

普通高等教育“计算机类专业”规划教材

C语言实例教程

杨国兴 邹广慧 宋晏 编著



清华大学出版社

普通高等教育“计算机类专业”规划教材

C语言实例教程

杨国兴 邹广慧 宋晏 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以实例的形式介绍 C 语言程序设计方法,通过实例程序引出知识点。全书提供 126 个实例程序和实验程序,覆盖了 C 语言的全部内容,包括数据类型、控制语句、指针、数组、函数、构造类型、位运算、编译预处理和文件,并涉及一些常用的算法。

本书可作为高等院校 C 程序设计教材,也可供使用 C 语言进行程序开发的技术人员作为参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C 语言实例教程/杨国兴,邹广慧,宋晏编著. —北京:清华大学出版社,2014

普通高等教育“计算机类专业”规划教材

ISBN 978-7-302-35897-8

I. ①C… II. ①杨… ②邹… ③宋… 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(2014)第 061876 号

责任编辑:白立军

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.5

字 数:405 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版

印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50 元

产品编号:054147-01

C 语言是广泛使用的计算机程序设计语言之一。C 语言既适用于应用软件的设计,也适用于系统软件的设计。

本书以实例的形式介绍 C 语言程序设计的相关知识,在编写方面主要有以下 4 个特点。

(1) 从实例引出知识点。首先提出要解决的问题,然后通过分析给出实例程序,再从程序中总结知识点。有利于读者主动地去分析问题和解决问题,将理论与实践相结合。

(2) 重视实验。程序设计语言是一门实践性很强的课程,只有通过大量的上机实验,才能真正理解程序的运行机制,实验对提高程序设计的能力具有重要的作用。为此本书每一章都提供了大量的实验题目供读者练习。

(3) 内容组织。理解数据在内存中的组织形式,对 C 语言程序设计的学习具有非常关键的作用。本书在内容组织方面,改变了大部分教材的顺序,将指针的介绍提前到第 3 章,使读者尽早了解地址的概念。

(4) 算法的介绍。在实例的选取上,尽量选择在介绍 C 语言知识的同时,也涉及一些计算机程序设计的常用算法,为将来实际程序的编写打下基础。

为了方便教师教学与学生学习,为使用本教材的教师提供 PowerPoint 电子教案,方便教师根据具体情况进行必要的修改。

本书共分 10 章,主要内容如下。

第 1 章 简单的 C 程序,由 10 个实例程序构成,介绍 C 程序的基本结构、数据类型、算术运算符和赋值运算符、printf 函数和 scanf 函数的使用,以及使用 Visual C++ 6.0 编写、编译和运行 C 程序的方法。

第 2 章 程序控制语句,由 17 个实例程序构成,介绍关系运算符、逻辑运算符、选择结构程序、循环结构程序。

第 3 章 指针,由 8 个实例程序构成,介绍地址、指针、指针变量等基本概念、指针的运算,以及内存的动态分配。

第 4 章 数组,由 11 个实例程序构成,介绍数组的定义及使用。包括一维数组、二维数组、字符数组、指针与数组的关系、常用字符串处理函数,以及冒泡排序算法和选择排序算法。

第 5 章 函数,由 12 个实例程序构成,介绍函数的定义和使用、参数与返回值、函数的嵌套调用与递归调用,以及变量的存储类别等。

第 6 章 构造类型,由 9 个实例程序构成,介绍结构体类型、共用体类型、枚举类型的定

义与使用,以及使用结构体处理单链表。

第7章 位运算,由4个实例程序构成,介绍位运算符的运算规则及一些简单的应用。

第8章 编译预处理,由4个实例程序构成,介绍宏定义、文件包含以及条件编译等3个预处理指令。

第9章 文件,由7个实例程序构成,介绍文件的概念、文件打开与关闭、文件读写、文件定位,以及出错检查等。

第10章 综合实例,由4个实例程序构成,综合运用C语言设计比较复杂的实用程序。4个实例程序是计算某一天是星期几、八皇后问题、迷宫问题和简单的客房管理系统。

参加本书编写工作的主要有杨国兴、邹广慧、宋晏、严婷、谢永红、庄凤娟、杨国文、王国芳、庄莉等。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请专家与读者批评指正。

作 者

2014年3月

F O R E W O R D

第 1 章 简单的 C 程序	/1
1.1 内容介绍	/1
1.1.1 程序设计语言的发展	/1
1.1.2 C 语言的特点	/2
1.2 实例	/2
实例 1.2.1 在屏幕上输出信息	/2
实例 1.2.2 计算两个整数之和并输出到 屏幕	/5
实例 1.2.3 计算两个数的和、差、积、 商和余数并输出到屏幕	/7
实例 1.2.4 求圆的周长和面积	/10
实例 1.2.5 转义字符的使用	/12
实例 1.2.6 求三角形的面积	/14
实例 1.2.7 复合赋值运算符的使用	/15
实例 1.2.8 自增自减运算符的使用	/16
实例 1.2.9 检测各种数据类型所占的 字节数	/18
实例 1.2.10 八进制、十六进制整数的 表示及输出	/19
1.3 小结	/20
1.3.1 数据类型	/20
1.3.2 标识符、常量与变量	/20
1.3.3 运算符	/20
1.3.4 printf 函数和 scanf 函数	/21
1.3.5 数据类型转换	/23
1.4 实验	/23
1.4.1 实验目的	/23
1.4.2 实验内容	/23
习题	/25
第 2 章 程序控制语句	/27
2.1 内容介绍	/27
2.2 实例	/27

实例 2.2.1	求两个数中较大的值	/27
实例 2.2.2	求分段函数的值	/29
实例 2.2.3	根据考试成绩,输出不同的 结果	/32
实例 2.2.4	编一个程序计算指定年月有 几天	/35
实例 2.2.5	求 1~100 的累加和	/38
实例 2.2.6	求阶乘	/39
实例 2.2.7	从键盘输入任意个正整数,求出 最大的数	/40
实例 2.2.8	求 100 之内不能被 3 整除的整数 之和	/42
实例 2.2.9	判断某个整数是否为素数 ...	/43
实例 2.2.10	打印乘法口诀表	/44
实例 2.2.11	打印水仙花数(阿姆斯特 朗数)	/45
实例 2.2.12	求 π 的近似值	/47
实例 2.2.13	猴子吃桃问题	/49
实例 2.2.14	鸡兔同笼问题	/49
实例 2.2.15	求自守数	/50
实例 2.2.16	求完数	/51
实例 2.2.17	打鱼晒网问题	/52
2.3	小结	/53
2.3.1	关系运算符与关系表达式	/53
2.3.2	逻辑运算符与逻辑表达式	/54
2.3.3	条件运算符	/54
2.3.4	选择结构程序	/54
2.3.5	循环结构程序	/55
2.3.6	continue 语句、break 语句与 goto 语句	/55
2.4	实验	/55
2.4.1	实验目的	/55
2.4.2	实验内容	/56

习题	/62
第 3 章 指针	/64
3.1 内容介绍	/64
3.2 实例	/64
实例 3.2.1 输出变量的地址	/64
实例 3.2.2 通过指针变量存取变量 的值	/66
实例 3.2.3 指针的算术运算	/68
实例 3.2.4 指针的关系运算	/70
实例 3.2.5 多级指针的使用	/72
实例 3.2.6 动态分配内存	/73
实例 3.2.7 动态分配多个连续的内存 单元	/76
实例 3.2.8 重新分配存储单元	/77
3.3 小结	/78
3.3.1 地址、指针与指针变量	/78
3.3.2 指针的运算	/79
3.3.3 动态内存分配	/79
3.4 实验	/79
3.4.1 实验目的	/79
3.4.2 实验内容	/80
习题	/82
第 4 章 数组	/84
4.1 内容介绍	/84
4.2 实例	/84
实例 4.2.1 求班级考试的平均成绩	/84
实例 4.2.2 使用数组输出 Fibonacci 数列 的前 42 项	/86
实例 4.2.3 使用指针输出数组中所有元素 的值	/87

实例 4.2.4	冒泡法排序	/89
实例 4.2.5	使用二维数组处理多人多门 成绩	/90
实例 4.2.6	矩阵相加	/92
实例 4.2.7	二维数组的地址	/93
实例 4.2.8	指向一维数组的指针	/95
实例 4.2.9	字符数组与字符串	/97
实例 4.2.10	输入两个字符串,按从小到大 顺序输出	/100
实例 4.2.11	字符串排序	/102
4.3	小结	/104
4.3.1	一维数组	/104
4.3.2	二维数组	/104
4.3.3	字符数组	/105
4.3.4	指针数组与指向一维数组的指针 变量	/106
4.3.5	常用的字符串处理函数	/106
4.3.6	排序算法	/107
4.4	实验	/107
4.4.1	实验目的	/107
4.4.2	实验内容	/107
习题		/119
第 5 章	函数	/121
5.1	内容介绍	/121
5.2	实例	/121
实例 5.2.1	求两个数的最大值	/121
实例 5.2.2	编写一个求 x 的 n 次方的 函数	/124
实例 5.2.3	交换两个变量值的函数	/125
实例 5.2.4	求平均成绩	/128
实例 5.2.5	比较两个字符串大小的 函数	/129

实例 5.2.6	设计魔方阵	/131
实例 5.2.7	字符串排序	/132
实例 5.2.8	加减乘除计算器	/134
实例 5.2.9	计算 $1! + 2! + 3! + \cdots + n!$ 的值	/136
实例 5.2.10	用递归法求阶乘	/138
实例 5.2.11	局部变量与全局变量	/139
实例 5.2.12	用静态变量方法计算 $1! + 2!$ $+ 3! + \cdots + n!$	/141
5.3	小结	/143
5.3.1	函数的定义与声明	/143
5.3.2	函数的参数	/144
5.3.3	函数的嵌套调用与递归调用	/144
5.3.4	变量的存储类别	/144
5.4	实验	/145
5.4.1	实验目的	/145
5.4.2	实验内容	/145
习题		/155
第 6 章	构造类型	/157
6.1	内容介绍	/157
6.2	实例	/157
实例 6.2.1	输入一个学生的各种信息再 输出	/157
实例 6.2.2	将实例 6.2.1 中的年龄改为 出生日期	/160
实例 6.2.3	处理多个学生的信息	/162
实例 6.2.4	求多个学生的平均成绩	/163
实例 6.2.5	输入一个短整型整数, 求出 其高位数和低位数	/165
实例 6.2.6	获取按键的信息	/168
实例 6.2.7	输入一个整数, 输出对应的 星期几	/170

实例 6.2.8 建立单链表保存学生的 信息	/172
实例 6.2.9 删除链表中指定的结点 ...	/175
6.3 小结	/177
6.3.1 结构体类型的定义与应用	/177
6.3.2 共用体类型的定义与使用	/178
6.3.3 枚举类型的定义与使用	/178
6.3.4 typedef 定义类型	/179
6.3.5 单链表	/179
6.4 实验	/179
6.4.1 实验目的	/179
6.4.2 实验内容	/179
习题	/187
第 7 章 位运算	/190
7.1 内容介绍	/190
7.2 实例	/190
实例 7.2.1 将一个整数的指定位设置为 0 或 1	/190
实例 7.2.2 取出一个整数的奇数位和 偶数位	/191
实例 7.2.3 将整数的指定位翻转	/193
实例 7.2.4 求一个数的原码	/194
7.3 小结	/196
7.3.1 数值的表示方法	/196
7.3.2 位运算符	/196
7.4 实验	/196
7.4.1 实验目的	/196
7.4.2 实验内容	/196
习题	/200
第 8 章 编译预处理	/201
8.1 内容介绍	/201
8.2 实例	/201

实例 8.2.1	求圆的周长、面积和圆球 体积	/201
实例 8.2.2	使用带参数的宏求圆的周长、 面积和圆球体积	/202
实例 8.2.3	将宏定义放在一个单独的文件中求 圆的周长、面积和球体积 ...	/203
实例 8.2.4	条件编译	/206
8.3	小结	/207
8.3.1	宏定义	/207
8.3.2	文件包含	/207
8.3.3	条件编译	/208
8.4	实验	/208
8.4.1	实验目的	/208
8.4.2	实验内容	/208
习题		/209
第 9 章	文件	/211
9.1	内容介绍	/211
9.2	实例	/211
实例 9.2.1	在文件中写入整数 1~10 ...	/211
实例 9.2.2	将文件中的若干个整数读 出来	/213
实例 9.2.3	文件复制	/215
实例 9.2.4	以行为单位读写文件	/217
实例 9.2.5	读写学生信息	/218
实例 9.2.6	随机访问文件	/220
实例 9.2.7	更改文件名	/223
9.3	小结	/224
9.3.1	文件的打开与关闭	/224
9.3.2	文件的读写	/224
9.3.3	文件的定位与出错检测	/224
9.4	实验	/225
9.4.1	实验目的	/225

9.4.2 实验内容	/225
习题	/228
第 10 章 综合实例	/230
10.1 内容介绍	/230
10.2 实例	/230
实例 10.2.1 计算某一天是星期几 ...	/230
实例 10.2.2 八皇后问题	/232
实例 10.2.3 迷宫	/235
实例 10.2.4 简单的客房管理系统 ...	/241
附录 A 索引	/247
参考文献	/252

第 1 章 简单的 C 程序

1.1 内容介绍

计算机程序设计语言是人与计算机交流的工具,程序(软件)是计算机的必要组成部分。计算机程序设计语言的发展大致经过了 3 个阶段,即机器语言、汇编语言和高级语言。C 语言是一种通用的、结构化的高级编程语言,广泛用于系统软件与应用软件的开发。具有高效、灵活、功能丰富、表达力强和较高的可移植性等特点,是使用最为广泛的编程语言之一。

1.1.1 程序设计语言的发展

1. 机器语言

由计算机硬件系统可以识别的二进制指令组成的语言称为机器语言。计算机设计者把计算机可以完成的动作编辑成一个指令表,每种动作赋予一个二进制代码,并为机器的每种动作设计一种通用的格式:由指令码和内存地址组成指令。一条指令就是一个固定长度的由指令码和地址码组成的二进制位串,这就是计算机唯一可以读懂的语言,一般称为机器语言。

在计算机应用最初的十几年中,大多数计算机程序是用机器语言编写。这种语言虽然十分简单,机器可以直接识别,但对于程序员来说很不方便。完成一个简单的计算公式也要编写几十条指令,编程工作枯燥而烦琐,程序冗长而难读,调试、修改、移植和维护都是难题。因此,早期的计算机应用不广,编程的专业性极强,人们逐渐感到用机器语言编程是计算机应用向前发展的瓶颈。

2. 汇编语言

虽然机器语言可以被计算机直接识别,但对程序员来说太不方便。于是,一种汇编系统程序问世了,这种程序的功能是把一种“汇编语言”编写的程序翻译为“机器语言”形式的程序。

汇编语言是用人们比较习惯的符号来代替指令编码,例如,用 ADD 来代替 001 表示加法操作,用 MOVE 来代替 010 表示数据移动。用符号代替二进制地址表示参加操作的数据,这样大大减少了编程工作的困难。后来又改进为“宏汇编语言”,一条宏汇编指令可以代替多条机器指令。人们用汇编语言或宏汇编语言写程序,通过汇编系统(Assembler)把它们翻译成计算机唯一“看”得懂的机器语言程序,然后再令其执行。

使用汇编语言编程比使用机器语言编程要容易;另外,由于汇编语言指令与机器语言指令基本上是一条对一条或一条对几条,所以汇编系统的程序开发也不太复杂。因此,汇编语言编程很快取代了机器语言编程。到了 20 世纪 60 年代,机器语言编程已经比较少了,汇编语言逐渐取代机器语言,成为主要的编程语言。

汇编语言和机器语言都属于低级语言,这是因为其语言的结构都是以面向机器的指令序列形式为主,与人的习惯语言方式距离较远,所以它们的共同缺点如下。

- (1) 依赖于机器,可移植性差。
- (2) 代码冗长,不易于编写大规模程序。
- (3) 可读性差,可维护性差。

3. 高级语言

对于程序员来说,虽然汇编语言比机器语言方便很多,但仍然没有解决计算机编程难的基本问题。后来以 FORTRAN 和 ALGOL 60 为代表的高级语言逐渐流行。到了 20 世纪 70 年代,新一代的高级语言 Pascal 和 C 语言问世了。

与汇编语言和机器语言相比,高级语言更接近人类的自然语言,当然计算机也不能直接识别由高级语言编写的程序,要通过编译程序将高级语言编写的程序翻译成机器语言程序(这一过程称为编译),再让计算机运行。

1.1.2 C 语言的特点

C 语言既具有高级语言的优点,也具备汇编语言直接操纵硬件的特点。主要特点有如下 4 条。

(1) 语言简洁、紧凑,使用方便、灵活。ANSI(美国国家标准学会)C 一共只有 32 个关键字,9 条控制语句。

(2) 运算符丰富。C 语言提供 34 种运算符,可以方便地完成各种运算。

(3) 生成目标代码质量高,程序执行效率高。和其他高级语言相比,C 语言的目标代码更接近于汇编语言生成的目标代码。

(4) 可移植性好。高级语言一般都不依赖于具体的机器种类和操作系统,因此高级语言的可移植性都比较好。

C 语言是一种结构化程序设计语言,结构化程序是由 3 种基本结构组成的,即顺序结构、选择结构和循环结构。顺序结构就是执行过程按照程序的书写顺序,一步一步地执行,只有执行了前一步,才能执行后一步。选择结构用于判断给定的条件,根据判断的结果来控制程序的流程。循环结构可以减少源程序重复书写的工作量,用来描述重复执行某段算法的程序。

本章主要介绍 C 程序的基本结构,输入和输出,C 语言的基本数据类型、赋值运算符与算术运算符等内容。通过本章的学习可以编写一些简单的顺序结构程序。

1.2 实 例

实例 1.2.1 在屏幕上输出信息

1. 问题描述与分析

编写程序,在屏幕的第一行输出字符串“您好!”,第二行输出字符串“这是一个简单的 C 语言程序。”。

在屏幕上输出数据,可以使用 C 语言的库函数 printf,本题要求信息输出到两行上,因此在第一行输出“您好!”之后,要能够实现换行,然后在第二行再输出“这是一个简单的 C 语言程序。”。

2. 程序及运行结果

```
/* 一个简单的 C 程序 */
#include <stdio.h>
main()
{
    printf("您好!\n");           //使用 printf 函数输出
    printf("这是一个简单的 C 语言程序.\n");
}
```

运行结果如下：

```
您好!
这是一个简单的 C 语言程序。
Press any key to continue
```

其中最后一行“Press any key to continue”是系统自动输出的,每个程序都会有这一行输出,在以后实例的运行结果中不再给出。

3. 知识点

1) C 语言程序结构

C 语言程序是由一个主函数和若干其他函数(也可以只有一个主函数)组成的。函数是从符号“{”开始,到“}”结束的一段程序(若干条语句,每条语句以分号结束),主函数的名字是 main,C 程序都是从主函数开始执行的。本例程序就只有一个主函数。

2) 注释

为了提高 C 语言程序的可读性,可以在程序中添加一些注释,这些注释是给程序员自己看的,而编译程序会忽略程序中的注释。比如本例的第一行就是一个注释,去掉这一行对程序没有任何影响。

C 语言程序的注释从“/*”开始,到“*/”结束,也就是说在这两个符号之间的任何信息都是注释,例如,程序的第一行“/* 一个简单的 C 程序 */”就是注释。注释既可以写在一行也可以写在多行。

新的 C 语言标准支持以“//”开头的单行注释,即从“//”开始到该行结束是注释内容,例如,主函数中的第一行后半行“//使用 printf 函数输出”就是注释。如果是单行注释使用符号“//”较为方便,而需要大块的注释时,使用前一种格式比较方便。

3) printf 函数

printf 函数是 C 语言系统提供的一个库函数,该函数的功能是在屏幕上输出数据,输出的内容在 printf 后面的括号中给出(括号中的数据称为函数的参数),这里输出的是一个字符串,要用双引号括起来。有关 printf 函数的具体使用方法将在后面详细介绍。“\n”是一个转义字符,其作用就是输出换行,有关转义字符的内容将在后面的实例中再详细介绍。

去掉 printf 函数参数中的换行符“\n”,将程序中改为如下形式。

```
/* 一个简单的 C 程序 */
#include <stdio.h>
main()
{
```

```
printf("您好!");
printf("这是一个简单的 C 语言程序。");
}
```

重新编译、运行程序,查看运行结果与前面有何不同。

4) 文件包含

函数 `printf` 是 C 语言系统提供的一个库函数,有关该函数的说明存放在系统提供的 `stdio.h` 文件中,为了在程序中使用该函数,需要将文件 `stdio.h` 包含进来,其语法格式为“`#include <文件名>`”,注意该行结尾没有分号。

4. 知识补充

1) C 语言程序文件的扩展名

C 语言程序文件的扩展名是 `c`,例如本例程序文件的文件名可以是 `Exam1_1.c`。

2) 编译与编译器(编译程序)

用 C 语言编写的程序不能在计算机上直接运行,必须将其翻译成计算机能够认识的机器语言程序才能运行。将 C 语言程序翻译成机器语言的过程称为编译,完成编译的软件称为编译器(或编译程序)。例如,Turbo C、Visual C++ 等都可以作为 C 语言程序的编译器。本书是以 Visual C++ 6.0 作为编译器介绍 C 语言的。

3) 使用 Visual C++ 6.0 编辑、编译和运行程序的步骤

(1) 编辑 C 程序文件。

启动 Visual C++ 6.0 后,选择菜单“文件”|“新建”(File|New),弹出“新建”对话框,选择“文件”选项卡,如图 1.1 所示。在对话框的左面选择 C++ 源程序文件(C++ Source File),在对话框的右侧输入文件名(例如 `Exam1_1.c`,并选择文件存放的文件夹,单击“确定”按钮,则建立了一个 C 程序文件,然后在编辑窗口中输入 C 程序。

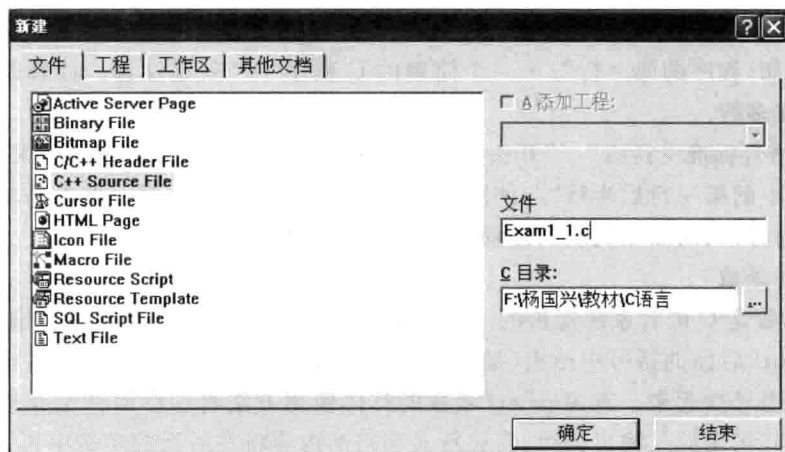


图 1.1 新建 C 程序文件

(2) 编译 C 程序。

输入完源程序代码后,单击编译工具栏(见图 1.2)上的“编译”按钮,弹出一个信息框,询问是否要为程序创建一个项目工作空间(Project Workspace),因为在 Visual C++ 中编译