



面向21世纪计算机系列规划教材

internet

>encryption

>off-prem

off-site backup

>speed

>fatal bug

>recreate

C语言程序设计

■ 刘 辉 主 编



科学出版社

www.sciencep.com

面向 21 世纪计算机系列规划教材

C 语言程序设计

主 编 刘 辉

副主编 梁玉凤 李 岚

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

C语言是国内外广泛使用的计算机语言,是计算机应用人员应掌握的一种程序设计工具。本书全面系统地介绍了C语言编程技术及其相关理论,是一本能使读者全面掌握C语言编程技术的好教程。根据需要,作者除了深入浅出地介绍了C语言的传统编程方法,还别具匠心地介绍了C语言的绘图功能和一些应用开发实例。本书内容新颖、结构合理、逻辑性强、文字流畅、通俗易懂,是学习C语言的理想教材。

本书可作为高等学校各专业的C语言教材,也是一本自学的好教材。

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计/刘辉主编. —北京:科学出版社,2006

(面向21世纪计算机系列规划教材)

ISBN 7-03-016631-0

I. C… II. 刘… III. C语言—程序设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第148768号

责任编辑:刘宝莉 贾瑞娜 / 责任校对:包志虹

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年1月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2006年1月第一次印刷 印张:17 1/2

印数:1—4 000

字数:332 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)

前 言

C 语言是一种优秀的通用程序设计语言。由于它的功能强、简洁、灵活和兼有高级语言与低级语言的优点,并具有目标程序效率高、可移植性好及它在各种系统上都能普遍实现等特点,近年来几乎所有的大专院校都开设有 C 语言程序设计课,并且基本上是将 C 语言程序设计直接作为第一门计算机语言程序设计课程。因此,针对目前 C 语言在计算机专业课程及计算机公共基础课程体系中的地位,本书从培养学生的理解、设计基本算法出发,结合掌握 C 语言的语法规则训练,培养学生的基本编程能力。

本书概念准确,结构合理,层次清晰,语言通俗易懂。书中实例丰富、选材精心,在讲述 C 语言的语法、用法上注重介绍程序设计方法和一些实用算法。在内容上,全面、系统、深入浅出地阐述了 C 语言的基本概念、语法、语义及用 C 语言编程的基本方法和技巧。

本书正文中配有大量的实例,有的实例侧重于说明语法和用法,有的则为了介绍算法或说明应用,尤其是在第 4、5、6 章中介绍程序的三种基本结构时大部分的例题均给出了分析过程,帮助读者尽快掌握程序设计过程中的基本思路和方法,尽最大可能地避免很多初学者只看懂程序而不会写程序的误区。

本书还介绍了用 C 语言进行画图的基本方法和图形模式设置。最后一章结合实际应用给出几个小应用的实例。书中每一章的开始都给出了学习目标和基本要求,末尾还给出了本章小结。每章均附大量的习题,所附的各类习题可供不同层次和应用的读者选做练习。

本书由刘辉任主编,梁玉凤、李岚任副主编,其中第 1、7 章由乔阳编写,第 4 章由陈秀玲、刘静纨编写,第 2、3、5、6 章由梁玉凤编写,第 9、13、15 章由李岚编写,第 10 章由樊银亭编写,第 11、14 章由陈亮编写,其余章节由刘辉编写。全书由刘辉统稿与修改。感谢河南工业大学王珂老师在书稿的誊写整理和程序的调试过程中所做的工作。

C 语言的语法现象比较复杂,数据的类型转换和表示灵活多变。因此本书在叙述时采用了循序渐进、逐步深入的方法。

学习和掌握 C 语言并具备用程序设计语言解决实际问题的能力的最有效的方法是实践。实践可分为三个层次和两个方面。第一个层次是阅读别人写好的程序,理解程序所要完成的任务,即程序功能,从中学习编程的方法和技巧;第二个层次是模仿编写功能类似的程序;第三个层次是自己独立设计和编写完成指定

任务的程序。第一个方面是在条件有限的情况下，动手在纸上按功能与逻辑要求用中文描述或用流程图描述出程序流程，然后严格按语法规则一丝不苟地写出程序；第二个方面是在有条件的情况下尽量上机练习，调试运行自己写的程序，而不是验证别人的程序。热忱地期望本书能为广大读者掌握好的程序设计方法、学好和用好 C 语言做出一点贡献。

由于作者水平有限和编写时间仓促，书中错误和疏漏之处恳请广大读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 引论	1
1.1 程序设计概述	1
1.2 C 语言概述	3
1.3 C 语言程序的上机步骤	5
本章小结	7
思考与练习	7
第 2 章 基本数据类型和运算	8
2.1 常量和变量	8
2.2 基本数据类型	12
2.3 运算符和表达式	18
本章小结	30
思考与练习	30
第 3 章 标准输入和输出	32
3.1 数据输入输出的概念	32
3.2 数据的输入	33
3.3 数据的输出	36
本章小结	40
思考与练习	41
第 4 章 顺序结构程序设计	43
4.1 算法介绍	43
4.2 顺序结构程序设计举例	48
本章小结	51
思考与练习	51
第 5 章 选择结构程序设计	53
5.1 选择结构语句	53
5.2 选择结构程序设计举例	57
本章小结	62

思考与练习	62
第 6 章 循环结构程序设计	67
6.1 循环结构语句	67
6.2 循环结构程序设计举例	73
6.3 循环的嵌套	79
6.4 几种循环语句的比较	80
本章小结	81
思考与练习	81
第 7 章 数组	85
7.1 一维数组	85
7.2 二维数组	89
7.3 字符数组	93
本章小结	97
思考与练习	97
第 8 章 函数与程序结构	99
8.1 C 语言程序的一般结构	99
8.2 函数定义与函数说明	101
8.3 函数调用与参数传递	106
8.4 函数的嵌套调用	112
8.5 函数的递归调用	113
8.6 变量的作用域	117
8.7 变量的存储类型	120
8.8 内部函数和外部函数	126
本章小结	127
思考与练习	127
第 9 章 编译预处理	129
9.1 宏定义	129
9.2 文件包含	135
9.3 条件编译	136
本章小结	138
思考与练习	138
第 10 章 指针	140
10.1 指针的概念	140

10.2 指针变量的定义	142
10.3 指针变量的引用	144
10.4 指针变量的运算	148
10.5 指针与数组	156
10.6 指针与函数	174
本章小结	179
思考与练习	179
第 11 章 结构体和共用体	181
11.1 结构体类型及变量的定义方法	181
11.2 结构体类型变量的说明	182
11.3 结构体变量的引用	184
11.4 结构体变量的初始化	185
11.5 结构体数组	186
11.6 结构体指针的定义和引用	187
11.7 用指针处理链表	191
11.8 共用体	198
11.9 枚举类型	201
11.10 用 typedef 定义类型	203
本章小结	203
思考与练习	204
第 12 章 位操作	206
12.1 常用的位运算	206
12.2 位运算应用举例	209
本章小结	210
思考与练习	210
第 13 章 文件	211
13.1 文件的基本概念	211
13.2 文件类型指针	212
13.3 文件的打开与关闭	213
13.4 文件的读写	215
13.5 文件的定位	222
13.6 文件出错检测	224
本章小结	224

思考与练习·····	224
第 14 章 图形 ·····	226
14.1 Turbo C 2.0 绘图功能简介 ·····	226
14.2 Turbo C 2.0 对环境的支持能力 ·····	226
14.3 图形函数及其用法·····	229
14.4 常见绘图函数·····	233
14.5 图形的属性控制·····	235
14.6 封闭图形的填充·····	238
14.7 图形方式下的文本输出·····	242
本章小结·····	243
思考与练习·····	244
第 15 章 综合应用实例 ·····	245
15.1 图书信息管理系统·····	245
15.2 小游戏——黑白子交换·····	256
15.3 燃烧的火焰·····	258
本章小结·····	262
参考文献 ·····	263
附录 ·····	264
附录 I C 语言的关键字·····	264
附录 II ASCII 字符编码一览表·····	264
附录 III C 语言中各类运算符的优先级和结合性·····	265
附录 IV C 常用库函数·····	266

第 1 章 引 论

【学习目标】

本部分主要学习程序设计的基础知识、C 语言程序设计的基本思想，达到对 C 语言程序的初步了解。

【基本要求】

掌握程序设计的步骤，熟悉 Turbo C 的程序设计环境。

1.1 程序设计概述

1.1.1 程序

在现实生活中，做任何事情都遵循着一定的程序，如做饭遵循食谱，演奏遵循乐谱等都是程序，在程序的指导下，人们能够有序地、高效率地完成某项工作。计算机中执行的程序也是为了完成任务而给计算机设定的一个操作步骤。

专业地说，为了让计算机完成特定任务需要设计指令序列。指令是计算机硬件可以执行的、完成一个基本操作的命令。将一系列完成特定功能的指令按照一定顺序组合到一起就构成了指令序列，这些指令序列的集合就是程序。

1.1.2 程序设计语言

计算机是人们用来进行各种数据处理的工具。人们要使用计算机，就必须把要解决的问题告诉计算机，计算机按照人们的命令进行计算和操作。如何把解决问题的意图告诉计算机呢？为了有效地实现人与计算机之间的信息交换，人们设计出多种词汇少、语法简单、语义明确的适合在计算机上执行的指令集合，这些指令集合称为计算机语言，也称为程序设计语言（programming language）。在设计程序的时候，人们按照程序设计语言的语法结构来编写指令序列组成实现不

同功能的程序。

程序设计语言可分为低级语言与高级语言两大类。低级语言是与计算机硬件有关的语言，如机器语言和汇编语言。高级语言是与机器无关的语言，如 Pascal 语言、C 语言等。其中，机器语言执行速度快，但直观性差、难编写、难阅读、难维护。其他语言都采用助记符号，易于编写阅读，但是需要进行编译转换成机器语言才能执行。语言越高级越容易被人们编写和阅读。

1.1.3 程序设计的一般步骤

程序设计的过程是利用计算机程序设计语言编写能实现特定功能的程序的过程。

程序设计的步骤如图 1.1 所示。

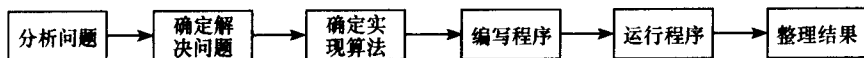


图 1.1 程序设计的步骤

分析需要解决的问题，建立数学模型：对要解决的问题进行分析，找出它们的运算操作与变化规律，归纳建立数学模型。

选择确定算法：根据特定的数学模型，选择适合计算机解决问题的方法和步骤，把处理思路用文字描述出来或用流程图表示出来。

根据语法规则，编写实现程序：把算法处理步骤用符合程序设计语言语法规定的语句集合表示。

调试运行程序，得到计算结果：调试程序就是对程序进行排错，试运行并及时发现改正错误的过程。

1.1.4 结构化程序设计方法

结构化程序设计思想产生于 20 世纪 60 年代，目的是为了增强程序的可读性（容易理解），保证程序的质量，降低软件开发成本，从而提高软件的生产和维护效率。

结构化程序设计方法是指按照一组能够提高程序的易读性和易维护性的规则，进行程序设计的方法。

要点：

(1) 程序的质量标准：清晰第一，结构第二。

(2) 程序的设计采用“自顶向下，逐步求精，模块化”的方法。

模块化：将一个复杂的问题分解成若干个功能单一、相对独立的小问题来进行程序设计，每个小问题就是一个模块。这样能使程序具有一定的灵活性和可

靠性。

自顶向下：是指模块的划分要从问题的顶层向下逐层分解、逐步细化，直到最低层达到最简单的功能模块。

逐步求精：在将抽象问题分解为若干个相对独立的小问题时，需逐级由抽象到具体、由粗到细、由表及里进行细化，直到将问题细化到可以用程序的 3 种基本结构来实现（顺序、分支、循环）。

(3) 每个程序模块只有一个入口和一个出口，且没有死语句（永远执行不到语句）和死循环（永远执行不完的无终止语句）。

(4) 程序的书写必须按照一定规范和格式进行，不能随心所欲地拼凑。

(5) 程序的设计风格要以好的可读性为标准，以使用程序的用户为中心，界面美观、结构流畅。

1.2 C 语言概述

C 语言是一种国际上广泛流行的计算机程序设计语言，它既可以用来设计系统软件，也可以用来设计应用软件。

1.2.1 C 语言的发展和特点

C 语言是 20 世纪 70 年代初期美国贝尔实验室开发的一种程序设计语言，正式发表于 1978 年。随着它的发展，又推广了许多 C 语言的版本，使其种类达几十种之多。1983 年，美国国家标准学会计算机和信息处理部门（代号 X3）成立了 X3J11 技术委员会，1990 年颁布了所制定的 C 标准（ANSI/iso9899: 1990）。目前，广泛使用的 Turbo C、Borland C、Microsoft C 等版本都支持 ANSI 标准。

C 语言的特点：

(1) 语言简洁、紧凑，使用方便、灵活。

(2) 运算符丰富。它包含的范围很广泛，共有 34 种运算符。

(3) 数据结构丰富，具有程序设计语言的各种数据结构。它具有多种数据类型，能够实现各种复杂的数据结构的运算。

(4) 具有结构化程序控制语句，用函数作为程序的模块单位，便于实现程序的模块化。

(5) 语法限制不太严格，程序设计自由度大。

(6) C 语言能进行位操作，能实现汇编语言的大部分功能，可以直接对硬件进行操作。

(7) 生成目标代码质量高，程序执行效率高。

(8) 程序可以移植性好。基本上不用做修改就能用于各种型号的计算机和各

种操作系统。

C 语言以上的特点,读者现在也许还不能深刻理解,待学完以后再回顾一下,就会有比较深的体会了。

1.2.2 简单的 C 语言程序

【例 1.1】 在屏幕上输出一行文本信息。

```
main ( )                /* 主函数 */
{
    printf("how are you!"); /* 在屏幕上输出信息“how are you!” */
}
```

说明:

(1) main () 为主函数名。每个 C 语言程序都必须有一个且只能有一个 main () 函数。

(2) 大括号 “{ }” 是函数体定界符,位于大括号中的内容为函数体,每个函数都必须用一对大括号将函数体括起来。

(3) 此程序的函数体中只有一条输出语句 printf (“how are you!”) 为 C 语言的标准输出函数,是系统提供的库函数。

(4) 语句后面有一个分号 “;”,这是 C 语言的语句结束符。

(5) /* ... */ 是注释语句,用来帮助读者阅读程序,在程序编译运行时此内容是不被执行的,注释语句可写在程序中的任何位置。

【例 1.2】 编写一个 C 语言程序,计算并输出两数之和。

```
main ( )                /* 主函数 */
{
    int a, b, sum;      /* 定义 a, b, sum 三个整型变量 */
    a = 100; b = 200;   /* 给变量 a 和 b 赋值 */
    sum = a + b;        /* 计算 a 与 b 的和,存入变量 sum 中 */
    printf("sum = %d\n", sum); /* 输出 sum 的值 */
}
```

运行程序,输出: sum = 300

1.2.3 C 语言程序的书写规则

(1) C 语言程序是由函数构成的,其中至少包括一个主函数 main ()。

(2) 函数体是由左右花括号 { } 括起来的部分,“{”与“}”必须成对书写。

(3) C 语言中每个基本语句都以 “;” 结束。

- (4) 一行内可以写一个语句，也可以写多个语句。
- (5) C 语言中所有的变量需先定义，然后再使用。
- (6) 程序中语句用小写字母来书写。

1.3 C 语言程序的上机步骤

1.3.1 C 语言程序的上机步骤

1. 编辑

通过键盘将原程序输入到计算机，这个过程为编辑过程。本书以 Turbo C 环境作为编辑环境来学习 C 语言程序的编辑。编辑后的程序以文件的形式存盘，源程序的扩展名为 .C。

2. 编译

通过编辑程序将程序输入到计算机后，需要将程序通过编译器编译成目标程序，得到目标文件，其扩展名为 .OBJ。编译过程中源程序有语法错误时系统会给出提示信息，需要重新编辑程序，然后重新编译。

3. 连接

经过编译后生成的目标文件不能直接执行，需要经过连接各种库文件之后才能生成可执行代码。连接后所得到的可执行文件的扩展名为 .EXE。

4. 执行

连接后，源程序的目标程序就是可执行文件了，可以直接运行。

综上所述，上机步骤如下：

编辑 (.C) → 编译 (.OBJ) → 连接 (.EXE) → 执行

1.3.2 Turbo C 系统菜单

Turbo C 提供了将所有功能都组合在一起的一个集成环境，可以通过菜单选择使用其功能，是一个易学、易用的环境。

1. Turbo C 集成开发环境的主屏幕

集成开发环境的主屏幕由上至下分成四部分：主菜单，编辑窗，信息窗，功能键提示行，如图 1.2 所示。

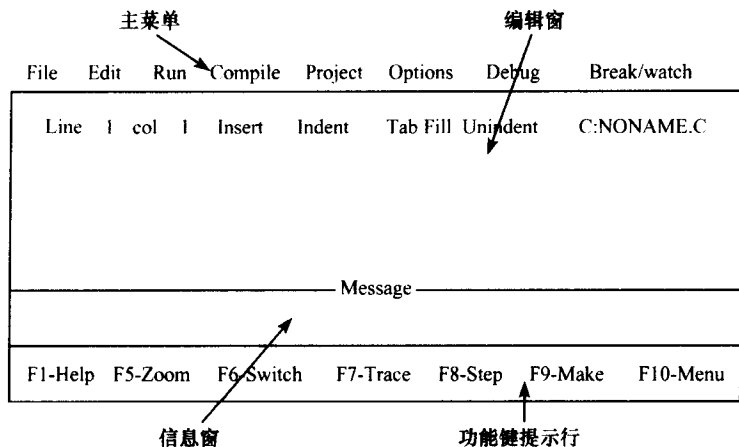


图 1.2 Turbo C 主屏幕

2. 主菜单功能

File	装入或保存文件，管理目录，转入操作系统和退出 C
Edit	建立和编辑文件
Run	编译、连接和运行装入环境下的当前程序
Compile	编译在环境下的当前程序
Project	管理多文件工具
Options	设置编译程序和连接程序的各种选择项
Debug	设置各种调试选择项
Break/watch	允许用户增加、删除和编辑监视表达式，可设置和清除断点。

3. 编辑窗

编辑窗是 C 语言集成开发环境中提供的一个可以建立、修改文本文件的区域。进入编辑窗的方式有两种：

- (1) 按 Alt+E 组合键无条件地进入编辑窗。
- (2) 按 F10 功能键激活主菜单后，用 ←、→ 光标移动键将置亮光带移到“Edit”上按回车键，或者在激活主菜单后直接按字母键“E”即进入编辑窗。

在编辑窗内的操作和常用的字处理软件非常相似：

- (1) 编辑窗第一行是状态行，给出有关正在编辑的文本信息，如当前光标所在行、当前光标所在列、编辑模式（Insert 为插入状态/空白为改写状态）、编辑文件的文件名（C 语言的默认文件名为 NONAME.C）等。

- (2) 重复按 Insert 键可切换编辑模式。

- (3) 通过使用一些组合键可以实现快捷的编辑操作。常用的编辑命令如表

1.1 所示。

表 1.1 编辑窗中常用的编辑命令

命 令	功 能	命 令	功 能
Home	将光标移到所在行的行首	Ctrl+T	删除光标所在处的一个词
End	将光标移到所在行的行尾	Ctrl+U	放弃操作
Ins	编辑模式的切换	Ctrl+Y	删除光标所在的一行
Del	删除光标所在的字符	Ctrl+KB	设置块开始
Backspace	删除光标前面的字符	Ctrl+KK	设置块结尾
PgDn	向下翻页	Ctrl+KV	块移动
PgUp	向上翻页	Ctrl+KC	块拷贝
← →	光标向左向右移动	Ctrl+KY	块删除
↑ ↓	光标向上向下移动	Ctrl+KH	块隐藏
Ctrl+KR	读文件	Ctrl+KW	存文件

4. 功能键提示行

屏幕底部是功能键，显示当前状态下功能键的作用。其中与编辑有关的功能键有：

- F1 获得 Turbo C 编辑命令的帮助信息
- F5 扩大编辑窗口到整个屏幕
- F6 在编辑窗口与信息窗口之间进行切换
- F10 激活主菜单

本章小结

本章主要介绍了与程序设计有关的基本概念，包括程序，程序设计语言，程序设计的基本方法、步骤。并初步学习了 C 语言程序设计的方法，以及上机使用 Turbo C 的步骤。通过本章的学习使大家对 C 语言程序有一个简单认识。

思考与练习

1. 程序设计的步骤。
2. 写出 C 语言的主要特点。
3. 编写一个 C 语言程序，输入 a、b、c 三个值，求 a+b+c 的值。
4. 上机运行本章例题，以及第 3 题的程序，熟悉所用系统的上机方法和步骤。



第 2 章 基本数据类型和运算

【学习目标】

本章是 C 语言学习的基础,通过本章学习,使读者了解 C 语言中数据的基本类型、基本运算,程序设计中常量和变量的概念,掌握如何定义数据类型,正确书写表达式等。

【基本要求】

要求重点掌握基本数据类型的定义及相应的数据表示范围,能够熟练正确地用表达式进行各种运算。

2.1 常量和变量

2.1.1 标识符与关键字

在 C 语言中,标识符是用来标识变量名、符号常量名、函数名、数组名、类型名、文件名的有效字符序列。

C 语言中规定标识符只能由字母、数字和下划线三种字符组成,且第一个字符必须为字母或下划线,随后的字符必须是字母、数字或下划线。

标识符的长度可以是一个或多个字符。例如,chr1、chr2、a_b、_ab、a2b 等都是合法的,而 3a、a! number、high..ba 等是非法的。ANSI 标准并没有规定标识符的长度,它只是由各个 C 语言编译系统自行来规定。有的系统(如 IBM PC 的 MS C)取 8 个字符(Turbo C 则允许 32 个字符),假如程序中出现的变量名长度大于 8 个字符,则只有前 8 个字符有效,后面的不被识别。如下所示的四个变量 t_number1、t_number2、t_number3、t_number4 将被当作同一个标识符处理。因此,在书写程序时应了解所用系统对标识符长度的规定,以免出现上面的混淆,而且这种错误并不反映在编译过程中(即没有语法错误),