



全国高等农林院校“十一五”规划教材

C语言 程序设计

孙力 主编

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

C 语言程序设计

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/孙力主编. —北京: 中国农业出版社,
2008. 12

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 109 - 12220 - 8

I. C… II. 孙… III. C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 187201 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)

责任编辑 甘敏敏 许 坚

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 24.25

字数: 430 千字

定价: 29.80 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 杨 璐 辜丽川

编写人员 (按姓氏汉语拼音排序)

辜丽川 (安徽农业大学)

黄锋华 (山西农业大学)

贾银江 (东北农业大学)

李菊霞 (山西农业大学)

彭莹琼 (江西农业大学)

孙 力 (安徽农业大学)

孙红敏 (东北农业大学)

武志明 (山西农业大学)

杨 璐 (中国农业大学)

前 言

本教材是全国高等农林院校“十一五”规划教材之一，适用于高等院校开设“C 语言程序设计”课程的教学用书。

本教材共 11 章。第 1 章概述了 C 语言、C 语言程序结构及 Visual C++6.0 编译系统的使用；第 2 章详细介绍了 C 语言的数据类型、运算符与表达式；第 3 章介绍了顺序结构程序设计及 C 语言的基本输入/输出函数；第 4 章主要介绍了选择结构的特点、语法及选择结构程序设计的应用；第 5 章详细介绍了循环语句的语法结构、功能特点及循环程序设计的应用；第 6 章主要介绍了一维数组、多维数组以及字符数组的定义和使用；第 7 章介绍了函数的定义、调用、变量的作用域及存储类别等；第 8 章介绍了指针的定义和运算、指针在数组和函数中的应用及指向指针的指针含义与应用；第 9 章主要介绍结构体和共用体的定义以及应用；第 10 章介绍了 C 文件及其基本操作；第 11 章介绍了 C 语言的三种预处理命令与应用。

本教材作者从事了多年的“C 语言程序设计”的教学工作，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。本教材的编写特点是：

1. 内容编写由浅入深，循序渐进，层次分明；语言叙述通俗易懂、重点突出。

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，例题的代码已作了详细的注释。每章末还配有大量的精选习题，用以强化 C 语言程序设计技能的训练。

3. 结合每章的内容，配套编写了实验指导书——《C 语言程序

设计实验指导与习题解答》，该实验指导书中含有本教材每章末习题的参考答案，供读者自学时使用。

4. 本教材的例题和习题是在 Visual C++6.0 环境下调试与运行的，所有例题都已调试通过。选用此编译系统，也是为继续学习 C++ 程序设计语言奠定基础。

本教材由孙力担任主编。第 1 章、第 5 章、第 8 章、附录 A 和附录 B 由孙力编写，第 2 章由贾银江编写，第 3、11 章由李菊霞编写，第 4 章由武志明编写，第 6 章由黄锋华编写，第 7 章由杨璐编写，第 8 章由辜丽川编写，第 9 章由孙红敏编写，第 10 章由彭莹琼编写。教材中部分例题由研究生赵宇参与调试与校验，全教材由孙力统稿并定稿。

在本教材的编写过程中，得到了许多同志的大力支持和热情帮助，同时，编者参阅了大量的“C 语言程序设计”的书籍和网上资源，在此，对它们的作者和提供者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，教材中一定存在着错误或陈述不妥之处，恳请读者批评指正，以便再版时修改完善。

编 者

2008 年 9 月

郑 重 声 明

中国农业出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 65005894, 59194974, 59194971

传 真：(010) 65005926

E - mail: wlxyaya@sohu.com

通信地址：北京市朝阳区农展馆北路 2 号中国农业出版社教材出版中心

邮 编：100125

购书请拨打电话：(010) 59194972, 59195117, 59195127

数码防伪说明：

本图书采用出版物数码防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将 16 位防伪密码发送短信至 106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网 (<http://www.shdf.gov.cn>)。

短信反盗版举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至 10669588128

短信防伪客服电话：(010) 58582300/58582301

目 录

前言

第 1 章 C 语言及程序设计概述	1
1.1 C 语言简介	1
1.1.1 C 语言的发展过程	1
1.1.2 C 语言的主要特点	2
1.2 C 语言程序结构	3
1.2.1 C 语言程序结构及其主要特点	3
1.2.2 标识符与关键字	7
1.3 C 语言编译工具简介	8
1.3.1 C 语言程序实现的步骤	8
1.3.2 Turbo C 2.0 编译工具简介	9
1.3.3 Visual C++ 6.0 编译工具简介	13
习题	19
第 2 章 数据类型、运算符与表达式	21
2.1 常量和变量	21
2.1.1 常量	21
2.1.2 变量	25
2.2 基本数据类型	27
2.2.1 整数类型	28
2.2.2 字符型	29
2.2.3 实数类型	30
2.3 数据类型的转换	32
2.3.1 自动类型转换	32
2.3.2 强制类型转换	35
2.4 运算符和表达式	36
2.4.1 算术运算符和算术表达式	36
2.4.2 关系运算符和关系表达式	43
2.4.3 逻辑运算符和逻辑表达式	46

2.4.4 赋值运算符和赋值表达式	48
2.4.5 位运算符与位运算	50
2.4.6 条件运算符与条件表达式	54
2.4.7 逗号运算符与逗号表达式	56
2.4.8 求字节数运算符	57
2.4.9 特殊运算符	58
2.5 运算符的优先级和结合性	59
2.5.1 运算符的优先级	59
2.5.2 运算符的结合性	60
习题	62
第 3 章 顺序结构程序设计	71
3.1 算法简介	71
3.1.1 算法的概念	71
3.1.2 算法的常用描述方法	72
3.2 C 语句概述	75
3.3 C 语言的基本输入与输出	78
3.3.1 字符输入输出函数	78
3.3.2 格式输入输出函数	79
3.4 顺序结构程序设计	90
3.4.1 顺序结构程序设计思想	90
3.4.2 顺序结构程序设计举例	90
习题	92
第 4 章 选择结构程序设计	97
4.1 if 语句	97
4.1.1 单分支 if 语句	97
4.1.2 双分支 if 语句	99
4.1.3 多分支 if 语句	100
4.1.4 if 语句的嵌套	102
4.1.5 条件运算符和条件表达式	104
4.2 switch 语句	105
4.2.1 switch 语句	105
4.2.2 switch 语句的嵌套	108
4.3 选择结构程序设计举例	109
习题	112

第 5 章 循环结构程序设计	127
5.1 while 和 do...while 循环结构	127
5.1.1 while 语句的一般形式	127
5.1.2 while 语句使用说明	129
5.1.3 do...while 语句的一般形式	130
5.1.4 do...while 语句使用说明	131
5.2 for 循环结构和循环的嵌套	132
5.2.1 for 循环语句的一般形式	132
5.2.2 for 循环语句使用说明	133
5.2.3 循环嵌套的形式	135
5.2.4 嵌套循环的说明	137
5.3 流程转向语句	138
5.3.1 goto 语句	138
5.3.2 break 语句	139
5.3.3 continue 语句	141
5.4 循环结构程序设计举例	142
5.4.1 循环体的执行次数	142
5.4.2 选择循环语句	144
5.4.3 提前结束循环	146
5.4.4 其他应用举例	148
习题	150
第 6 章 数组	157
6.1 一维数组	157
6.1.1 一维数组的定义	157
6.1.2 一维数组元素的引用	158
6.1.3 一维数组的初始化	159
6.1.4 一维数组应用举例	159
6.2 多维数组	162
6.2.1 二维数组的定义	162
6.2.2 二维数组元素的引用	163
6.2.3 二维数组的初始化	164
6.2.4 二维数组使用举例	165
6.3 字符数组	168
6.3.1 字符数组的定义	168

6.3.2 字符数组的初始化	169
6.3.3 字符串与字符串结束标志	170
6.3.4 字符数组的引用与输入输出	171
6.3.5 字符串处理函数	172
6.3.6 字符数组使用举例	177
6.4 数组应用举例	180
习题	184
第7章 函数	189
7.1 函数的定义	189
7.1.1 函数概述	189
7.1.2 函数定义	192
7.2 函数参数和返回值	195
7.2.1 形式参数和实际参数	195
7.2.2 函数的返回值	200
7.3 函数的调用	201
7.3.1 函数调用	201
7.3.2 函数声明	202
7.4 函数的嵌套调用和递归调用	203
7.4.1 函数的嵌套调用	203
7.4.2 函数的递归调用	205
7.5 变量的作用域	209
7.6 变量的存储类别	211
习题	214
第8章 指针	221
8.1 指针和地址	221
8.2 指针变量	223
8.2.1 指针变量的定义	223
8.2.2 指针变量赋值	224
8.2.3 指针运算符与指针表达式	227
8.2.4 指针变量引用	229
8.2.5 指针变量作为函数的参数	230
8.3 指针和数组	232
8.3.1 指向数组的指针	232
8.3.2 通过指针引用数组元素	233

8.3.3 数组名作为函数参数	236
8.3.4 指向多维数组的指针和指针变量	240
8.4 指针和字符串	245
8.4.1 字符串的表示	245
8.4.2 字符串指针作为函数参数	247
8.4.3 字符数组与字符串指针的区别	249
8.5 指针和函数	251
8.5.1 函数的指针	251
8.5.2 用指向函数的指针作函数参数	253
8.5.3 返回指针值的函数	255
8.6 指向指针的指针	256
8.6.1 指向指针的指针	256
8.6.2 指针数组	258
8.6.3 指针数组作 main 函数的参数	260
习题	262
第 9 章 结构体和共用体	267
9.1 结构体	267
9.1.1 结构体类型定义	267
9.1.2 结构体变量的定义	269
9.1.3 结构体变量的引用	271
9.1.4 结构体变量的赋值	273
9.2 结构体数组与结构体指针	276
9.2.1 结构体数组	276
9.2.2 指向结构体的指针	279
9.2.3 结构体作函数的参数	283
9.2.4 结构体举例	288
9.3 链表	290
9.3.1 链表概述	290
9.3.2 处理动态链表所需的函数	292
9.3.3 链表的基本操作	295
9.4 共用体	301
9.4.1 共用体类型的定义	301
9.4.2 共用体类型变量的定义	302
9.4.3 共用体变量的引用	302
9.4.4 共用体变量的初始化	303

9.5 枚举类型和自定义类型	305
9.5.1 枚举类型的定义	306
9.5.2 枚举变量的定义和初始化	306
9.5.3 枚举数据的运算	308
9.5.4 枚举数据的输入输出	308
9.5.5 枚举变量举例	309
9.5.6 用 typedef 定义类型	312
习题	315
第 10 章 文件	321
10.1 C 文件概述	321
10.2 文件的基本操作	323
10.2.1 文件的打开与关闭	323
10.2.2 文件的读和写	326
10.3 文件操作举例	332
习题	341
第 11 章 预处理命令	343
11.1 宏定义	343
11.1.1 无参宏定义	343
11.1.2 带参数的宏定义	348
11.2 文件包含处理	352
11.3 条件编译	354
习题	357
附录	363
附录 A 常用字符与 ASCII 对照表	363
附录 B C 语言的常用库函数	365
主要参考文献	370

第 1 章 C 语言及程序设计概述

C 语言是一种被国内外广泛使用的语言之一，是国内高等院校普遍开设的基础课程，也是程序设计人员所需掌握的基础性语言。

本章将主要介绍 C 语言的发展、特点和程序结构、C 语言的标识符与关键字以及 C 语言编译工具——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 语言是一种编译型程序设计语言，它是在 B 语言的基础上发展起来的，其根源可以追溯到 1960 年出现的 ALGOL 60。1963 年，英国剑桥大学推出了 CPL (Combined Programming Language) 语言，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 (Basic Combined Programming Language) 语言。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并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、工作站等机型的操作系统上，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. C 是结构化的语言

C 语言是以函数形式提供给用户的, 这些函数可方便的调用, 并配有结构化的控制语句 (if...else、switch、while、for), 方便程序实现模块化的设计。

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, 程序的书写形式也很自由, 主要以小写字母书写语句, 并有大小写之分。C 语言可用于操作系统、字处理器、图形、电子表格等项目, 甚至可用于编写其他语言的编译器。

3. C 语言可以对硬件进行操作

C 语言可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, 而这三者是计算机最基本的工作单元。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来显得更像汇编语言。因此, C 语言又被称为中级语言。C 语言是与硬件无关的通用程序设计语言, 但它可以进行许多机器级函数控制而不用汇编语言。通过 C 语言库函数的调用, 可实现 I/O 操作, 因而程序简洁, 编译程序体积小。

4. 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。

5. 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。

6. C 语言程序的可移植性好

用 C 语言编写的程序不必修改或只做少量修改就可在各种型号的计算机或各种操作系统上运行。这意味着为一种计算机系统（如 IBM PC）编写的 C 语言，只需做少量的修改，甚至无需修改就可以在其他系统中编译并运行。例如，在使用 Windows 操作系统的计算机上编写的 C 程序，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）进一步加强了它的可移植性。

7. C 语言生成的目标代码质量高，程序执行效率高

代码质量是指 C 程序经编译后生成的目标程序在运行速度上和存储空间上的大小。一般而言，运行速度越高，占用的存储空间越少，则代码质量越高。一般的高级语言相对于汇编语言而言其代码质量要低得多，但 C 语言在代码质量上几乎可以与汇编语言媲美。

8. C 语言的语法灵活、限制不是十分严格

C 语言语法十分丰富，而且语法限制不是十分严格，程序设计自由度很大。因此，掌握 C 语言比掌握其他高级语言要困难些。

1.2 C 语言程序结构

1.2.1 C 语言程序结构及其主要特点

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 语言程序的结构。

【例 1.1】编写程序，将“你好，祝你学习愉快！”显示在计算机的屏幕上。

参考程序如下：

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

运行情况：

你好，祝你学习愉快！（计算机屏幕上的输出显示）

程序说明：

这是一个简单的 C 语言程序。

先看第二行“`void main( )`”，其中 `main( )` 是 C 语言程序中的主函数，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 语言程序都必须有且只有一个 `main` 函数。C 语言程序从 `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。

第三行和第五行的“`{}`”、“`}`”是 `main` 函数体的标识符。C 语言程序中的函数（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`。

第四行“`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：3.3.2 格式输入输出函数）。`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。

最后看第一行“`#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：11.2 文件包含处理。

【例 1.2】求解递归问题。设：有 m 个人坐在一起，问第 m 个人多少岁？他说他比第 $(m-1)$ 个人大 3 岁。问第 $(m-1)$ 个人的岁数，他说他比第 $(m-2)$ 个人大 3 岁，问第 $(m-2)$ 个人的岁数，他说他比第 $(m-3)$ 个人大 3 岁，依此形式类推；最后问第 1 个人的岁数，他说他是 20 岁。要求：从键盘上输入编号 i ，编程求解 m 个人当中的第 i ($1 \leq i \leq m$) 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 个人的岁数，依此类推，推到第 1 个人（20 岁），再往回推。