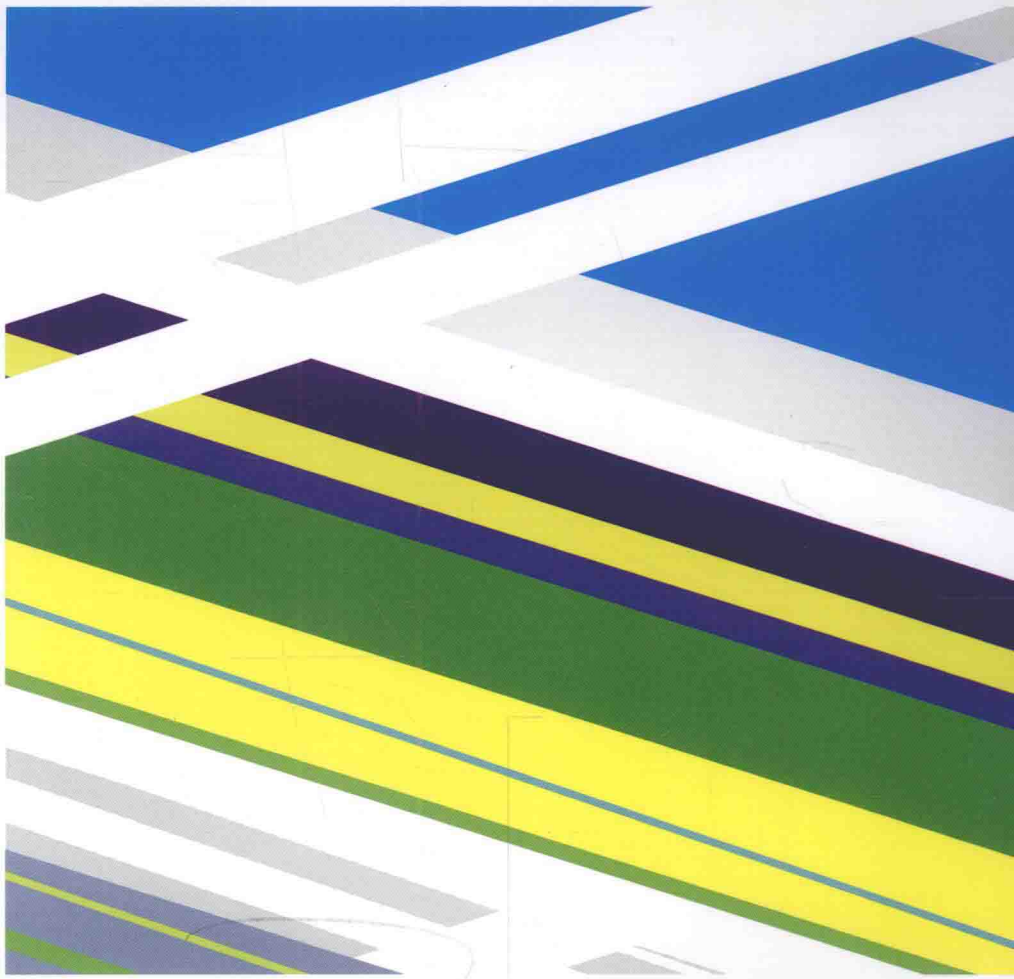

C语言程序设计与实验指导

（第2版）

主　编　侯清兰　倪　倩

副主编　冯志杰　李正芳
李德云　穆若金
张玉珍　刘春强

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

C 语言程序设计与实验指导

（第 2 版）

主　编　侯清兰　倪　倩
副主编　冯志杰　李正芳　李德云
　　穆若金　张玉珍　刘春强

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书较为全面地介绍了 C 语言程序设计的基本语法、程序设计的基本思想及传统的结构化程序设计的一般方法；介绍了 C 语言程序设计实验。本书共分 11 章，第 1～10 章为 C 语言程序设计篇，第 11 章为实验篇。

本书结构清晰、内容详实、深入浅出、注重实用、易学易用，可作为高等院校工科专业的教材使用，也可供从事计算机技术的工程技术人员学习参考。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计与实验指导 / 侯清兰，倪倩主编. —2 版. —北京：北京理工大学出版社，2016.8

ISBN 978-7-5682-2938-8

Ⅰ. ①C…　Ⅱ. ①侯…　②倪…　Ⅲ. ①C 语言-程序设计-高等学校-教材　Ⅳ. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 201646 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司
社　　址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号
邮　　编 / 100081
电　　话 / （010）68914775（总编室）
　　（010）82562903（教材售后服务热线）
　　（010）68948351（其他图书服务热线）
网　　址 / http://www.bitpress.com.cn
经　　销 / 全国各地新华书店
印　　刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司
开　　本 / 787 毫米×1092 毫米　1/16
印　　张 / 15
字　　数 / 355 千字
版　　次 / 2016 年 8 月第 2 版　2016 年 8 月第 1 次印刷
定　　价 / 43.00 元

责任编辑 / 高　芳
文案编辑 / 高　芳
责任校对 / 周瑞红
责任印制 / 李志强

前　言

“C 语言程序设计与实验指导”是计算机及相关专业的专业基础课程之一，C 语言简洁高效、结构丰富，是良好的结构化语言，可移植性强，生成代码质量高，既可以用来编写系统软件，也可以用来编写应用软件，是工科学生学习计算机语言的首选课程，也是学习其他高级语言的基础。该课程在我校已开设多年，积累了较丰富的教学经验。2010 年该课程被评为青岛滨海学院校级精品课程，2012 年该课程被评为山东省省级精品课程。

通过本课程的学习，学生可以掌握 C 语言的基本语法、程序设计的基本思想及传统的结构化程序设计的一般方法。以 C 为语言基础，培养学生严谨的程序设计思想、灵活的思维方式及较强的动手能力，并以此为基础，逐渐掌握复杂软件的设计和开发手段，为后续专业课程的学习打下扎实的理论和实践基础。

本教材根据教育部考试中心制定的《全国计算机等级考试大纲》对二级 C 语言的考试范围要求，组织有多年 C 语言教学经验的老师编写而成。本教材主要分两部分：第一部分是 C 语言程序设计，包括 C 语言的各种数据类型、运算符、各种表达式、语句结构、函数、指针、结构体和共同体、文件等内容；第二部分为 C 语言程序设计实验，包括 14 个实验。本教材内容精炼、体系合理、逻辑性强、例题和习题丰富、讲解通俗易懂，理论与实践相结合，既可以作为高等院校工科专业的教材，也可以作为相关工作人员的自学教材使用。

本书第一版已试用三年，因计算机科学技术的发展和教学实践的需求，课程组对原书进行修订，现出版第二版。课程组希望尽己所能力求最佳，但毕竟水平和精力有限，最终的书稿中肯定存在一些不妥甚至错误之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

CONTENTS 目录

第1章

C语言程序设计基础

学习目标

学习C语言程序的构成和格式，了解C语言的特点。

学习要求

- 掌握C语言程序的构成和格式。
- 了解C语言的特点。

1.1 简单C语言程序的构成和格式

为了解C语言程序的构成和编写格式，下面先看两个简单的例子。

例1.1 在屏幕上显示“This is a C Program”。

```
#include <stdio.h>                          /*stdio.h是标准输入/输出头文件*/
void main()                                 /*main是C语言的主函数*/
{                                           /*用花括号“{ }”括起来的部分为函数体*/
    printf("This is a C Program");          /*printf是格式输出函数*/
}
```

执行以上程序后的输出结果为：

```
This is a C Program
```

例1.2 求矩形的面积。

程序如下：

```
#include <stdio.h>
void main()
{
   float a,b,area;
   a=1.2;                                   /*将矩形的两条边长分别赋给a和b*/
```

```
    b=3.6;
    area=a*b;                                /*计算矩形的面积并存储到变量 area 中*/
    printf("a=%f,b=%f,area=%f\n" ,a,b,area);      /*输出矩形的边长和面积*/
}
```

执行以上程序后的输出结果为：

```
a=1.200000,b=3.600000,area=4.320000
```

以上两个程序都是完整的 C 语言程序，在代码编写完成之后，生成源程序文件，后缀名为.c。需要经过编译、连接、执行三个步骤才可看到程序结果。编译是将高级程序设计语言编写的源程序翻译成二进制形式的“目标程序”，后缀名为.obj。连接是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，形成可执行的程序，后缀名为.exe。最后就是执行上述两个步骤生成的可执行程序，将结果输出到屏幕上。

程序中的#include <stdio.h>通常称为命令行，是一条编译预处理命令，它的作用是通知 C 语言编译系统在程序进行正式编译之前应该做一些预处理工作。

stdio.h 是系统提供的头文件，该文件中包含着有关输入/输出函数的说明信息。

main 是主函数名。C 语言规定必须用 main 作为主函数名，是程序的“入口”，main()是程序执行的第一条语句。注意：在 C 程序中，主函数必须有且只能有一个，但可以包含任意多个不同名的函数。主函数可以放在整个 C 程序中的任何位置，但 C 程序的执行始终是从 main 函数开始的。一个函数名后面必须跟一对圆括号。

{ }括起来的部分称为函数体。函数体内部包括说明部分和执行部分。

int 和 float 是 C 程序的数据类型。这两个关键字的作用是向计算机系统提出请求，定义整型变量和浮点型变量，同时申请在内存中占用相应的内存空间。

printf()是格式输出函数，它是系统的库函数（又称为标准函数）。这些库函数由系统开发商事先编写好并存放在系统文件中，该函数的作用是在屏幕光标的位置上输出数据。

scanf()是格式输入函数，它也是系统的库函数。该函数是用来输入数据的函数，计算机执行到该函数时会停下来等待键盘上输入的数据。C 语言本身没有输入/输出语句，输入/输出操作都是由以上两个输入/输出库函数来完成的。

每个 C 语言程序语句的后面都必须有分号，分号的作用是表明语句到此结束。如果在编写 C 语言程序时忘记输入分号的话，那可就犯了一个大错误。但需注意预编译处理命令#include<stdio.h>后面没有分号。

C 语言程序书写格式自由，一行内可以写几个语句，一个语句可以分写在多行上。

在编写程序时可以在程序中加入注释，以说明变量的含义、语句的作用和程序段的功能，从而帮助人们阅读和理解程序。因此，一个好的程序应该有详细的注释。在添加注释时，注释内容必须放在符号“/*”和“*/”之间。添加注释也可用符号“//”。两者的区别是：“/*...*/”可以表示跨行的注释说明，而“//”只能说明本行的内容为注释说明。

1.2 C 语言的特点

C 语言是一种通用性很强的结构化程序设计语言，它既可以用来编写系统软件，也可以用来编写应用软件。它具有丰富的运算符号和数据类型，语言简单灵活，表达能力强。C 语言的主要特点如下。

1. 用 C 语言编写的程序非常简洁

C 语言只有 32 个关键字，9 种控制语句，程序主要由小写字母组成，书写格式自由，压缩了不必要的成分，相对其他计算机语言而言，其源程序较短，因此输入程序时工作量少，使用方便、灵活。

2. 运算符非常丰富

C 语言的运算符包含的范围很广泛，共有 34 种运算符。C 语言把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理，从而使 C 语言的运算符类型极其丰富，表达式类型多样化。灵活使用各种 C 语言的运算符可以完成在其他高级语言中难以实现的运算。

3. 数据类型丰富

C 语言的数据类型丰富，具有现代化语言的各种数据类型。C 语言的数据类型有：整型、实型、字符型、数组型、指针型、结构体型、共用体型和枚举型等。它们能用来实现各种复杂的数据结构。因此，C 语言具有很强的数据处理能力。

4. 具有结构化的控制语句

C 语言是一种结构化程序设计语言，它具有结构化控制语句（if else、while、do while、switch、for 等语句）。C 语言用函数作为程序模块，以实现程序的模块化。因此，C 语言十分有利于实现结构化、模块化程序设计。

5. 允许直接访问物理内存

C 语言既具有高级语言的特点，又具有低级语言的一些功能。它允许直接访问物理内存，能进行位（bit）运算，可以直接对硬件进行操作。

6. C 语言程序的可移植性好

C 语言程序本身不依赖于机器硬件系统，这便于在硬件结构不同的机种间和各种操作系统中实现程序的移植。C 语言的优点很多，但也有不足之处。C 语言语法限制不太严格，程序设计时自由度大，对变量类型的使用比较灵活，允许程序编写者有较大的自由度，放宽了对语法的检查。为此，程序员应当仔细检查程序，以保证其正确性，而不要过分依赖 C 语言编译程序去查错。

练 习 题

1. 选择题

（1）以下叙述中正确的是（　　）。

A. C 程序的基本组成单位是语句　　B. C 程序中的每一行只能写一条语句

C. 简单 C 语句必须以分号结束　　D. C 语句必须在一行内写完

（2）计算机能直接执行的程序是（　　）。

A. 源程序　　B. 目标程序　　C. 汇编程序　　D. 可执行程序

（3）以下叙述中正确的是（　　）。

A. C 语言程序中的注释只能出现在程序的开始位置和语句的后面

B. C 语言程序书写格式严格，要求一行内只能写一个语句

C. C 语言程序书写格式自由，一个语句可以写在多行上

D. 用 C 语言编写的程序只能放在一个程序文件中

（4）下列叙述中正确的是（　　）。

A. C 语言程序将从源程序中第一个函数开始执行

B. 可以在程序中由用户指定任意一个函数作为主函数，程序将从此开始执行

C. C 语言规定必须用 main 作为主函数名，程序将从此开始执行，在此结束

D. main 可作为用户标识符，用以命名任意一个函数作为主函数

（5）一个 C 语言程序是由（　　）。

A. 一个主程序和若干子程序组成　　B. 函数组成

C. 若干过程组成　　D. 若干子程序组成

（6）C 语言源文件的扩展名为（　　）。

A. .c　　B. .h　　C. .obj　　D. .exe

（7）一个 C 语言程序（　　）主函数。

A. 有且仅有一个　　B. 大于等于一个　　C. 可以没有　　D. 至少两个

2. 判断题（对的在题后的括号里打“√”，错的打“×”）

（1）C 语言程序的一行只能写一条语句。（　　）

（2）在标准 C 语言程序中，语句必须以“;”结束。（　　）

（3）main 函数必须写在一个 C 语言程序的最前面。（　　）

（4）一个 C 语言程序可以包含若干函数，但必须有主函数。（　　）

（5）一个 C 语言程序的执行是从本程序文件的第一个函数开始，到本程序文件的最后一个函数结束。（　　）

（6）在 C 语言程序中，注释说明只能位于一条语句的后面。（　　）

第2章 数据类型与运算

学习目标

了解 C 语言的基本数据类型，掌握 C 语言的基本运算符和表达式。

学习要求

- 了解 C 语言的基本数据类型。
- 掌握 C 语言的基本运算符和表达式。

数据类型是指数据在计算机内存中的表现形式。C 语言提供的数据类型及分类有以下几种：

- 基本类型　包括整型、实型（浮点型）、字符型和枚举型 4 种。
- 构造类型　包括数组类型、结构体类型和共用体类型 3 种。
- 指针类型　是一种特殊的数据类型，其值用来表示某个变量在内存中的地址。
- 空类型　空类型 void 用来声明函数的返回值类型为空，不能声明变量。

前 3 种类型的数据都有常量和变量之分，本章主要介绍整型、实型和字符型 3 种基本的数据类型。

2.1 常量与变量

在程序运行过程中，其值不能被改变的量称为常量，其值可以改变的量称为变量。

2.1.1 常量与符号常量

C 语言中常用的常量主要有 3 类：整型常量、实型常量和字符常量。整型常量和实型常量又称为数值型常量，它们有正值和负值之分。如 12、–1、0 都是整型常量，3.1415926、–1.35、0.0 都是实型常量。字符常量是用单引号括起来的一个字符，如'a'、'A' 等。这些都是字面上的

常量，除此之外，C 语言中可以用一个符号名来代表一个常量，称为符号常量。

例 2.1 符号常量的使用。

```
/*程序功能：计算圆的面积*/
#include <stdio.h>
#define  PI  3.1415926
void main()
{
   float r,s;
   r=5.0;
   s=PI*r*r;
   printf("Area is %f", s);
}
```

程序中用#define 命令行定义 PI 代表常量 3.1415926，此后凡在该程序中出现 PI 都代表 3.1415926，可以和常量一样进行运算。

注意：符号常量的值在其作用域内不能改变，也不能再被赋值，这一点要和变量区分开。

使用符号常量有以下好处：

（1）含义清楚。定义符号常量名时应考虑“见名知意”。

（2）在需要改变一个常量时能做到“一改全改”。

2.1.2 变量

在程序运行过程中，其值可以改变的量称为变量。程序中用到的所有变量都必须有一个名字作为标识。

变量的名字由用户自己定义，它必须符合标识符的命名规则。在 C 语言中，变量名、函数名、数组名等的命名都必须遵守一定的规则，按此规则命名的符号称为标识符。合法标识符的命名规则是：① 标识符可以由字母、数字和下划线组成；② 第一个字符必须是字母或下划线；③ 不能是 C 语言关键字。

以下都是合法的标识符：

a，area，PI，a_arr，_ss

以下都是非法的标识符：

123，a-b，a&b，￥s

在 C 语言的标识符中，大写字母和小写字母被认为是两个不同的字符，例如 S 和 s 是两个不同的标识符。习惯上，变量名用小写字母命名，符号常量用大写字母命名。

一个变量实质上是代表了内存中的一个存储单元。在程序中，定义了一个变量 a，实际上是给用 a 命名的变量分配了一个存储单元，用户对变量 a 进行的操作就是对该存储单元进行的操作；给变量 a 赋值，实质上就是把数据存入该变量所代表的存储单元中。

C 语言规定，程序中所有变量都必须先定义后使用。

像常量一样，变量也有整型变量、实型变量、字符型变量等不同类型。在定义变量的同时要说明其类型，这样，系统在编译时就能根据其类型为其分配相应的存储单元。

2.2 整型数据

2.2.1 整型常量

整型常量即整常数，在C语言中有以下3种不同的表示形式。

（1）十进制整数：由数字1～9开头，其余各位由0～9组成。如123、–789、0等。

（2）八进制整数：由数字0开头，其余各位由0～7组成。在书写时要加前缀“0”。如012表示八进制数12，等于十进制数10；–0123表示八进制数–123，等于十进制数–83。

（3）十六进制整数：由0x或0X开头，其余各位由0～9与字母a～f（0X开头时输出为A～F）组成。在书写时要加前缀“0x”或“0X”。如0x36，代表十六进制数36，等于十进制数54；–0x123，代表十六进制数–123，等于十进制数–291。

在计算机内部表示数据时是采用二进制，二进制整数由数字0和1构成。如011101等。

在C语言中输出数据时，只有十进制数可以带负号，八进制和十六进制数输出时不会出现负号。

二进制、八进制、十进制、十六进制之间可以相互转换。0～15的十进制数与二进制、八进制、十六进制之间的转换关系见表2.1。

表2.1 各进制之间的转换关系

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0	8	1000	10	8
1	1	1	1	9	1001	11	9
2	10	2	2	10	1010	12	A
3	11	3	3	11	1011	13	B
4	100	4	4	12	1100	14	C
5	101	5	5	13	1101	15	D
6	110	6	6	14	1110	16	E
7	111	7	7	15	1111	17	F

1. 二进制、八进制、十六进制数转化为十进制数

对于任何一个二进制数、八进制数、十六进制数都可以写出它的按权展开式，再进行计算即可。例如：

$$(1111.11)_2 = 1\times2^3 + 1\times2^2 + 1\times2^1 + 1\times2^0 + 1\times2^{-1} + 1\times2^{-2} = (15.75)_{10}$$

$$(127.2)_8 = 1\times8^2 + 2\times8^1 + 7\times8^0 + 2\times8^{-1} = (87.25)_{10}$$

$$(A10B.8)_{16} = 10\times16^3 + 1\times16^2 + 0\times16^1 + 11\times16^0 + 8\times16^{-1} = (41227.5)_{10}$$

2. 十进制数转换为二进制数

（1）对于整数部分采用除2取余法，即逐次除以2，直至商为0，得出的余数倒排，即为

二进制各位的数码。

（2）小数部分采用乘 2 取整法，即逐次乘以 2，从每次乘积的整数部分得到二进制数各位的数码。

例：将十进制数 6.375 转换为二进制数。

除数	被除数	余数
2	6	0
2	3	1
	1	1

```
  0.375
×     2
-------
  0.750      乘积无进位，即a-1=0
×     2
-------
  1.500      乘积有进位，即a-2=1
×     2
-------
  1.000      乘积有进位，即a-3=1
```

故：$(6.375)_{10}=(110.011)_2$

3. 二进制数转换为十六进制数

二进制数转换成十六进制数的方法是：将二进制数从小数点开始，对二进制整数部分向左每 4 位分成一组，对二进制小数部分向右每 4 位分成一组，不足 4 位的分别向高位或低位补 0 凑成 4 位。每一组有 4 位二进制数，分别转换成十六进制数中的一个数字，全部连接起来即可。

例：$(1101010.110)_2=(6A.C)_{16}$

4. 二进制数转换为八进制数

二进制数转换成八进制数的方法是：将二进制数从小数点开始，对二进制整数部分向左每 3 位分成一组，对二进制小数部分向右每 3 位分成一组，不足 3 位的分别向高位或低位补 0 凑成 3 位。每一组有 3 位二进制数，分别转换成八进制数中的一个数字，全部连接起来即可。

例：$(1101010.110)_2=(152.6)_8$

2.2.2 整型变量

C 语言中所用到的变量都必须在程序中先定义，即类型定义或类型声明，也就是“先定义，后使用”。下面以基本整型为例说明如何定义整型变量。基本整型用类型名关键字“int”进行定义，例如：

```
int k;        /*定义 k 为整型变量*/
```

一个定义语句必须以一个“;”结束。在一个定义语句中也可以同时定义多个变量，变量之间用逗号隔开。例如：

```
int i,j,k;
```

定义变量 i、j、k 后，编译系统仅为 i、j 和 k 开辟存储单元，并为存储单元中随机分配一个无意义的值。

C 语言规定，可以在定义变量的同时给变量赋初值，也称变量的初始化。例如：

```
int i=1,j=2,k=3;
```