普通高等教育“十三五”规划教材

C语言程序设计教程

邓小亚　主编
杨清平　主审

科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

C语言程序设计教程

邓小亚 主 编
王海燕 成淑萍 刘笃晋 副主编
杨清平 主 审

科学出版社

内 容 简 介

本书内容安排循序渐进，力求用通俗易懂的程序示例讲解 C 语言中的主要知识点，帮助初学者建立程序设计的思维方式，培养初学者编写程序和调试程序的能力与技巧。本书共 11 章，系统地介绍了程序设计的基本概念和结构化程序设计的方法、算法、C 语言的数据类型、3 种基本结构的程序设计、数组、函数、指针、文件、项目实战等。

另外，为帮助读者理解教材内容，强化动手能力，我们还针对每章内容编写了《C 语言程序设计教程实验指导与习题解答》（邓小亚主编，科学出版社出版），供读者学习时参考。

本书结构新颖、案例经典，适合作为高等学校本、专科各专业计算机程序设计课程的教材，也可供程序设计相关行业的人员自学或参考。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计教程：含实验指导与习题解答/邓小亚主编. —北京：科学出版社，2017

（普通高等教育“十三五”规划教材）

ISBN 978-7-03-053883-3

Ⅰ.①C… Ⅱ.①邓… 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（2017）第 153564 号

责任编辑：宋 芳 王 惠 / 责任校对：马英菊

责任印制：吕春珉 / 封面设计：东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

北京中科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 8 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2017 年 8 月第一次印刷 印张：33 3/4

字数：780 000

定价：84.00 元（共两册）

（如有印装质量问题，我社负责调换〈中科〉）

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135397-2052

前　言

C 语言是目前广泛使用的程序设计语言之一，也是各高校普遍开设的一门重要基础课程。C 语言功能强大，数据类型丰富，目标程序效率高，可移植性好，既有高级语言的共性，又兼备低级语言的部分功能，不仅可用于系统软件的设计，还适用于应用软件的开发。由于 C 语言语法比较复杂，规则繁多，使用灵活，容易出错，学生掌握起来有一定的难度。针对这种情况，我们对“C 语言程序设计”课程进行了一系列教学方法改革。经过几年的教学实践，取得了许多经验和教学技巧，并不断总结提高，综合取得的成果和收获，编写了本书。

本书立足于培养学生的计算思维和算法设计与实现技术，训练学生的编程能力，使他们能够解决实际问题。本书遵从学生的认知规律，内容编排上将教师课堂讲授知识与学生课外阅读知识分开。课堂讲授内容介绍每个知识点的相关案例，采用案例驱动启发式教学，重点是算法的设计与编程的实现。课外阅读部分介绍必备的语法知识和扩展案例，用于强化关键知识点，与课堂讲授内容形成呼应，供学生课余时间进行自学与探讨，以此培养学生获取知识的能力。

全书共 11 章：第 1 章介绍了程序设计与 C 语言的基本知识，第 2 章介绍了算法及其表示方法，第 3 章介绍了简单数据处理，第 4 章介绍了选择结构程序设计，第 5 章介绍了循环结构程序设计，第 6 章介绍了数组，第 7 章介绍了函数，第 8 章介绍了指针，第 9 章介绍了结构体与共用体，第 10 章介绍了文件，第 11 章介绍了项目实战案例。

本书由邓小亚担任主编，王海燕、成淑萍、刘笃晋担任副主编，杨清平担任主审。邓小亚编写第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章，王海燕编写第 7 章、第 9 章、第 10 章，成淑萍编写第 6 章、第 8 章、第 11 章，刘笃晋编写第 2 章和附录 1 至附录 7，邓小亚负责最后的统稿。王光琼、鲁仕贵等提供了相关参考资料并提出了一些修改意见。编者在编写本书的过程中得到了科学出版社和编者所在学校的大力支持和帮助。在此，对支持本书出版的有关人员表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者提出宝贵的意见和建议。编者邮箱：dxy1234@163.com。

编　者

2017 年 5 月

目 录

第1章 程序设计与C语言

学习目标

- ✧ 掌握简单C语言程序的结构。
- ✧ 能够设计简单的C语言程序。
- ✧ 学会调试和运行C语言程序。
- ✧ 了解如何学习C语言。

课堂讲授

1.1 初识C语言

语言是人与人之间交流的工具，而程序设计语言是人与计算机之间交流的工具，C语言就是其中的一种。程序设计是指程序编写人员使用程序设计语言编写出一些用来完成一定功能的语句序列的过程。

1.1.1 最简单的C语言程序

【例1.1】要求在屏幕上输出以下信息。

```
This is a C program.
```

解题思路：在主函数中用printf()函数原样输出以上信息。

编写程序：

程序1：

```
#include <stdio.h>//编译预处理指令
int main()    //主函数
{             //函数体开始
   printf ("This is a C program.\n");
              //输出结果
   return 0;  //函数返回0
}             //函数体结束
```

程序2：

```
#include <stdio.h>//编译预处理指令
void main()       //主函数
{                 //函数体开始
   printf("This is a C program.\n");
                  //输出结果
}                 //函数体结束
```

运行结果：

```
This is a C program.
```

程序解析：

1）#include <stdio.h>为编译预处理指令，其功能是将头文件 stdio.h 的内容包含到用户源程序中。该头文件中声明了程序所需要的输入/输出函数等有关信息。本例程序中使用了 printf()输出函数，故需包含此头文件。

2）“//……”是单行注释（也可用“/*……*/”表示多行注释）。注释只是对程序起到说明和解释的作用，程序执行时注释语句不执行。

3）main()是主函数，每一个 C 语言源程序可以由多个函数构成，但有且只能有一个主函数；void 表示该函数没有返回值，int 表示该函数执行后返回一个 int 类型（整型）的数据。

4）{ }括起来的部分是 main()函数的主体，称为函数体。

5）printf()是标准输出函数，其含义是将双引号内的内容输出显示到屏幕，“\n”代表换行。

6）return 0 的作用是当 main()函数执行到此时将整数 0 作为函数值返回，正常结束。

7）以上两种代码可任选一种，本书所有程序均采用第一种（C99 标准）。

【例 1.2】求两个整数之和。

解题思路：设置 3 个变量，变量 a 和 b 用来存放两个整数，变量 sum 用来存放和，将两个整数分别存放到变量 a 和 b 中，然后执行 sum=a+b，最后输出 sum。

编写程序：

```
#include <stdio.h>
int main()
{  int a,b,sum;                          //定义整型变量 a、b、sum
   a=10;                                 //对变量 a 赋初始值
   b=20;                                 //对变量 b 赋初始值
   sum=a+b;                              //将 a 与 b 的和赋给 sum
   printf("sum is %d\n",sum);            //输出结果
   return 0;
}
```

运行结果：

```
sum is 30
```

程序解析：

1）a、b、sum 是 3 个变量，用于存储数据，int（整型）表示所存储数据的类型，变量必须先定义，后使用。

2）“=”是赋值运算符，表示把“=”右边的值赋给左边的变量，即存入左边的变量中。

3）“sum is %d\n”是输出格式字符串，作用是输出用户希望输出的字符和数据的格

式，其中“sum is”是用户希望输出的字符，“%d”表示以“十进制整数”形式输出，sum是输出数据。

1.1.2 简单C语言程序的基本结构

从例1.1和例1.2中，可以总结出简单C语言程序的基本结构如下。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    //变量的声明;
    //初始化原始数据;
    //处理数据;
    //输出结果;
    return 0;
}
```

说明：

1）如果程序中需要存储数据，就需要定义相应的变量并进行初始化，然后对数据进行处理得到想要的结果，最后输出结果（如例1.2）；如果不需要存储或处理数据，可直接输出结果（如例1.1）。

2）C语言程序结构的主要特点如下。

① 函数是C语言程序的基本组成单位，一个函数是一段相对独立的代码，这些代码往往具有某项功能。

② 一个C语言程序中有且仅有一个main()函数。

③ C语言程序中用“{}”表示程序的结构范围，必须成对出现。

④ C语言程序中用“;”表示语句的结束。

⑤ 可以对C语言程序加上注释，对程序功能进行必要的说明和解释。

⑥ C语言程序的执行总是从main()函数开始的，从main()函数的第一条语句开始，直到main()函数的最后一条语句结束。

⑦ 事实上，可以将一个独立执行的C语言程序称作一个C语言文件，一个文件又可以由一个或多个函数组成，所有的C语言程序都是由一个或多个文件组成的。

1.1.3 C语言程序的书写规范

C语言程序有比较自由的书写格式，但是过于“自由”的程序书写格式往往使人们很难读懂程序，初学者应该从一开始就养成良好的习惯，使编写的程序便于阅读。

C语言程序的书写规范如下。

1）一般情况下每条语句占用一行。

2）不同层次的语句，从该层的起始位置开始缩进；同一层次的语句，缩进同样多的字符数。

3）用大括号括起来的部分，通常表示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。

4）在程序里增加一些必要的注释，以增加程序的可读性。

思考

如何求 sum=2a+3b（其中 a、b 为两个已知的实数）？

提示：只需将例 1.2 中 a、b、sum 的类型定义为单精度实型（float a,b,sum;）或双精度实型（double a,b,sum;），求 sum 值的语句改为 sum=2*a+3*b，输出结果时采用%f 格式（printf("sum is %f \n",sum);）即可。

1.2 设计简单的 C 语言程序

1.2.1 程序设计的方法和步骤

程序设计的方法和步骤如下：

1）分析问题。对给定的任务进行认真分析，研究所给定的条件，分析最后应达到的目标，找出解决问题的规律，选择解题的方法。

2）设计算法。设计出解题的方法和具体步骤。

3）编写程序。根据设计的算法，用一种程序设计语言编写出源程序。

4）对源程序进行编辑、编译和连接，得到可执行程序。

5）运行程序，分析结果。运行可执行程序，得到运行结果。能得到运行结果并不意味着程序正确，要对结果进行分析，看其是否合理。

6）编写程序文档，即提供给用户的程序说明书（也称用户手册）。

【例 1.3】求两个整数中的较大者。

解题思路：按照程序设计的方法和步骤，首先分析问题，即已知两个整数，求较大者，只需将两个整数进行比较就可得到较大者。然后设计算法，即①设置 3 个整型变量 a、b、max，其中 a 和 b 用来存放两个整数，max 用来存放较大者；②给变量 a、b 赋初值；③进行大小比较，若 a>b，把 a 存到 max 中，否则把 b 存到 max 中；④输出 max。

编写程序：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a,b,max;              //变量的声明;
    a=5;                      //初始数据,也可使用输入函数: scanf("%d",&a);
```

```
    b=10;                    //初始数据,也可使用输入函数: scanf("%d",&b);
    if(a>b)                  //处理数据;
      max=a;
    else
      max=b;
    printf("max=%d\n",max);   //输出结果;
    return 0;
}
```

运行结果：

```
max=10
```

如果使用 scanf("%d",&a); scanf("%d",&b);，则

```
5  10↙
max=10
```

程序解析：

1）对于程序中变量 a、b 的初始化采用的赋值语句，如果求另外两个数的较大者就需要修改程序，若不修改程序，根据用户输入的数据来判断，可以使用格式化输入函数 scanf()。该函数圆括号内包括两部分：一是引号中的内容，“%d”表示数据按“十进制整数”形式输入；二是输入数据的存放位置，“&a”（变量 a 的地址）表示存放到变量 a 中。

2）if(a>b) max=a; else max=b; 表示如果 a>b 成立，将 a 存到 max 中，否则将 b 存到 max 中，这样 max 中存放的就是 a、b 两个数中的较大者。

3）源程序的调试和运行参见 1.2.2 节。

思考

如何求 3 个数中的最大者？

提示：先找出前两个数的较大者 max，然后找出 max 与第 3 个数的较大者，所得的较大者即 3 个数的最大者。

1.2.2　C 语言程序的调试和运行

用 C 语言编写的程序称为 C 语言源程序，计算机不能直接识别和执行 C 语言源程序，必须用编译程序（如 Visual C++ 6.0 等）把 C 语言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及其他目标程序连接起来，形成可执行程序。

从编写一个 C 语言程序到运行得到结果一般要经过以下几个步骤。

1. 上机输入和编辑源程序

将 C 语言源程序输入计算机，若发现有错误，要及时改正，最后将源程序保存到磁

盘文件中，其文件扩展名为.c。

2. 对源程序进行编译

编译就是将 C 语言源程序翻译成二进制形式的目标程序，其文件扩展名为.obj。在编译时，系统要对源程序进行语法检查，若发现错误，则显示出错信息（参见附录 7），此时应重新进入编辑状态，修改错误后再重新编译，直到通过编译为止。

3. 进行连接处理

连接是指将各个模块的二进制目标代码与系统标准模块经过连接处理，得到可执行程序，其文件扩展名为.exe。

4. 运行可执行程序，得到运行结果

一个经过编译和连接的可执行文件，只有在操作系统的支持和管理下才能运行。

说明：C 语言程序的调试和运行详见实验教材第 1 部分。

课外阅读

1. 程序、程序设计、程序设计语言

为了让计算机能够按人的意图处理问题，人们必须借助计算机能够理解的语言即程序设计语言，告诉计算机要处理什么及如何处理，这个过程便是程序设计。

计算机中的程序，指的是用程序设计语言描述的某一问题的解决步骤。日常生活中的程序性工作多会有变数，许多事情并不要求完全按照程序做，具有一定的灵活性；但计算机对程序的执行则完全是严格的，必须按程序中的指令进行，没有“商量”的余地。

2. 程序设计语言的分类

自 20 世纪 60 年代以来，世界上公布的程序设计语言已有上千种之多，但是只有很小一部分得到了广泛的应用。从发展历程来看，程序设计语言可以分为 4 代。

1）第一代——机器语言。机器语言是由二进制 0、1 代码指令构成的，不同的 CPU 具有不同的指令系统。机器语言程序存在难编写、难修改、难维护等缺点，需要用户直接对存储空间进行分配，编程效率极低。这种语言已经渐渐被淘汰了。

2）第二代——汇编语言。汇编语言指令是机器指令的符号化，与机器指令存在着直接的对应关系，所以汇编语言同样存在着难学难用、容易出错、维护困难等缺点。但是汇编语言也有自己的优点：可直接访问系统接口，汇编程序翻译成的机器语言程序的效率高。从软件工程角度来看，只有在高级语言不能满足设计要求，或不具备支持某种特定功能的技术性能（如特殊的输入/输出）时，才使用汇编语言。

3）第三代——高级语言。高级语言是面向用户的、基本上独立于计算机种类和结构的语言。其最大的优点是形式上接近于算术语言和自然语言，概念上接近于人们通常使用的概念。高级语言的一个命令可以代替几条、几十条甚至几百条汇编语言的指令。因此，高级语言易学易用，通用性强，应用广泛。

从描述客观系统来看，高级程序设计语言可以分为面向过程高级语言和面向对象高级语言。

① 面向过程的高级语言：以“数据结构+算法”程序设计范式构成的程序设计语言。例如，FORTRAN、COBOL、BASIC、Pascal、C均为面向过程的高级语言。

② 面向对象的高级语言：以“对象+消息”程序设计范式构成的程序设计语言。比较流行的面向对象高级语言有Delphi、Visual Basic、Java、C++、C#、PHP等。

4）第四代——非过程化语言。使用非过程化语言编码时只需说明“做什么”，不需要描述算法细节。数据库查询和应用程序生成器是非过程化语言的两个典型应用。

3. C语言的特点

程序设计语言有很多，在众多的程序设计语言中，C语言由于强大的功能和各方面的优点逐渐为人们所认识，并很快在各类大型、中型、小型和微型计算机上得到了广泛的应用，成为当代较优秀的程序设计语言之一。

C语言作为计算机编程语言，具有功能强、语句表达简练、控制和数据结构丰富灵活、程序开销小等特点。C语言既具有如Pascal、FORTRAN、COBOL等通用程序设计语言的特点，又具有汇编语言中的位、地址、寄存器等概念，拥有其他许多高级语言所没有的操作能力；既适合编写系统软件，又可用来编写应用软件。具体说来，C语言具有以下特点。

1）C语言的语言成分简洁，结构紧凑，书写形式自由；

2）C语言拥有丰富的数据类型；

3）C语言的运算符丰富，功能强大；

4）C语言是结构化程序设计语言；

5）C语言对语法限制不严格，程序设计灵活；

6）C语言程序具有良好的可移植性；

7）C语言可以实现汇编语言的大部分功能；

8）C语言编译后生成的目标代码小，质量高，程序的执行效率高，有资料显示只比汇编代码效率低10%～20%。

其中1）～6）属于高级语言的特点，7）和8）属于低级语言的特点。对于初学者来说，暂时对C语言没有全面的了解，理解这些特点还为时过早，此处只做简单介绍，在以后的学习中我们会逐渐地体会到C语言的这些特点。

4. C语言的发展历史

C语言之所以命名为C，是因为C语言源自K.Thompson发明的B语言，而B语

言源自 BCPL 语言。

1967 年，剑桥大学的 M.Richards 对 CPL（Combined Programming Language）进行了简化，于是产生了 BCPL（Basic Combined Programming Language）。

1970 年，美国贝尔实验室的 K.Thompson，以 BCPL 为基础，设计出很简单且很接近硬件的 B 语言（取 BCPL 的首字母），并且用 B 语言写了第一个 UNIX 操作系统。

1972 年，美国贝尔实验室的 D.M.Ritchie 在 B 语言的基础上设计出了一种新的语言，并取了 BCPL 的第二个字母作为这种语言的名字，这就是 C 语言。

1973 年初，C 语言的主体完成。Thompson 和 Ritchie 迫不及待地开始用它重写了 UNIX。随着 UNIX 的发展，C 语言自身也在不断完善。直到今天，各种版本的 UNIX 内核和周边工具仍然使用 C 语言作为最主要的开发语言，其中还有不少继承 Thompson 和 Ritchie 的代码。

C 语言继续发展。1982 年，很多有识之士和美国国家标准协会（American National Standards Institute，ANSI）为了使这个语言健康地发展下去，决定成立 C 标准委员会，建立 C 语言的标准。委员会由硬件厂商、编译器及其他软件工具生产商、软件设计师、顾问、学术界人士、C 语言作者和应用程序员组成。1989 年，ANSI 发布了第一个完整的 C 语言标准——ANSI X3.159—1989，简称“C89”，不过人们也习惯称其为“ANSI C”。“C89”于 1990 年被国际标准化组织（International Organization for Standardization，ISO）采纳，ISO 官方给予的名称为 ISO/IEC 9899，所以 ISO/IEC 9899:1990 通常简称“C90”。1999 年，在对“C90”做了一些必要的修正和完善后，ISO 发布了新的 C 语言标准，命名为 ISO/IEC 9899:1999，简称“C99”。在 2011 年 12 月 8 日，ISO 又正式发布了新的标准，称为 ISO/IEC 9899:2011，简称“C11”。

5. 怎样才能学好 C 语言

学好 C 语言需要做到以下两点。

1）要有一个正确的心态。没有正确态度的人是学不好任何东西的，切不可三心二意，“三天打鱼，两天晒网”。

2）要明确学习 C 语言的目的。是想真正掌握这一门语言，还是单纯为了应付考试，两者有着很大的区别，这将决定学习 C 语言的深度。

读程序是学习 C 语言入门最快、最好的方法。当然，对于没有学过任何计算机语言的初学者，建议先阅读教程，学习完每一章，都要认真体会这一章的所有概念，然后仔细研读这一章中提到的所有例题程序，直到读懂每一行。

写程序的最高境界其实就是掌握各种解决问题的手段（数据结构）和解决问题的方法（算法）。

程序=数据结构+算法

认为写出底层程序就是程序设计高手的想法是片面的，写底层程序无非是掌握了硬件的结构。另外，硬件和硬件也不尽相同，要给一个芯片写驱动程序，掌握这块芯片的各种

寄存器及其组合，然后写值、读值即可。这些仅仅停留在熟悉一些I/O函数的层面上。

那么怎样才算精通程序设计呢？怎样才能精通程序设计呢？

举一个例子：你面前有10个人，找出一个叫“张三”的人，你该怎么办？

第一种方法是直接问这10个人“谁叫张三”。第二种方法是挨个去问“你是不是张三”，直到问到的这个人就是张三。第三种方法是去挨个问每个人“你认不认识张三？指给我看”。

显而易见，第一种方法是效率最高的。同样在程序设计中找到解决问题的最优方法和采用的手段是一个程序员程序设计水平的重要标志。

要学好一门语言还要多上机练习，发现错误之后及时改正会使自己进步更快。

在初学阶段，可以参考例题程序多编写一些简单的程序，以此来熟悉C语言的编程环境、数据类型。上机实践时，不可一味地照着书写代码，应该先将程序看懂，再将书合上，凭着自己对程序的理解，重新编写程序。如果程序编写正确，说明完全掌握了该内容；如果出现错误，说明自己在某些知识方面还有所欠缺，需要进一步改进。

习　题

一、选择题

1. C语言程序的基本单位为（　　）。

   A. 程序行　　B. 语句　　C. 函数　　D. 字符

2. 用C语言编写的代码程序（　　）。

   A. 可立即执行　　B. 是一个源程序

   C. 经过编译即可执行　　D. 经过编译解释才能执行

3. 以下叙述中正确的是（　　）。

   A. C语言程序的注释对程序的编译和运行不起任何作用

   B. C语言程序的注释只能是一行

   C. C语言程序的注释不能是中文信息

   D. C语言程序的注释中存在的错误会被编译器检查出来

4. C语言语句的结束符是（　　）。

   A. 回车符　　B. 分号　　C. 逗号　　D. 句号

5. 将C语言源程序进行（　　）可得到目标程序。

   A. 编辑　　B. 编译　　C. 连接　　D. 执行

6. 一个C语言程序的执行（　　）。

   A. 从main()函数开始，直到main()函数结束

   B. 从第一个函数开始，直到最后一个函数结束