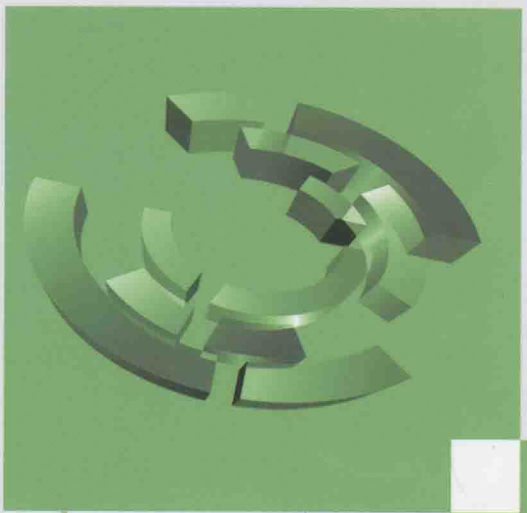
普通高等教育农业部“十二五”规划教材

全国高等农林院校“十二五”规划教材

C语言程序设计教程

孙　力◎主编



中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

C语言程序设计教程

孙　力　主编

中国农业出版社

图书在版编目（CIP）数据

C语言程序设计教程/孙力主编．—北京：中国农业出版社，2012.12

普通高等教育农业部“十二五”规划教材　全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-17333-0

Ⅰ.①C…　Ⅱ.①孙…　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（2012）第260657号

中国农业出版社出版

（北京市朝阳区农展馆北路2号）

（邮政编码100125）

策划编辑　朱　雷

文字编辑　李兴旺

北京中新伟业印刷有限公司印刷　　新华书店北京发行所发行

2012年12月第1版　　2012年12月北京第1次印刷

开本：787mm×1092mm　1/16　　印张：20.75

字数：390千字

定价：35.00元

（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

编写人员名单

主　　编　孙　力

副 主 编　朱　诚　武志明

编写人员　（按姓名拼音排序）

陈　卫（安徽农业大学）

丁春荣（安徽农业大学）

李晓明（东北农业大学）

刘连忠（安徽农业大学）

石　硕（安徽农业大学）

孙　力（安徽农业大学）

吴国栋（安徽农业大学）

武志明（山西农业大学）

闫　勇（安徽农业大学）

杨　璐（中国农业大学）

朱　诚（安徽农业大学）

前　言

本书是普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材，可作为高等院校C语言程序设计课程的教学用书。

全书共有12章，分为两部分。第1章至第11章作为第一部分，详细讲解了C语言的各种数据类型、运算符与表达式、模块化程序设计的方法、数组、函数和指针的使用、结构体和共用体的定义与引用、预处理命令以及文件系统操作，是本书的主要学习内容。第12章作为第二部分，介绍了嵌入式C语言的编程方法。由于C语言具有操控硬件的功能，给予了编程人员直接控制硬件的能力，且不会失去高级语言编程所带来的好处，已成为嵌入式系统开发的最佳语言，并且一直占领着主导地位。基于此，本书增设了第12章，作为C语言学习的拓展和后续课程的预备知识。

本书作者从事了多年的C语言程序设计教学工作，积累了丰富的教学经验，部分编写内容直接取自于教学讲义。本书具有以下编写特点：

1. 内容编写由浅入深，循序渐进，层次分明；语言讲解通俗易懂，突出重点。

2. 每章节都配有精心设计的例题，用以帮助读者更好地理解和掌握知识点，例题涉及的代码已作了详细的注释。每章末还配有精选的习题，用以强化C语言程序设计的技能。

3. 为了提高读者的程序设计能力，配套编写了《C语言程序设计教程实验指导》一书。该实验指导书结合每章内容的讲解，设计了相关知识点的编程与上机操作，共有12次实验，55个实验内容，可供读者自学时选用。

4. 本书的例题和习题是在Visual C++ 6.0平台上运行的，所有例题都已调试通过。选用此集成开发环境，也是为后续学习C++语言奠定基础。

本书由孙力担任主编。第1章、附录B和附录C由孙力编写，第2章和附录A由吴国栋编写，第3章由丁春荣编写，第4章由武志明编写，第5章和第8章由朱诚编写，第6章由陈卫编写，第7章由杨璐编写，第9章由李晓明编写，第10章由石硕编写，第11章由刘连忠编写，第12章由闫勇编写。全书由孙力统稿并定稿。

在本书的编写过程中，得到了许多同志的大力支持和热情帮助，中国农业

出版社对本书的出版给予了大力支持，在此表示衷心的感谢！同时，编者参阅了大量的与C语言程序设计相关的书籍和网上资源，在此，对文献的作者和提供者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存有错误或不妥之处，恳请读者批评指正。

编　者

2012年9月

内 容 简 介

全书共12章，分别介绍了C语言的各种数据类型、运算符与表达式、模块化程序设计的方法、数组、函数和指针的使用、结构体和共用体的定义与引用、文件系统、预处理命令以及C语言在嵌入式系统中的应用等。

本书内容循序渐进，层次分明，通俗易懂，每章都配有相应的例题。书中的例题是在Visual C++ 6.0平台上运行的，例题涉及的代码已作了详细的注释，所有例题都已调试通过。每章末还配有精选的习题。

为了帮助读者更好地理解和掌握各知识点，提高和强化程序设计能力，编写了本教材的配套实验指导书——《C语言程序设计教程实验指导》。该实验指导书根据每一章节的内容，设计了相关知识点的编程及上机操作，共有12次实验，55个实验内容，可供读者自学时使用。

本书既可作为高等院校的教科书，也可作为计算机程序设计培训班的教材，或作为计算机程序设计人员的参考书。

目　录

第1章 C语言及C程序概述

C语言是一种结构化程序设计语言。因其既有高级语言功能——表达能力强、方便、灵活、高效和可移植性，又有低级语言的一些功能——允许程序员方便地和底层硬件打交道，所以又被称做“高级语言中的低级语言”。C语言适合作为系统描述语言，可用来编写系统软件，也可用来编写各类应用软件；尤其是近些年来，C语言正逐渐成为嵌入式系统程序设计的主流语言。

本章主要介绍C语言的发展、特点，C程序的结构，C语言的标识符与关键字，以及C程序编译工具——Visual C++ 6.0的使用等。

1.1 C语言简介

1.1.1 C语言的发展过程

C语言是在B语言的基础上发展起来的。1963年，英国剑桥大学推出了CPL语言(combined programming language)，它在Algol 60的基础上更接近于硬件，但规模较大，难以实现。1967年，英国剑桥大学的Martin Richards对CPL语言进行了简化，开发了BCPL语言(basic combined programming language)。1970年美国贝尔实验室的Ken Thompson对BCPL语言又做了进一步的简化，设计出了很简单而且很接近硬件的B语言(取BCPL的第一个字母)，并用B语言编写了DEC PDP-7型计算机中的UNIX操作系统。

1973年，美国贝尔实验室的Dennis Ritchie在B语言的基础上设计出了C语言(取BCPL的第二个字母)，并首次用C语言编写了UNIX操作系统，在DEC PDP-11计算机上应用。

C语言的产生与UNIX操作系统的发展有着密切的关系。UNIX操作系统是一个通用的、复杂的计算机操作系统。它的内核最初用汇编语言编写。汇编语言是面向机器的语言，生成的代码质量较高；但其可读性和可移植性差，并且在对问题的描述上远不如高级语言更接近人类的表述习惯。C语言最初的研制目的就是用于编写操作系统和其他系统程序的，它具有汇编语言的一些特性，同时又具有高级语言的特点。20世纪70年代后期，C语言逐渐成为开发UNIX操作系统的标准语言；随着UNIX操作系统的流行，C语言也得到了迅速推广和应用。后来，C语言被移植到大型计算机、工作站等的操作系统上，逐渐成为编制各种操作系统和复杂系统软件的通用语言。

1978年，Dennis Ritchie和Brain Kernighan编写了《The C Programming Language》，并于1988年作了修订，该书作为C语言版本的基础，被称为《K&R》标准。但是，在《K&R》中并没有定义一个完整的标准C语言，1983年美国国家标准化协会(ANSI)，根据C语言问世以来各种版本对C语言的发展和扩充，制定了ANSI C标准(1989年再次做了修订)，成为现行的C语言标准。目前流行的C语言编译器绝大多数都遵守这一标准。

1.1.2 C语言的主要特点

1. 结构化 C语言是以函数形式提供给用户的，这些函数可被方便地调用，并配有结构化的控制语句（如if…else、switch、while、for），方便实现模块化的程序设计。

2. 语言简洁、紧凑，使用方便、灵活 C语言仅有32个关键字，9种控制语句，语言简洁、紧凑。C语言的语法灵活，程序书写形式比较自由，主要以小写字母书写语句，有大小写之分。

3. 数据类型丰富 C语言具有丰富的数据类型，除基本数据类型——整型（int）、实型（float和double）、字符型（char）外，还设有各种构造类型，并引入了指针概念。利用这些数据类型可以实现复杂的数据结构，如堆栈、队列和链表等。

4. 运算符极其丰富 C语言共有34种运算符，括号、赋值、强制类型转换等都以运算符的形式出现，使得C语言的表现能力和处理能力极强，很多算法更容易实现。

5. C语言的目标代码质量高，程序执行快 一般而言，运行速度越高，占用的存储空间越少，代码质量则越高。C语言生成的目标代码经过优化后，其效率接近汇编语言，程序执行快。因此，C语言既被用于编写大型系统软件，也被用于编写各种应用软件；许多以前只能用汇编语言处理的问题，如嵌入式系统开发，现在已改用C语言作为首选开发工具了。

6. C程序的可移植性好 用C语言编写的程序不必修改或做少量修改就可在各种类型的计算机或各种操作系统上运行。这意味着在使用Windows操作系统的计算机上编写的C程序，可以不必修改或做少量修改就可成功移植到使用Linux操作系统的计算机上。C语言的ANSI标准（有关编译器的一组规则）进一步加强了可移植性。

7. C语言可以对硬件进行操作 C语言可以通过指针直接访问内存物理地址和硬件寄存器，直接表达对二进制位（bit）的运算。它把高级语言的基本结构和语句与汇编语言的实用性结合起来，可以像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作。C语言算不上很高级的语言，它与计算机处理的是同一类型的对象，即字符、数和地址，它比起其他高级语言显得更像汇编语言。因此，C语言又被称为中级语言。通过对C语言库函数的调用，可实现I/O操作，程序简洁，编译程序体积小。

1.2 C程序结构

1.2.1 C程序的结构及其主要特点

C语言是一种使用非常方便的语言，下面举两个例子来初步认识C程序的结构。

【例1.1】编写程序，将“你好，祝你学习愉快!”字样显示在计算机的屏幕上。

参考程序：

```
#include <stdio.h>
void main()
{
  printf("你好,祝你学习愉快! \n");
}
```

运行结果（计算机屏幕上的输出显示）：

```
你好,祝你学习愉快!
```

程序说明：这是一个简单的 C 程序。先看第 2 行 void main（），其中 main（）是 C 程序中的主函数，标识符 void 说明该函数的类型为“空”（即执行该函数后不产生函数值）；每个 C 程序都必须有且只有一个 main 函数。C 程序从 main 函数的开始处执行，一直到 main 函数的结尾处停止。main 函数相当于其他高级语言中的主程序，而其他函数相当于子程序，可被 main 函数调用；main 函数只可被系统调用，但不能被其他函数调用。

第 3 行和第 5 行的“｛”、“｝”是 main 函数体的标识符。C 程序中的函数（无论是标准库函数还是用户自定义的函数）都由函数名和函数体两部分组成，函数体由若干条语句组成，用“｛｝”号括起来，完成一定的函数功能。本例 main 函数的函数体只有一条语句，即 printf（"你好，祝你学习愉快！\n"）;。

第 4 行 printf（"你好，祝你学习愉快！\n"）；是 C 编译系统提供的标准函数库中的输出函数（参见第 3 章中的“格式输出函数 printf（）”一节的内容）。main 函数通过调用库函数 printf，实现运行结果的输出显示。在 printf 的圆括号内用双撇号括起来的字符串按原样输出，“\n”是换行符，“;”是语句结束符。程序运行之后，可在计算机屏幕上显示“你好，祝你学习愉快!”，并将光标移至下一行的开始处。

最后看第 1 行 #include＜stdio. h＞，#include 是文件包含命令。其功能是在此处将 stdio. h 文件与当前的源程序连成一个程序文件。stdio. h（standard input & output）是 C 编译系统提供的一个头文件，含有标准输入/输出函数的信息，供 C 编译系统使用。为了显示输出程序的运行结果，在本程序 main 函数中使用了系统提供的标准输出函数 printf。开始学习 C 语言时，只需记住在程序中用到系统的标准库函数时，应在程序开始处写出 #include＜stdio. h＞。有关 #include 命令的更详细的叙述可参看本书第 11 章的“文件包含”一节的讲述。

【例 1.2】求解递归问题。设：有 m 个人坐在一起，问第 m 个人岁数，他说比第 $m-1$ 个人大 3 岁。问第 $m-1$ 个人的岁数，他说比第 $m-2$ 个人大 3 岁。问第 $m-2$ 个人的岁数，他说比第 $m-3$ 个人大 3 岁，依此类推。最后问第 1 个人的岁数，他说是 20 岁。要求：从键盘上输入编号 i，编程求解 m 个人中的第 i（$1 \leqslant i \leqslant m$）个人的年龄。

程序分析：利用递归的方法解题。递归分为回推和递推两个阶段。例如，要想知道第 4 个人的岁数，需知道第 3 人的岁数，依此类推，推到第 1 人（20 岁），再往回推。

参考程序：

```
#include <stdio.h>
void main()                          /*主函数*/
{
  int age(int x);                    /*对函数 age 的声明*/
  int i,j;                           /*这是声明部分,定义变量 i、j 为整型*/
  scanf("%d",&i);                    /*从键盘接收变量 i 的值*/
  j=age(i);                          /*调用 age 函数,并将得到的返回值赋给变量 j*/
  printf("age=%d\n",j);              /*在屏幕上输出某人的年龄值(j 值)*/
}
/* 定义 age 函数,函数值为整型,形式参数 x 为整型 */
int age(int x)
{
  int z;                             /*这是声明部分,定义变量 z 为整型*/
```

```
    if(x = =1)z=20;                    /*如果x=1,则z=20*/
    else z=age(x-1)+3;                 /*否则,利用递归法计算某人年龄*/
    return(z);                         /*将z值(某人年龄)返回给主函数中调用函数的变量*/
}
```

运行情况：

```
请输入i的值：4↙        (输入4并按Enter键。加下划线表示从键盘输入,"↙"表示按Enter键,下同。)
Age=29                 (输出的结果)
```

程序说明：该程序由两个函数组成，主函数 main 和被调用函数 age。age 函数的功能是计算某人年龄的大小。在主函数 main 中，函数 scanf 是 C 编译系统的标准输入函数，从键盘接收输入的数据；scanf 后圆括号中的“%d”是格式控制符，表示输入的数据是十进制整数；“&i”是地址列表，表示从键盘接收的十进制整数存入变量 i 的内存地址 &i 中。

主函数 main 中的 int age（int x);语句是对函数 age 的声明，说明 age 函数是整型的，形式参数只有一个 x，并且也是整型的。

age 函数是用户根据解题的要求自定义的函数，供主函数 main 调用，计算 m 个人中任一人的年龄。其中，“if…else…”是条件控制语句，根据某人在 m 个人中的排序，计算其年龄。return（z);是函数值返回语句，负责将某人的年龄以整数的形式返回到调用的主函数 main 中，赋给变量 j（j=age（i)），并且用系统提供的标准输出函数 printf 输出到屏幕上。

从上述例 1.1、例 1.2 中可以看出 C 程序的结构及其特点：

（1）函数是 C 程序结构的基本单位。一个 C 程序可以由一个或多个函数组成。C 语言中的所有函数都是相互独立的，它们之间仅有调用关系。函数可以是系统提供的标准库函数，如 printf（)，也可以是用户自行编制的函数，如 age（)。C 语言的这个特点，使得程序易于模块化设计。

（2）C 程序只有一个主函数。C 程序必须有且只有一个主函数 main（)，无论 main（)在程序的开头、最后或其他位置，主函数 main（）都是程序的入口点，程序总是从 main（)开始执行。当主函数执行完毕时，亦即程序执行完毕。习惯上，将主函数 main（）放在程序的最前头。main（）函数的作用相当于其他高级语言中的主程序；而 C 语言中的其他函数，则相当于其他高级语言中的子程序。

（3）C 程序的书写格式比较自由。C 语言的每条语句必须以“;”结束。C 语句的书写风格是比较自由的，一行可以写一条或多条语句，一条语句也可以分写在多行上。只有一个“;”的语句称为空语句。如，;/*空语句*/。但在实际编写中，应该注意程序的书写格式，要易于阅读，方便理解。

（4）C 语言中声明语句的使用。C 程序中所用到的各种各样的量（标识符）要先定义后使用，有时还要加上变量引用说明和函数引用说明。

（5）C 程序可带有编译预处理命令。由“#”开头的行称为宏定义或文件包含，是 C 语言中的编译预处理命令，末尾无“;”号。每个编译命令需要单独占一行。

（6）C 语言中注释的使用。C 语言的注释格式为/*注释内容*/。注释只增加程序的可读性，不被计算机执行。注释可放在函数的开头，对函数的功能做简要的说明；也可放在某一语句之后，解释该语句的功能。

（7）C 语言的标识符区分大小写。系统预留的关键词由小写字母组成。用户定义的变量