体和共用体，文件。为了避免学习过程中的枯燥乏味，书中精选了一些富有实用性及趣味性的案例，增强了全书的可读性，便于读者在轻松愉快的氛围中学习。

本书适合作为高等院校的教学用书，也可作为广大编程爱好者的自学读物，还可作为各类计算机等级考试的辅导用书。

图书在版编目（CIP）数据

C 程序设计案例教程 / 陈虹，刘熹主编. —北京 : 中国铁道出版社，2015.2

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-113-19933-3

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①陈… ②刘… 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(2015)第 029922 号

书　　名：C 程序设计案例教程
作　　者：陈　虹　刘　熹　主编

策　　划：曹莉群　　**读者热线：400-668-0820**
责任编辑：周海燕　徐盼欣
封面设计：一克米工作室
封面制作：白　雪
责任校对：汤淑梅
责任印制：李　佳

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街 8 号）
网　　址：http:// www.51eds.com
印　　刷：北京铭成印刷有限公司
版　　次：2015 年 2 月第 1 版　　2015 年 2 月第 1 次印刷
开　　本：787 mm×1 092 mm　1/16　　**印张：13.25**　　**字数：306 千**
书　　号：ISBN 978-7-113-19933-3
定　　价：34.00 元

前言

FOREWORD

C 语言是一门典型的计算机程序设计语言，也是各高校计算机专业教育和公共计算机教育的入门语言，因其适合培养程序设计者良好的编程风格、易于体现结构化程序设计思想，成为当今世界上应用广泛、最具影响力的程序设计语言之一。C 语言具有语言紧凑整齐、设计精巧、编辑方便、编译与目标代码运行效率高、操作简便、使用灵活等许多鲜明的特点。当前，学习 C 语言已经成为广大计算机应用人员和 IT 从业人员的迫切需要。

本书引进计算思维（Computational Thinking）方法，从新的视角对 C 语言进行全面介绍，侧重对程序设计能力的培养。全书基于典型案例激发教学互动、创设关联情境，共分为 10 个情境，包括：情景一简单 C 程序设计；情境二数据类型、运算符、表达式和算法；情境三顺序结构；情境四选择结构；情境五循环结构；情境六数组；情境七函数；情境八指针；情境九结构体和共用体；情境十文件。为给读者提供参考，特将本书学习中会用到的 C 语言中的关键字、C 语言中的常用转义字符、ASCII 码对照表、C 语言中的运算符优先级对照表、C 语言中的常见错误中英文对照表、C 语言中的库函数归纳整理，作为附录附于书后。

本书采用工学结合、任务驱动的方式编写，以培养计算思维能力为主线，使读者能通过案例轻松地学到相应的知识点，不仅适用于课堂教学，也适合广大计算机爱好者自学。

本书由陈虹、刘熹担任主编，由罗晓娟、王永策担任副主编。其中，情境一、情境二、情境十由罗晓娟编写，情境三、情境四、情境五由陈虹编写，情境六、情境七由王永策编写，情境八、情境九、附录由刘熹编写。全书由苏啸教授主审。

本书在编写过程中参考了一些优秀的著作、书籍和网站，在此对这些参考资料的作者表示最诚挚的谢意。在本书的出版过程中，得到了苏啸教授、周锦春教授及许多同事的指导和帮助，同时得到了中国铁道出版社的大力支持，在此，向他们表示衷心的感谢！

在本书的编写过程中，尽管我们力求精益求精，但由于时间仓促，加之水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者和同行批评指正。

编　者

2014 年 12 月

目录

CONTENTS

情境一 简单C程序设计

计算思维（Computational Thinking）是一种新的思维方法，它利用计算机科学的基础概念解决问题、进行系统设计并理解人类行为。计算思维一词由周以真（Jeannette M.Wing）教授于2006年提出，目前受到了广泛的重视。美国的卡内基·梅隆大学早在2007年就建立了计算思维中心，目的是研究计算机学科与其他学科交叉研究的新方法。ACM（Association for Computing Machinery，国际计算机学会）在2008年公布的《CC2001计算机科学教学指导草案》中指出，应该将计算思维作为计算机学科教学的重要组成部分。

计算思维不仅仅属于计算机学科，它将和阅读、写作及算术一样，成为21世纪每个人必须具备的基本技能。学生的程序设计能力就是计算思维的具体体现。C语言是国际上广泛流行的、很有发展前途的一种程序设计语言。下面我们将学习C语言程序设计，培养学生的计算思维能力。

C语言是在B语言的基础上发展起来的，它的根源可以追溯到ALGOL60。1960年出现的ALGOL60是一种面向问题的高级语言。1963年，英国的剑桥大学推出了CPL（Combined Programming Language），1967年对CPL作了简化，推出了BCPL（Basic Combined Programming Language）。1970年，美国贝尔实验室以BCPL为基础，又作了进一步简化，设计出了简单而且接近硬件的B语言，但B语言过于简单，功能有限。1973年，贝尔实验室在B语言的基础上设计出了C语言。C语言既保持了BCPL和B语言的优点，又克服了它们的缺点。最初的C语言只是为描述和实现UNIX操作系统而设计的。直到1975年UNIX第6版公布后，C语言的突出优点才引起了人们的普遍关注。1978年以后，C语言已先后移植到大、中、小、微型机上，现在已成为世界上最优秀的程序设计语言之一。

以1978年发表的UNIX第7版中的C编译程序为基础，由B.W.Kernighan和D.M.Ritchit合著了著名的*The C Programming Language*一书，通常简称为“K&R”，也有人称之为“K&R”标准。这本书中介绍的C语言成为后来广泛使用的C语言版本的基础，被称为标准C。1988年，随着微型计算机的日益普及，C语言出现了许多版本。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，美国国家标准学会（American National Standards Institute，ANSI）为C语言制定了一套ANSI标准，成为现行的C语言标准。1990年，ISO（International Organization for Standardization，国际标准化组织）再次采用了这种标准，所以也称之为C90。《标准修正案一》在1995年为C语言创建了一个新标准，但是只修正了一些C89标准中的细节和增加了更多更广的国际字符集支持。不过，这个标准引出了1999年ISO 9899:1999的发表，它通常被称为C99。C99于2000年3月被ANSI采用。在ANSI的标准确立后，C语言的规范在一段时间内没有大的变动。C语言是一种结构化语言。它层次清晰，便于按模块化方式组织程序，易于调试和维护。C语言的表现能力和处理能力极强。它不仅具有丰富的运算符和数据类型，便于实现各类复杂的数据结构。而且可以直接访问内存的物理地址，

进行位（bit）一级的操作。由于C语言实现了对硬件的编程操作，因此C语言集低级语言和高级语言的功能于一体，既可用于系统软件的开发，也适用于应用软件的开发。此外，C语言还具有效率高、可移植性强等特点，因此广泛地移植到各类型计算机，从而形成了多种版本的C语言。

学习目标

- 掌握C语言的基本概念。
- 了解C语言程序的基本结构。
- 编写几个简单的C程序。

编写两个程序，分别实现以下功能：

程序1：输出“这是我的第一个C程序”。

程序2：从键盘输入一个学生的考试成绩，判断并输出这个学生成绩是否及格。

- C程序的基本结构。
- C程序的运行步骤。

1.1 C语言程序的基本结构

1.1.1 简单的C语言程序

main是主函数的函数名，表示这是一个主函数。每一个C源程序都必须有且只能有一个主函数（main()函数）。printf()函数的功能是把要输出的内容送到显示器去显示。printf()函数是一个由系统定义的标准函数，可在程序中直接调用。

书写程序时应遵循的规则：

（1）一个声明或一条语句占一行。

（2）用{}括起来的部分，通常表示了程序的某一层次结构。{}一般与该结构语句的第一个字母对齐，并单独占一行。

（3）缩进风格。低一层次的语句或声明可比高一层次的语句或声明缩进若干格后书写，使程序看起来更加清晰，增加程序的可读性。

在编程时应力求遵循这些规则，以养成良好的编程风格。

【例1.1】从键盘输入两个整数，计算这两个整数的和。

程序如下：

```
#include <stdio.h> /*include称为文件包含命令，扩展名为.h的文件称为头文件或首部文件*/
void main()                          /*main()函数开始*/
{
    int a,b,sum;                     /*定义三个整型变量，以被后面程序使用*/
    printf("input number a,b=:");    /*显示提示信息*/
    scanf("%d,%d",&a,&b);            /*从键盘获得两个整数a和b*/
```

```
    sum=a+b;                          /*求a与b的和，并把它赋给变量sum*/
    printf("sum=%d\n",sum);           /*显示程序运算结果*/
}                                     /*main()函数结束*/
```

程序的功能是从键盘输入两个整数a和b，求a和b的和，然后输出结果。在main()函数之前的一行称为预处理命令。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，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，称为头文件或首部文件。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，都必须包含该函数原型所在的头文件。在例 1.1 中，使用了两个库函数：输入函数 scanf()和输出函数 printf()。scanf()和 printf()是标准输入/输出函数，其头文件为 stdio.h，在主函数前用 include 命令包含了 stdio.h 文件。

例 1.1 中的主函数体又可分为两部分：一部分为声明部分，另一部分为执行部分。声明是指变量的类型声明。C 语言规定，源程序中所有用到的变量都必须先声明，后使用，否则将会出错。这是编译型高级程序设计语言的一个特点。声明部分是 C 程序结构中重要的组成部分。例 1.1 中使用了三个变量：a、b、sum，用来表示输入的变量和结果。由于这三个变量都是整数类型，故用类型声明符 int 来声明。声明部分后的四行为执行部分，或称执行语句部分，用于完成程序的功能。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，请操作人员输入变量 a 和 b 的值。第二行为输入语句，调用 scanf()函数，接收从键盘上输入的数并存入变量 a 和 b 中。第三行是使用赋值表达式计算 a 和 b 的和并把结果存入变量 sum 中。第四行是用 printf()函数输出变量 sum 的值，程序结束。

【例 1.2】输入两个学生的期末考试的分数，输出其中分数较高的那个分数。

程序如下：

```
#include <stdio.h>
void main()                           /*主函数*/
{
    int max(int x,int y);             /*对被调用函数max()的声明*/
    int a,b,c;                        /*定义变量a,b,c*/
    printf("请输入两个成绩: ");       /*输入提示*/
    scanf("%d,%d",&a,&b);             /*输入两个学生的成绩*/
    c=max(a,b);                       /*调用max()函数，将得到的值赋给c*/
    printf("max=%d\n",c);             /*输出c值*/
}
int max(int x,int y)                  /*定义max()函数，函数值为整型，形式参数x,y为整型*/
{
    int z;                            /*max()函数中的声明，定义变量z*/
    if(x>y) z=x;                      /*如果x>y,则将x的值赋给变量z*/
    else z=y;                         /*否则将y的值赋给变量z*/
    return(z);                        /*将z的值返回到主函数中调用函数的位置*/
}
```

例 1.2 中程序的功能是由用户输入两个整数，输出其中较大的数。本程序由两个函数组成：主函数和 max()函数。函数之间是并列关系。可从主函数中调用其他函数。max()函数的功能是比较两个数，然后把较大的数返回主函数。max()函数是一个用户自定义函数。因此在主函数中要给出声明（程序第四行）。可见，在程序的声明部分中，不仅可以有变量声明，还可以有函数

声明。在程序的每行后用/*和*/括起来的内容为注释部分，程序不执行注释部分。

例 1.2 中程序的执行过程是：首先在屏幕上显示提示字符串，请用户输入两个数，按【Enter】键后由 scanf()函数接收这两个数并送入变量 a、b 中，然后调用 max()函数，并把 a、b 的值传送给 max()函数的参数 x、y。在 max()函数中比较 x、y 的大小，把较大者返回主函数的变量 c，最后在屏幕上输出 c 的值。

1.1.2 输入/输出函数

在前两个例子中用到了输入函数 scanf() 和输出函数 printf()，后续章节中会详细介绍。这里先简单介绍一下它们的格式，以便下面使用。scanf()和 printf()这两个函数分别称为格式输入函数和格式输出函数；其意义是按指定的格式输入/输出值。因此，这两个函数在括号中的参数表都由以下两部分组成：

```
"格式控制串",参数表
```

格式控制串是一个字符串，必须用双引号括起来，它表示了输入/输出量的数据类型。各种类型的格式表示可参阅后续章节。在 printf 函数中还可以在格式控制串内出现非格式控制字符，这时在显示屏幕上将原文打印。参数表中给出了输入或输出的量。当有多个量时，用逗号间隔。例如：

```
printf("%d+%d=%d\n",a,b,sum);
```

其中，%d 为格式字符，表示整数的输出。它在格式串中出现三次，分别对应 a、b 和 sum 这三个变量。其余字符为非格式字符，照原样输出在屏幕上。

1.1.3 C 语言程序的结构特点

（1）一个 C 程序可以由一个或多个源文件组成。

（2）每个源文件可由一个或多个函数组成。

（3）一个 C 程序不论由多少个文件组成，都有一个且只能有一个 main()函数，即主函数。

（4）源程序中可以有预处理命令（include 命令仅为其中的一种），预处理命令通常应放在源文件或源程序的最前面。

（5）每一个声明、每一条语句都必须以分号结尾。但预处理命令、函数头和右花括号“}”之后不能加分号。

（6）标识符、关键字之间必须至少加一个空格以示间隔。若已有明显的间隔符，也可不再加空格来间隔。

1.2 运行 C 程序的步骤与方法

1.2.1 运行 C 程序的步骤

为了使计算机能按照人的意志进行工作，必须根据问题的要求，编写出相应的程序。所谓程序，就是一组计算机能识别和执行的指令。每一条指令使计算机执行特定的操作。用高级语言编写的程序称为“源程序”，而计算机只能识别和执行由 0 和 1 组成的二进制指令，不能识别和执行用高级语言编写的指令。为了使计算机能执行高级语言源程序，必须先用一种称为“编

译程序”的软件，把源程序翻译成二进制形式的“目标程序”，然后将该目标程序与系统的函数库以及其他目标程序连接起来，形成可执行的目标程序。

编写好 C 源程序后，如何上机运行呢？通常需经过如下几个步骤：

（1）上机输入与编辑源程序（如 lx1.c 或 lx1.cpp）。

（2）对源程序进行编译，得到目标程序（如 lx1.ogj）。

（3）将目标程序与库函数连接，得到可执行的目标程序（如 lx1.exe）。

（4）运行可执行程序。

1.2.2　C 语言的版本及运行环境

为了编译、连接和运行 C 程序，必须要有相应的 C 编译系统。目前使用的大多数 C 编译系统都是集成开发环境（Integrated Development Environment，IDE），IDE 把程序的编辑、编译、连接和运行等操作全部集中在一个界面上进行，功能丰富，使用方法，直观易用。

C 程序编译器很多，目前比较流行的是 Microsoft Visual C++ 6.0，其既可以编译 C++程序，又可以编译 C 程序。

1．进入 Microsoft Visual C++ 6.0 集成开发环境

单击“开始”→“所有程序”→“Microsoft Visual C++ 6.0”命令，进入启动界面，如图 1-1 所示。

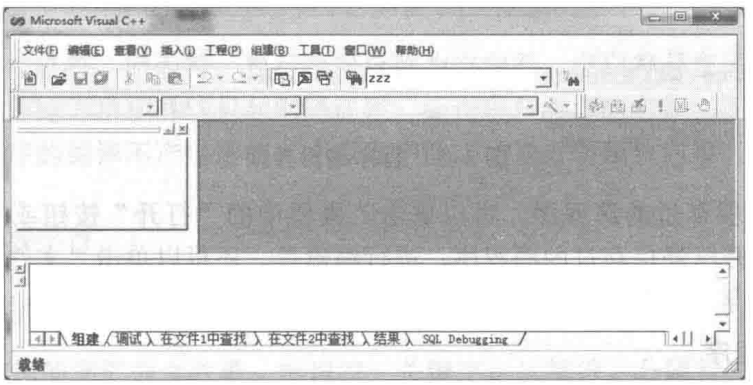


图 1-1　Microsoft Visual C++ 6.0 启动界面

2．新建 C/C++源程序

单击“文件”→“新建”命令，在“新建”对话框（见图 1-2）中单击“文件”标签，选择 C/C++ Source File 选项，选择文件保存位置（如自己建立的文件夹），输入文件名称（如 lx1），单击“确定”按钮。此时文件保存在默认文件夹中，可以单击“位置”旁边的按钮，设置文件保存的位置，如在 D 盘上建立的以自己名字命名的文件夹。

3．输入源程序

逐行输入源程序代码，关键字之间用一个或多个空格间隔，换行时按【Enter】键。在输入源程序时，还要注意区分大小写字母，如图 1-3 所示。

输入完成后，经检查无误，可以单击工具栏中的“保存”按钮或“文件”菜单中的“保存”命令保存源程序。

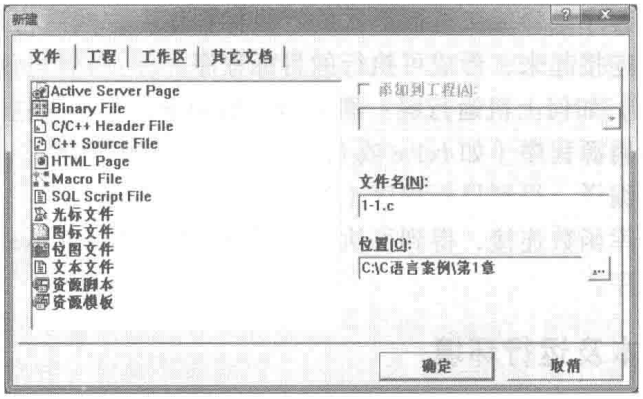


图 1-2 “新建”对话框

图 1-3 程序编辑界面

如果想编辑已保存过的源程序，可以单击工具栏中的“打开”按钮或“文件”菜单中的“打开”命令，打开已经保存过的源程序。进行编辑后，还可以单击“文件”菜单中的“另存为”命令，将其保存为一个新的文件。

4．编译运行程序

（1）源程序输入完成以后，单击“组建”菜单中的“编译［lx1.cpp］”命令，弹出的对话框如图 1-4 所示，单击“是”按钮，对源程序进行保存，然后编译。如有错误，会在程序编辑界面下面的窗格中显示，如图 1-5 所示，显示有一个错误（error）。错误必须改正，警告（warning）不影响运行。单击向上的滚动条，查看错误原因，对源文件进行修改，然后再次编译。

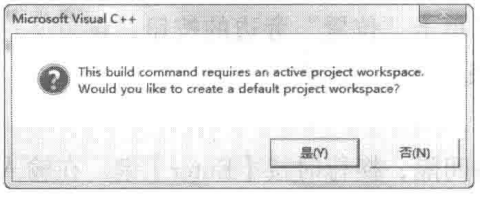


图 1-4 建立工作空间提示对话框

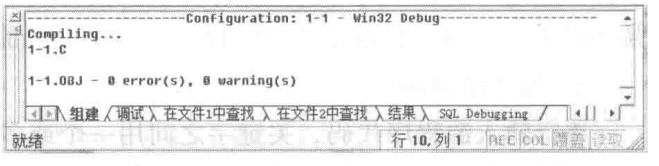


图 1-5 显示编译错误

（2）源程序编译成功后，单击“组建”菜单中的“组建［lx1.exe］命令”，使程序和系统提供的资源建立连接。

（3）源程序连接成功后，单击“组建”菜单中的“执行［lx1.exe］命令”（或按【Ctrl+F5】

组合键），查看程序运行结果，当提示输入数据时，输入“3,5”，按【Enter】键，程序运行结果如图 1-6 所示，屏幕最后显示 Press any key to continue，通知用户“按任何一键以便继续”；如结果不正确，则需要调试程序。

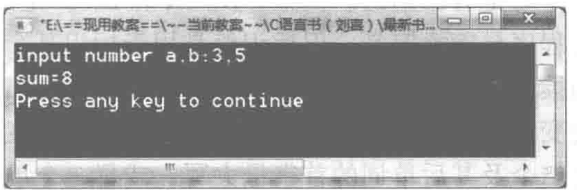


图 1-6　程序运行界面

5. 关闭工作空间

如果已完成对一个程序的操作，不需要再进行处理，可单击“文件”菜单中的“关闭工作空间”命令，结束对该程序的操作。

1.2.3　C 语言的字符集

字符是组成语言最基本的元素。C 语言的字符集由字母、数字、空格、标点和特殊字符组成。在字符常量、字符串常量和注释中，还可以使用汉字或其他可表示的图形符号。

（1）字母：小写字母（a～z）共 26 个，大写字母（A～Z）共 26 个。

（2）数字（0～9）共 10 个。

（3）空白符。空格符、制表符、换行符等统称为空白符。空白符只在字符常量和字符串常量中起作用。在其他地方出现时，只起间隔作用，编译程序将忽略它们。因此，在程序中使用空白符与否，对程序的编译不产生影响。在程序中适当的地方使用空白符，会增加程序的清晰性和可读性。

（4）标点和特殊字符。

1.2.4　C 语言的词汇

在 C 语言中使用的词汇分为六类：标识符、关键字、运算符、分隔符、常量、注释符。

1. 标识符

在程序中使用的变量名、函数名、标号等统称为标识符。除库函数的函数名由系统定义外，其余都由用户自定义。C 语言规定，标识符只能是字母（A～Z，a～z）、数字（0～9）、下画线组成的字符串，并且第一个字符必须是字母或下画线。

以下标识符是合法的：

```
a,x,_3x,BOOK1,sum5
```

以下标识符是非法的：

```
3s          /*以数字开头*/
s*T         /*出现非法字符*/
bowy-1      /*出现非法字符-(减号)*/
int         /*是关键字*/
```

在使用标识符时必须注意以下几点：