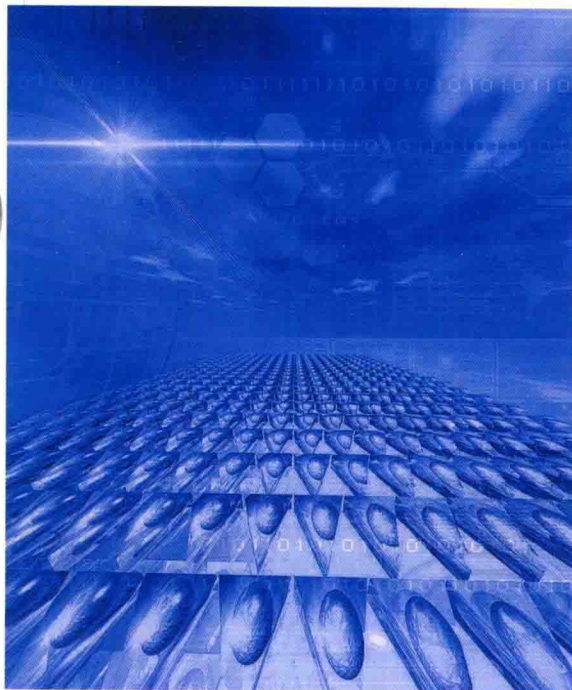


C语言程序设计

(第四版)

- ◆ C语言基础知识
- ◆ 顺序结构程序的设计
- ◆ 选择结构程序的设计
- ◆ 循环结构程序的设计
- ◆ 数组的使用
- ◆ 函数的使用
- ◆ 预处理命令
- ◆ 指针的使用
- ◆ 结构体、链表与共用体
- ◆ 位运算
- ◆ 文件的概念和操作



高 禹 主 编
杨秀菊 付长凤 杨 岚 吴宗波 副主编
胡家正 主 审



清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

C 语言程序设计

(第四版)

高禹 主编

杨秀菊 付长凤 杨岚 吴宗波 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

C 语言课程是我国许多高校为学生开设的第一门程序设计语言课程。C 语言具有很强的实用性,它既用来编写系统软件,也可用来编写各种应用软件。

本书主要内容包括:C 语言概述,数据类型、运算符与表达式,程序设计初步,选择结构程序的设计,循环结构程序的设计,数组,函数,预处理命令,指针,结构体与其他数据类型,位运算,文件等。书中涵盖了大量的程序设计实例,通过对实例的学习,读者能够更好地掌握运用 C 语言进行程序设计的方法和技巧。

本书既可作为高等院校应用型本科专业学生的教材,也可供自学者以及参加 C 语言计算机等级考试的考生阅读参考。

为了使读者更好地掌握 C 语言,清华大学出版社还出版了与本教材配套的学习指导与实验辅导教材:《C 语言程序设计学习指导与实验教程(第四版)》。

本书对应的电子课件、实例源代码和习题答案可以通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

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 语言程序设计 / 高禹 主编. —4 版. —北京:清华大学出版社, 2018

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-49485-0

I. ①C… II. ①高… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 017658 号

责任编辑:胡辰浩 袁建华

装帧设计:孔祥峰

责任校对:成凤进

责任印制:杨 艳

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

印刷者:北京富博印刷有限公司

装订者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15 字 数:346 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 2018 年 2 月第 4 版 印 次:2018 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3500

定 价:43.00 元

产品编号:078878-01

前 言

C语言是被人们广泛使用的一种计算机语言。由于它功能丰富，灵活性强，可移植性好，语言简洁，应用面广，因此深受广大用户的喜爱。C语言具有较强的实用性，它既可以用来编写系统软件，也可以用来编写各种应用软件。

C语言程序设计既是计算机专业的必修课程，也是国内许多高校为非计算机专业学生开设的一门程序设计语言课程。对于从未接触过程序设计语言的学生来说，在规定的有限学时内，掌握好C语言具有一定的难度。作者在编写本书时，根据多年从事C语言教学的经验，充分地考虑到了以上实际情况。

本书的编写具有如下主要特点：

- (1) 本书的内容编排充分考虑到高等院校培养应用型本科专业学生和初学者的要求。
- (2) 本书选择学生容易理解的问题作为实例，结合知识点讲解程序设计的方法和技巧。
- (3) 本书本着实用的原则，重点放在如何使用C语言来解决实际问题。在丰富的例题中包含了各种常见问题，对于例题中出现的各种算法都有较详细的解释。

(4) 与本书相配套，我们编写了《C语言程序设计学习指导与实验教程(第四版)》，对各章知识的要点和难点整理归纳和深入分析，为读者准备了各种类型的习题，并且给出了习题的参考答案。还为读者设计了各种上机实验项目并详细说明了各实验的目的和内容。

(5) 本书内容覆盖了“C语言计算机等级考试”的内容。

全书共分12章：第1章介绍了C语言的发展历史、特点及源程序结构；第2章介绍了C语言的基本数据类型、运算符和表达式；第3章介绍了C语言基本的输入输出操作和顺序结构程序设计；第4章介绍了C语言的选择结构程序设计；第5章介绍了C语言的循环结构程序设计；第6章介绍了C语言的数组；第7章介绍了C语言函数的调用、变量的存储类别；第8章介绍了C语言的预处理命令；第9章介绍了C语言指针的使用；第10章介绍了C语言的结构体和其他数据类型；第11章介绍了C语言的位运算；第12章介绍了C语言文件的概念及操作。

本书条理清晰、语言流畅、通俗易懂、实用性强。本书既可以作为高等院校应用型本科专业学生的教材，也可以供自学者以及参加C语言计算机等级考试的考生阅读参考。

除主编和副主编外，参加本书编写工作的还有许瑞斌、许戈静、何天兰、张梅娇、林玉梅、林博艺、苏乐辉、苏延平、郭新华、黄丽凤、王广伟、李鑫、毕振波、郑芸、张建科、张威、张艳艳、侯志凌、黄海峰和管林挺等人。感谢参加编写工作的泉州信息工程学院的老师。

由于编者水平有限，书中难免存在错误与不足，诚恳欢迎读者批评指正。我们的联系方式为电子邮箱：huchenhao@263.net，电话：010-62796045。本书对应的电子课件、实例源代码和习题答案可以通过<http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

编 者

2018年1月

目 录

第 1 章 C 语言概述	1
1.1 C 语言的发展历史简介	1
1.2 C 语言的特点	1
1.3 C 语言源程序举例	2
1.4 C 程序的编辑、编译、 链接和运行	4
1.5 习题	5
第 2 章 数据类型、运算符与表达式	6
2.1 C 语言的数据类型	6
2.2 常量和变量	6
2.2.1 常量	6
2.2.2 变量	7
2.3 整型数据	7
2.3.1 整型常量	7
2.3.2 整型变量	8
2.3.3 整型数据的输入输出	8
2.4 实型数据	10
2.4.1 实型常量	10
2.4.2 实型变量	10
2.4.3 实型数据的输入输出	10
2.5 字符型数据	11
2.5.1 字符型常量	11
2.5.2 字符串常量	12
2.5.3 字符型变量	12
2.5.4 字符数据的输入输出	12
2.6 算术运算符和算术表达式	14
2.6.1 算术运算符	14
2.6.2 算术表达式	14
2.6.3 不同数据类型间的 混合运算	15

2.7 赋值运算符和赋值表达式	16
2.7.1 赋值运算符	16
2.7.2 赋值表达式	16
2.7.3 赋值表达式的类型转换	17
2.8 其他运算符和表达式	19
2.8.1 自增、自减运算符	19
2.8.2 逗号运算符和逗号表达式	20
2.8.3 求字节数运算符	21
2.9 习题	21
第 3 章 程序设计初步	23
3.1 C 语句概述	23
3.1.1 C 语句的种类	23
3.1.2 C 程序的赋值语句	24
3.2 顺序结构程序设计	25
3.3 数据的输入与输出	26
3.3.1 printf 函数	26
3.3.2 scanf 函数	31
3.3.3 getchar、putchar 及 getch 函数	33
3.4 程序设计举例	34
3.5 习题	35
第 4 章 选择结构程序的设计	37
4.1 关系运算符和关系表达式	37
4.1.1 关系运算符及其优先次序	37
4.1.2 关系表达式	37
4.2 逻辑运算符和逻辑表达式	38
4.2.1 逻辑运算符及其优先次序	38
4.2.2 逻辑表达式	39
4.3 if 语句	40
4.3.1 if 语句的 3 种形式	40

4.3.2 条件运算符	43	6.3.2 字符数组元素的引用 和初始化	78
4.4 switch 语句	44	6.3.3 字符串	79
4.5 if 语句和 switch 语句的 嵌套形式	45	6.3.4 字符数组元素的输入输出	80
4.5.1 if 语句的嵌套	45	6.3.5 处理字符串的函数	81
4.5.2 switch 语句的嵌套	46	6.3.6 字符数组程序设计举例	85
4.6 程序设计举例	47	6.4 习题	90
4.7 习题	51	第 7 章 函数	92
第 5 章 循环结构程序的设计	53	7.1 函数概述	92
5.1 while 语句和 do-while 语句 构成的循环	53	7.2 函数的定义	93
5.1.1 while 语句	53	7.3 函数的参数和函数的返回值	94
5.1.2 do-while 语句	54	7.3.1 形式参数和实际参数	94
5.2 for 语句构成的循环	55	7.3.2 函数的返回值	95
5.3 嵌套循环结构的概念和实现	57	7.4 函数的调用	96
5.4 break 语句和 continue 语句	59	7.4.1 函数调用的一般形式	96
5.4.1 break 语句	59	7.4.2 函数调用的方式	97
5.4.2 continue 语句	60	7.4.3 函数调用的说明	97
5.5 goto 语句和用 goto 语句 构成循环	61	7.5 函数的嵌套调用和递归调用	98
5.6 程序设计举例	61	7.5.1 函数的嵌套调用	98
5.7 习题	65	7.5.2 函数的递归调用	100
第 6 章 数组	67	7.6 数组作为函数的参数	103
6.1 一维数组	67	7.7 局部变量和全局变量	105
6.1.1 一维数组的定义	67	7.7.1 局部变量	105
6.1.2 一维数组元素的引用 和初始化	68	7.7.2 全局变量	105
6.1.3 一维数组程序设计举例	69	7.8 变量的存储类别	106
6.2 二维数组	73	7.8.1 静态存储变量和 动态存储变量	106
6.2.1 二维数组的定义	73	7.8.2 局部变量的存储	107
6.2.2 二维数组元素的引用 和初始化	74	7.8.3 全局变量的存储	109
6.2.3 二维数组程序设计举例	76	7.9 内部函数和外部函数	110
6.3 字符数组与字符串	78	7.9.1 内部函数	111
6.3.1 字符数组的定义	78	7.9.2 外部函数	111
		7.10 程序设计举例	112
		7.11 习题	115

第 8 章 预处理命令118	9.7 main 函数的参数 151
8.1 宏定义..... 118	9.7.1 main 函数参数的概念..... 151
8.1.1 不带参数的宏定义.....118	9.7.2 main 函数参数的处理..... 152
8.1.2 带参数的宏定义.....120	9.8 程序设计举例 153
8.2 “文件包含”处理.....121	9.9 习题 156
8.3 条件编译.....124	第 10 章 结构体与其他数据类型 158
8.4 习题..... 125	10.1 结构体的概念..... 158
第 9 章 指针128	10.2 结构体类型变量和数组..... 159
9.1 指针的基本概念..... 128	10.2.1 结构体类型变量..... 159
9.1.1 指针变量的定义.....128	10.2.2 结构体类型数组..... 161
9.1.2 指针变量的引用.....129	10.3 指向结构体的指针..... 163
9.2 指针与一维数组.....131	10.4 使用指针处理链表..... 166
9.2.1 指向一维数组的 指针变量.....131	10.4.1 分配和释放内存的函数.....167
9.2.2 通过指针引用 一维数组元素.....132	10.4.2 单向链表的操作..... 168
9.2.3 关于指针用法的几个细节.....134	10.5 共用体和枚举类型..... 173
9.3 指针与字符串.....135	10.5.1 共用体.....173
9.3.1 字符串的表现形式.....135	10.5.2 枚举类型.....176
9.3.2 字符型指针变量 作为函数参数.....136	10.6 用 typedef 声明类型..... 177
9.3.3 字符型指针变量与 字符型数组的区别.....138	10.7 程序设计举例..... 178
9.4 指针与二维数组.....139	10.8 习题..... 180
9.4.1 二维数组的指针.....139	第 11 章 位运算 182
9.4.2 行指针变量.....140	11.1 位运算符..... 182
9.4.3 二维数组的指针 作函数参数.....142	11.2 位运算..... 182
9.5 指针数组与多级 指针的概念.....143	11.2.1 按位取反运算.....182
9.5.1 指针数组.....143	11.2.2 左移运算.....183
9.5.2 多级指针.....145	11.2.3 右移运算.....184
9.6 指针与函数.....145	11.2.4 按位“与”运算.....185
9.6.1 指针变量作为函数的参数.....146	11.2.5 按位“或”运算.....185
9.6.2 函数的指针.....147	11.2.6 按位“异或”运算.....186
9.6.3 返回指针值的函数.....149	11.3 位运算应用举例..... 187
	11.4 位段结构..... 189
	11.5 习题..... 191
	第 12 章 文件 193
	12.1 文件概述..... 193
	12.1.1 文件..... 193

12.1.2	数据文件的存储形式	193	12.4.3	fscanf 函数和 fprintf 函数	203
12.1.3	标准文件与非标准文件	194	12.4.4	fgets 函数和 fputs 函数	205
12.1.4	文件类型指针	195	12.5	程序设计举例	206
12.2	文件的打开与关闭	195	12.6	习题	210
12.2.1	打开文件的函数 fopen	195	附录 A	Visual C++ 6.0 使用 方法简介	213
12.2.2	关闭文件的函数 fclose	197	附录 B	C 语言的关键字	217
12.3	文件的定位和检测	197	附录 C	运算符的优先级及其结合性	218
12.3.1	文件的顺序读写和 随机读写	197	附录 D	C 的常用函数库	220
12.3.2	rewind 函数和 fseek 函数	198	附录 E	ASCII 码表	227
12.3.3	feof 函数和 ftell 函数	199	参考文献	231	
12.3.4	ferror 函数和 clearerr 函数	199			
12.4	文件的读写	200			
12.4.1	fgetc 函数和 fputc 函数	200			
12.4.2	fread 函数和 fwrite 函数	202			

第1章 C语言概述

C语言是一种优秀的结构化程序设计语言。它具有语言简洁、紧凑，使用灵活和可移植性强等优点，深受广大编程人员的喜爱，并得到广泛应用。

本章主要介绍了C语言的发展简史、C语言的特点，以及C程序的编译、链接和运行。

1.1 C语言的发展历史简介

C语言是由美国贝尔实验室的Dennis Ritchie于1972年开发出来，并首次在UNIX操作系统的DEC PDP-11计算机上使用的计算机语言。它由早期的B语言发展演变而来。在1970年，贝尔实验室的Ken Thompson根据BCPL(Basic Combined Programming Language)语言设计出了较简单且接近硬件的B语言。但由于B语言过于简单，功能有限，无法满足人们的需要，所以Dennis Ritchie在此基础上又开发了C语言。C语言既继承了B语言的优点，又克服了它的缺点。

最初的C语言只能在大型计算机上执行，随着微型计算机的日益普及，它逐渐被移植到微机上来，并且出现了许多不同版本的C语言。但由于没有统一的标准，使得这些C语言之间出现了一些不一致的地方。为了改变这种情况，1983年美国国家标准化协会ANSI(American National Standards Institute)为C语言制定了标准，即ANSI C。1987年，ANSI公布了C语言新的标准；1989年，ANSI又公布了一个新的C语言标准——C89，现在流行的各种C语言版本都是以它为标准的。1990年，国际标准化组织ISO(International Standards Organization)接受C89作为国际标准，通常称为C90。1999年，ISO对C语言标准进行了修订，在基本保留原来的C语言特征的基础上增加了一些面向对象的特征，简称为C99。目前流行的C语言编译系统大多是以C89为基础进行开发的。微机上正在使用的C语言编译系统有Turbo C、WIN TC(Turbo C的Windows版本)、C-Free、Visual C++等。

1.2 C语言的特点

C语言凭借其强大的功能，早已成为最受欢迎的语言之一。许多著名的软件都是用C语言编写的。C语言具有如下一些特点。

(1) 语言简洁、紧凑，使用方便、灵活，具有丰富的运算符和数据结构。C语言一共只有32个关键字，9种控制语句，34种运算符。C语言把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理，从而使得C语言的运算类型极其丰富，表达式类型多样化。C语言的数

据类型有：整型、实型、字符型、枚举类型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等，使用这些数据类型可以实现各种复杂的数据结构运算。

(2) C 语言允许直接访问物理地址，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。因此，C 语言既具有高级语言的功能，又具有机器语言和汇编语言的许多功能，可用来编写系统软件。C 语言既是成功的系统描述语言，又是通用的程序设计语言，人们通常称之为“中级语言”，即它兼有高级语言和汇编语言的特点。

(3) C 语言具有结构化的控制语句(如 if...else 语句、while 语句、do...while 语句、switch 语句、for 语句)，用函数作为程序模块以实现程序的模块化，是结构化的理想语言，符合现代编程语言风格的要求。

(4) 语法限制不太严格，程序设计自由度大。例如，对数组下标越界不作检查，由程序编写者自己来保证程序的正确性；对变量的类型使用比较灵活，如整型数据与字符型数据以及逻辑型数据可以通用。一般的高级语言语法检查比较严格，能检查出几乎所有的语法错误。而 C 语言允许程序编写者有较大的自由度，因此放宽了语法的检查。程序员应当仔细检查程序，来保证其正确，而不要过分依赖 C 编译程序来检查错误。

(5) 用 C 语言编写的程序可移植性好(与汇编语言相比)。在某一操作系统编写的程序，基本上不做任何修改就能在其他类型的计算机和操作系统上运行。

(6) 生成目标代码质量高，程序执行效率高。一般只比汇编程序生成的目标代码效率低 10%~20%。

C 语言的以上特点，使得 C 语言功能强大、应用广泛。用 C 语言可以编写出任何类型的程序，它既用来编写系统软件，也可以用来编写各种应用软件。但同时 C 语言对编程人员也提出了更高的要求，与学习其他的高级语言相比，编程人员学习 C 语言必须将更多的心思花费在学习语法上，尤其是指针的应用，常让初学者摸不着边际。但是，一旦熟悉了 C 语言的语法，便可以享受到 C 语言所带来的便利性与快捷性。

1.3 C 语言源程序举例

通过第 1.2 节的介绍，读者应已了解了一些 C 程序的特点。下面通过几个简单的 C 程序实例，进一步分析 C 程序的结构特点。

例 1.1 在屏幕上显示两行信息，分别是“*How are you!*”和“*Welcome you!*”。

程序代码如下：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    printf("How are you!\n");
    printf("Welcome you!");
    return 0;
}
```

程序运行的结果是输出如下两行文本信息：

```
How are you!  
Welcome you!
```

C程序是由许多函数组合而成的，而在某个函数里面又可以再调用其他函数。

在上面的程序中，main表示“主函数”，每一个C程序都必须有一个main函数，它是程序执行的入口。main前面的int表示函数的返回类型，即main函数为基本整型类型。

上面程序中的一对大括弧{ }括起来的部分称为函数体。函数体内的printf是C语言中的输出函数，双引号内的字符串按原样输出。\\n是换行符，即在输出“How are you!”之后回车换行，然后在屏幕的下一行输出“Welcome you!”。每个语句结尾为一个分号。函数体内的return语句为主函数结束时的返回值。由于main函数的类型为int，因此返回值必须为一个整型值。一般而言，返回值为0表示正常返回。

上面程序中的# include <stdio.h>表示把尖括号<>内的stdio.h文件包含到本程序中。stdio为standard input/output的缩写，即标准输入输出。C语言中有关输入输出函数的格式均定义在这个文件里。

例 1.2 计算两个整数之和，并在屏幕上显示计算结果。

程序代码如下：

```
#include <stdio.h>  
int main () /*主函数*/  
{ int a,b,sum; /*定义变量*/  
  a=111; b=222; /*为变量赋值*/  
  sum=a+b; /*求两数之和*/  
  printf("sum is: %d", sum); /*输出 sum 的值*/  
  return 0;  
}
```

程序运行的结果是输出两个整数的和sum，显示结果如下：

```
sum is: 333
```

在上面程序中，/*...*/表示注释部分。为了便于理解，程序员可用汉字表示注释，当然也可以用英语或汉语拼音作注释。注释只是用于解释程序，对编译和运行不起任何作用。

在上面程序中，在函数体内(即一对大括号之间)的第一行是变量定义部分，定义了3个int型变量；第二行是两个赋值语句，使变量a和b的值分别为111和222；第三行使变量sum的值为a和b之和；第四行printf是输出函数，其中的%d表示输出sum时的数据类型和格式为“十进制整数类型”。在执行输出时，此位置上代以一个十进制整数值，printf函数中括弧内最右端的sum是要输出的变量，现在它的值是333，因此输出的计算结果为“sum is: 333”。

例 1.3 输入变量a和b的值，调用自定义函数计算a和b的和，并在屏幕上输出结果。程序代码如下：

```

#include <stdio.h>
int sumab (int x, int y);           /*函数声明*/
int main ()                         /*主函数*/
{ int a,b,sum;                     /*定义变量*/
  printf("请输入变量 a 与 b 的值:"); /*提示信息*/
  scanf("%d %d", &a, &b);         /*输入变量 a 和 b 的值*/
  sum=sumab(a,b);                 /*调用 sumab 函数*/
  printf("a 与 b 的和等于%d", sum); /*输出 sum 的值*/
  return 0;
}
int sumab (int x, int y)           /*定义 sumab 函数, 并定义形参 x、y*/
{ int z;
  z=x+y;
  return z;
}

```

该程序由两个函数组成, 即由主函数 main 和函数 sumab 组成。

函数 sumab 的功能是求两个整数之和并返回给主函数。它是一个用户自定义函数, 它有两个 int 型的形参 x 和 y, 它是一个具有 int 型类型返回值的函数。main 函数前面的函数声明语句“int sumab (int x, int y);”表明 sumab 是一个有两个 int 型的形参并返回一个 int 型值的函数。这样的函数声明叫作函数原型, 它要与函数的定义和调用相一致。

本程序的执行过程如下: 首先在屏幕上显示提示字符串“请输入变量 a 与 b 的值:”, 请用户输入两个数; 用户输入两个数并按回车后, 由 scanf 函数语句接收这两个数并存入变量 a、b 中; 然后调用 sumab 函数, 把 a 和 b 的值传递给 sumab 函数的参数 x 和 y。在 sumab 函数中, 计算 x 和 y 之和并赋给变量 z, 并由 return 语句把变量 z 的值返回给主函数 main, 然后赋值给变量 sum, 最后由 printf 函数在屏幕上输出 sum 的值。

从以上 3 个例子可以看出, C 源程序的结构特点如下。

(1) 一个 C 语言源程序由一个或多个源文件组成。每个源文件由一个或多个函数构成, 其中有且仅有一个主函数(main 函数)。

(2) 一个函数由函数首部(即函数的第一行)和函数体(即函数首部下面的大括号内的部分)组成。函数首部包括函数类型、函数名和放在圆括号内的若干个参数。函数体由声明部分和执行部分组成。

(3) C 程序书写格式自由, 一行内可以写多条语句, 一个语句也可以分写在多行中, 每个语句必须以分号结尾。

(4) 程序的注释内容放在“/*”和“*/”之间, 在‘/’和‘*’之间不允许有空格; 注释部分允许出现在程序中的任何位置。

1.4 C 程序的编辑、编译、链接和运行

1. 编辑程序

用编辑软件将 C 源程序输入计算机, 经修改无误后, 保存为一个文件。C 源程序文件

的后缀为“.c”。可用于编写C源程序的编辑软件有很多，DOS环境下，可以使用Turbo C；Windows环境下，可以使用WIN TC(Turbo C的Windows版本)，也可以使用C-Free，还可以使用Visual C++。

2. 编译程序

在WIN TC或C-Free或Visual C++下，将后缀为“.c”的源程序编辑并保存之后，通过快捷键或者选择菜单的方式进行编译，编译的过程是把C源程序代码转换为计算机可识别的代码。如果在编译过程中发现源程序有语法错误，则系统会显示出错信息，告诉用户源程序有错误，然后用户可以重新修改源程序再进行编译，如此反复直至编译通过为止。编译通过后生成目标程序，目标程序的文件名与源程序相同，但后缀为“.obj”。

3. 链接程序

链接程序是指将目标程序和库函数或其他目标程序相链接。在WIN TC或C-Free或Visual C++下通过快捷键或选择菜单的方式进行链接，即可以生成可执行程序。可执行程序的文件名与源程序相同，但后缀为“.exe”。

4. 运行程序

只要输入可执行文件的文件名即可运行程序。在C-Free或WIN TC或Visual C++下通过快捷键或选择菜单的方式即可运行程序。

上述的编辑、编译、链接、运行程序的过程如图1.1所示。

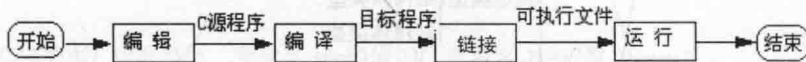


图 1.1 C程序的执行过程示意图

1.5 习 题

1. 简述C程序的结构特点。
2. 分析例1.3程序的结构。
3. 分别编写完成如下任务的程序，然后上机编译、链接并运行。

(1) 输出两行字符，第1行是“The computer is our good friends!”，第2行是“We learn C language.”。

(2) 从键盘输入变量a、b的值，分别计算a+b、a-b的值，将计算结果分别存放在变量c、d中，最后输出计算结果。

第2章 数据类型、运算符与表达式

本章主要介绍 C 程序中经常用到的常量、变量、基本数据类型(整型、实型、字符型)、运算符(算术运算符、赋值运算符、强制类型转换运算符、自增自减运算符、逗号运算符、求字节数运算符)和表达式(算术表达式、赋值表达式、逗号表达式)等内容。

2.1 C 语言的数据类型

对于在程序中要使用的每一个数据，都要指定其数据类型。C 语言提供了如图 2.1 所示的数据类型。

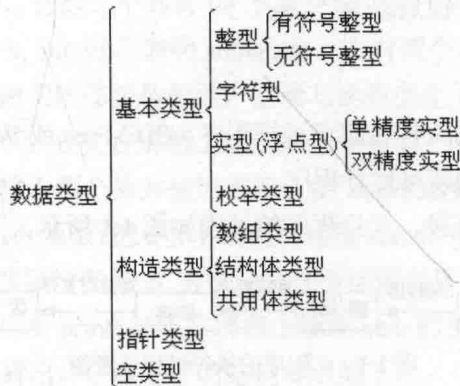


图 2.1 C 语言数据类型

本章将介绍整型、实型和字符型数据的用法。

2.2 常量和变量

2.2.1 常量

在程序运行过程中，其值不能被改变的量称为常量。

常量分为以下几种：

- (1) 整型常量(如 369、0、-547)
- (2) 实型常量(如 2.71828、-9.8、3.14159)
- (3) 字符常量(如'A'、'a'、'#'、'3')
- (4) 符号常量

可以用一个标识符代表一个常量。例如，在程序开始若有这样的预处理命令# define N

10, 那么 C 预处理程序会将程序中的 N 用 10 代替。

2.2.2 变量

在程序运行过程中, 其值可以被改变的量称为变量。

在使用某变量之前, 必须先定义该变量, 就是为该变量命名并声明其数据类型。根据定义, 编译系统在内存中为该变量分配存储单元, 在该存储单元中存放该变量的值。

用来标识变量名(或符号常量名、函数名、数组名、类型名、文件名)的有效字符序列称为标识符。C 语言规定, 标识符只能由英文字母、数字和下画线这 3 种字符组成, 并且第一个字符必须是字母或下画线。

注意:

大写英文字母和小写英文字母是不同的字符。例如, **aver** 和 **Aver** 是两个不同的标识符。在命名变量时一般用小写英文字母。

变量定义的一般格式如下:

```
[存储类型] 数据类型 变量名 1[, 变量名 2……];
```

示例代码如下:

```
int a, b, number, sum;
```

在定义变量的同时, 对变量进行赋初值的操作称为变量初始化。变量初始化的一般格式如下:

```
[存储类型] 数据类型 变量名 1[=初值 1][, 变量名 2[=初值 2]……];
```

示例代码如下:

```
int width=25, length=36, area;
```

注意:

格式中放在中括号内的内容可以省略, 本书后文中都是如此。

2.3 整型数据

2.3.1 整型常量

整型常量即整常数, 在 C 语言中, 整型常量可以用如下 3 种形式表示。

- (1) 十进制, 如 456、0、-789。
- (2) 八进制(以数字 0 开头), 如 0123, 即 $(123)_8$, 等于十进制的 83。
- (3) 十六进制(以数字 0+小写字母 x 开头), 如 0x23, 即 $(23)_{16}$, 等于十进制的 35。

2.3.2 整型变量

整型变量可分为有符号整型变量和无符号整型变量两大类, 根据变量的取值范围, 每类可分为基本整型、短整型、长整型三种类型。

归纳起来, 共有六种整型变量, 如下所示:

有符号基本整型 `[signed] int`

有符号短整型 `[signed] short [int]`

有符号长整型 `[signed] long [int]`

无符号基本整型 `unsigned [int]`

无符号短整型 `unsigned short [int]`

无符号长整型 `unsigned long [int]`

其中, 方括弧内的部分可以省略, 如 `unsigned long [int]` 与 `unsigned long` 等价。

例如, 下面分别定义了有符号基本整型变量 `a` 和 `b`、无符号长整型变量 `c` 和 `d`:

```
int a, b;
unsigned long c, d;
```

数据在内存中是以二进制形式存放的。若不指定是无符号型 `unsigned` 或者指定是有符号型 `signed`, 则存储单元的最高位是符号位(0 为正, 1 为负)。若指定是无符号型 `unsigned`, 则存储单元的全部二进制位(bit)都用来存放数本身, 而不包括符号。

整型数以二进制补码形式存放于内存中。

对于二进制正数, 它的原码、反码和补码都相同。例如, 若定义 “`short a=9;`”, 则 `a` 的原码、反码和补码都是 `0000000000001001`。

对于二进制负数, 它的原码是这样的: 符号位是 1, 数值部分用二进制的绝对值表示; 它的反码是这样的: 将其原码除符号位外, 其余各位按位取反, 即 1 都换成 0, 0 都换成 1; 它的补码是这样的: 将其反码在最低位加 1。

例如, 若定义 “`short b=-9;`”, 则 `b` 的原码、反码和补码分别是: `1000000000001001`、`111111111110110`、`111111111110111`。

C 标准没有具体规定以上各类数据所占内存大小, 只要求 `long` 型数据不短于 `int` 型, `short` 型不长于 `int` 型, 怎样实现由计算机系统自行决定。例如, 在微机上, 使用 Turbo C 软件时, `short` 型和 `int` 型各占 2 个字节, `long` 型占 4 个字节。使用 Visual C++ 和 C-Free 软件时, `short` 型占 2 个字节, `int` 型和 `long` 型各占 4 个字节。

对于有符号整型变量, 2 个字节的取值范围在 -2^{15} 至 $(2^{15}-1)$ 之间, 即在 -32768 至 32767 之间; 4 个字节的取值范围在 -2^{31} 至 $(2^{31}-1)$ 之间, 即在 -2147483648 至 2147483647 之间。

对于无符号整型变量, 2 个字节的取值范围在 0 至 $(2^{16}-1)$ 之间, 即在 0 至 65535 之间; 4 个字节的取值范围在 0 至 $(2^{32}-1)$ 之间, 即在 0 至 4294967295 之间。

为整型变量赋值时, 若超出了规定的取值范围, 就会发生“溢出”现象, 而程序运行时并不报错。因此, 要根据实际情况, 准确选择变量的类型, 避免超出取值范围。

2.3.3 整型数据的输入输出

可以使用 `scanf` 函数和 `printf` 函数进行数据的输入与输出。

scanf 函数的功能是按照指定格式将标准输入设备输入的内容送入变量中，printf 函数的功能是按照指定格式在标准输出设备上显示数据。“指定格式”需要使用格式说明符%和格式字符，显示整型数的格式字符有英文字母 d、o、x、u 等。

具体含义如下：

%d——表示把数据按十进制整型输入(输出)；

%o——表示把数据按八进制整型输入(输出)；

%x——表示把数据按十六进制整型输入(输出)；

%u——表示把数据按无符号整型输入(输出)。

除了%d 格式外，上面的其他几种格式都将数据作为无符号数进行输入(输出)。

如果输入(输出)的是长整型数，一定要在转换字符的前面加上字符 l(字符 L 的小写)，例如使用%ld 输入(输出)十进制长整型。

例 2.1 整型数据的输出。

```
#include <stdio.h>
int main()
{ int a=200,b=100,c;
  c=a+b+15;
  printf("%d,%d,%d,%d\n", a,b,c,a-b-70);
  printf("%o,%o,%o,%o\n", a,b,c,a-b-70);
  printf("%x,%x,%x,%x\n", a,b,c,a-b-70);
  return 0;
}
```

输出结果如下：

```
200, 100, 315, 30
310, 144, 473, 36
C8, 64, 13b, 1e
```

例 2.2 整型数据的输入。

```
#include <stdio.h>
int main()
{ int a,b,c; unsigned d; long e;
  scanf("%d,%o,%x,%u,%ld ", &a,&b,&c,&d,&e);
  printf("%d,%d,%d,%u,%ld \n", a,b,c,d,e);
  return 0;
}
```

若输入为： 10, 10, 10, 65533, 654321 ↵(回车符)

则输出结果为： 10, 8, 16, 65533, 654321