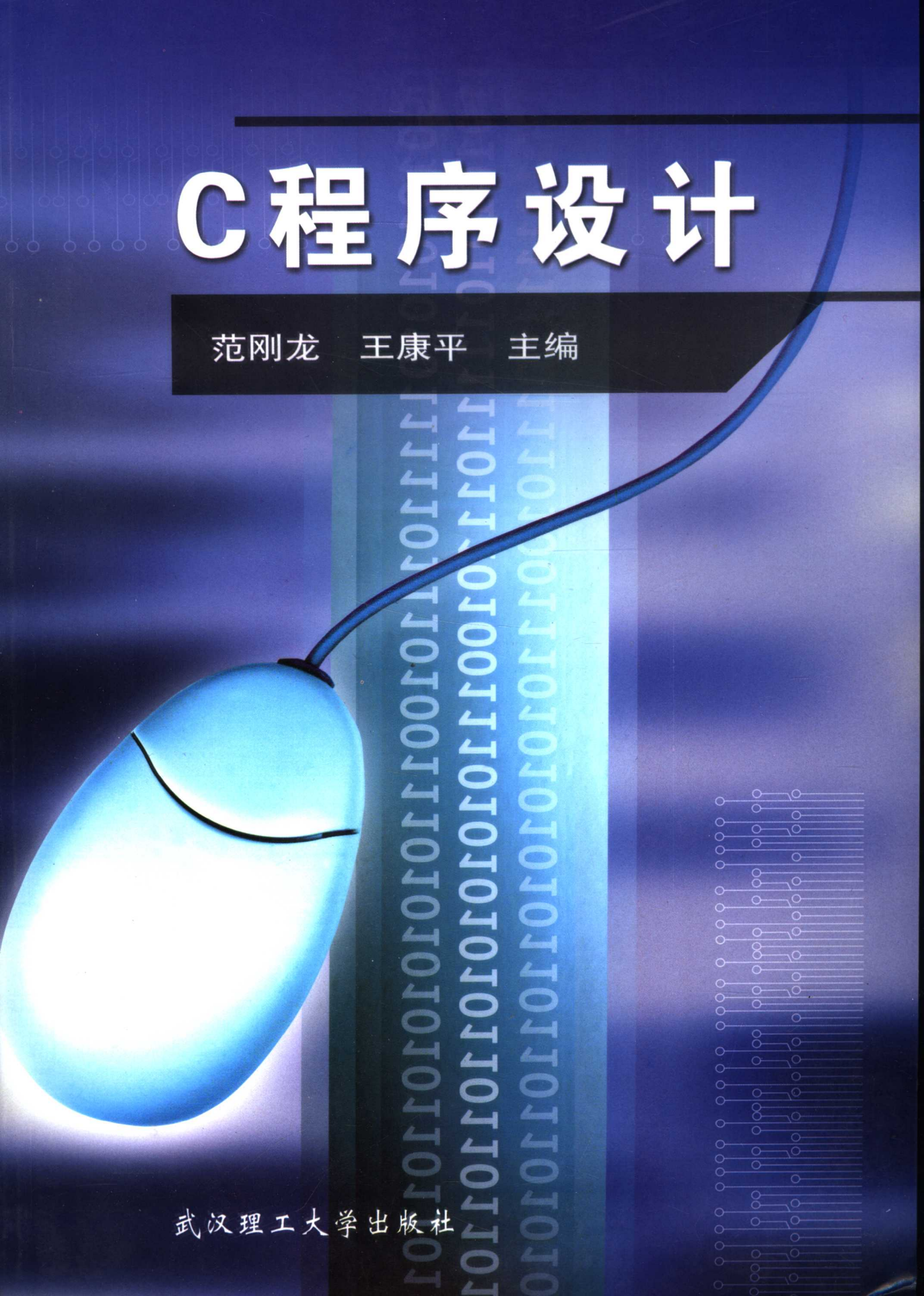
C程序设计

范刚龙　王康平　主编



武汉理工大学出版社

C 程序设计

主编　范刚龙　王康平

武汉理工大学出版社

【内 容 简 介】

C语言不仅是系统描述语言，而且是通用的程序设计语言。

本书共有12章，介绍了C语言的基本概念、语法规则和利用C语言进行程序设计的方法，并通过大量的程序实例进行了说明，每章后附有习题。

作者根据多年教学和写作的丰富经验，把C语言写得深入浅出、易于掌握。针对初学者的特点，对书的内容作了周密的安排，本书体系合理、概念清晰、例题丰富、逻辑性强、文字流畅、通俗易懂。

本书适合没有编程经验的读者，也可作为大专院校非计算机专业的教材，还可供学生自学。

图书在版编目(CIP)数据

C程序设计/范刚龙，王康平主编．—武汉：武汉理工大学出版社，2006.9
ISBN 7-5629-2450-3

Ⅰ.C… Ⅱ.①范… ②王… Ⅲ.C语言-程序设计 Ⅳ.TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第109147号

出版发行：武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路122号 邮编：430070)
印 刷 者：武汉理工大印刷厂
经 销 者：武汉理工大学出版社
开　　本：787×1092 1/16
印　　张：17
字　　数：416千字
版　　次：2006年9月第1版
印　　次：2006年9月第1次印刷
印　　数：1～3000册
定　　价：26.00元

前　言

C语言功能丰富，使用灵活，可移植性好，既具有高级语言的优点，又具有低级语言的许多特点，既可以用来编写系统软件，又可用于编写应用软件，是国内外广泛使用的计算机语言。

本书是作者在总结多年来C语言教学经验的基础上编写的。作者近些年来曾先后写过适应不同层次需要的C语言教材和参考书，也得到一些读者的鼓励和批评以及希望和要求。根据教学中碰到的问题和读者的建议，以及不同层次学生对C语言的要求，我们编写了这本教材。该教材体系合理、逻辑清楚、例题丰富、通俗易懂；同时又采用了C语言的新标准，符合当前的需要。本书主要有如下几个特点：

针对性强。本书定位在初学高级语言的读者。通过这本书的学习使读者能够掌握一种计算机中较复杂的高级语言的用法。掌握了C语言再学习其他高级语言就容易多了。本书在写法上从头讲起，从浅入深，先讲概念再讲方法，从用法中加深对概念的理解。本书例题较多，每个例题讲述一个概念和一种方法。

可读性好。本书内容是作者多年讲述C语言教案的整理和补充。语言通俗易懂，重点突出，难点讲述清楚。应用实例贯穿于本书始终，所提出的C语言的概念和规则都将通过实例进行说明及验证，并结合实例进行详细的分析和说明。

可操作性高。学习高级语言的目的是为了编写程序。为了编好程序除了要学好高级语言外，还要学习算法。语言是编程的基础，在学习语言的过程中，一定要结合编程进行练习。本书给出的程序都是带有main()函数的完整程序，将该程序输入计算机后，都可获得其结果。读者在学习中可以通过对该程序的修改加深对其概念的理解。通过上机帮助读者搞清其语法和词法规则，加深对基本概念和规则的理解。本书附有上机实验指导书，为上机实践提供了大量的例题和习题。

程序设计是一门实践性很强的课程，只靠听课和看书就能掌握C语言程序设计是不可能的，应当十分重视自己动手编写程序和上机运行程序。

学习C语言时还有一点应当注意：应该把精力放在最基本、最常用的内容上。开始时不要钻牛角尖，在一些具体细节上死抠。有一些细节，随着对C语言的了解逐步深入和实践经验的逐步丰富，会自然掌握，而有一些细节则要通过长期的实践才能真正熟练掌握。

全书共12章。第1、5章由吴孝丽编写；第2、4章由王康平编写；第3章由郭力争编写；第6、11章由王妍玲编写；第7、8章由崔雪冰编写；第9、10章由范刚龙、张延红编写；第12章和附录由周焱编写；范刚龙、王康平任主编。

本书所有的例题和习题中的程序都在Turbo C 2.0版本的C语言编译系统下调试过。

由于作者水平有限，经验不多，再加上编写时间仓促，书中肯定有不少缺点或错误，希望得到专家和读者的指正，在适当的时间再作修订补充，以跟上计算机科学技术的发展需要。E-mail：fangl@hncj.edu.cn。

范刚龙

2005年12月

目　录

1 C语言概述

C语言是国际上流行的、很有发展前途的计算机高级语言。C语言适合作为"系统描述语言"。它既可以用来编写系统软件,也可以用来编写应用程序。

1.1 C语言出现的历史背景

1.1.1 C语言的出现

早期的操作系统等系统软件(包括UNIX操作系统)主要是采用汇编语言编写的。但是,汇编语言存在明显的缺点,它依赖于计算机硬件,程序的可读性、可移植性都比较差。为了提高可读性和可移植性,人们希望能找到一种既具有一般高级语言特性,又具有低级语言底层操作能力的语言来编写系统软件,于是C语言在20世纪70年代初应运而生了。

1.1.2 C语言的发展

1978年由美国电话电报公司(AT&T)的贝尔实验室设计出了C语言,同时由B. W. Kernighan和D. M. Ritchie合著了影响深远的《The C Programming Language》一书,通常简称为K&R,也有人称之为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,许多开发机构推出了自己的C语言版本,这些版本之间的微小差别不时引起兼容性上的问题,后来由美国国家标准学会ANSI(American National Standard Institute)在各种C语言版本的基础上制定了一个C语言标准,于1983年发表。通常称之为ANSI C。1987年ANSI又公布了新标准——87 ANSI C。目前广泛流行的各种C语言编译系统都是以它为基础的。

早期的C语言主要是用于编写UNIX系统,由于C语言的强大功能和各方面的优点逐渐为人们认识,到了20世纪80年代,C语言开始进入其他操作系统,并很快在各类大、中、小和微型计算机上得到了广泛的使用,成为当代最优秀的程序设计语言之一。

在C语言的基础上,1980年又由贝尔实验室的Bjarne Strou Strup推出了C++。C++进一步扩充和完善了C语言,成为一种面向对象的程序设计语言。C++提出了一些更为深入的概念,它所支持的这些面向对象的概念容易将问题空间直接映射到程序空间,为程序员提供了一种与传统结构程序设计不同的思维方式和编程方法。因而也增加了整个语言的复杂性,掌握起来有一定难度。但是,C语言是C++语言的基础,C++语言和C语言在很多方面是兼容的。因此,掌握了C语言,再进一步学习C++语言就能以一种熟悉的语法来学习面向对象的语言,从而达到事半功倍的目的。

目前最流行的C语言有以下几种:

(1) Microsoft C 或称 MS C

(2) Borland Turbo C 或称 Turbo C

(3) AT&T C

这些C语言版本不仅实现了ANSI C标准，而且在此基础上各自作了一些扩充，使之更加方便、完美。这些不同版本C语言之间有一定的差别，但对初学者来说，不必过多理会他们的差别，重在理解C语言的特点和编程方法。本书叙述以Turbo C为准。

1.2 C语言的特点

C语言是从"组合编程语言"CPL发展而来，C语言既具有一般高级语言的特性（ALGOL60带来的高级语言的特性），又具有低级语言的特性（BCPL带来的接近硬件的低级语言特性）。C语言具有下面特点（其中1.2.1～1.2.6属于高级语言特性，1.2.7～1.2.8属于低级语言特性）。

1.2.1 C语言的语言成分简洁、紧凑、书写形式自由

例：将C语言程序段与实现同样功能的Pascal语言程序段进行比较。

表1.1 C语言与Pascal语言比较

序号	C语言	Pascal语言	含义	说明
(1)	{...}	begin...end	复合语句（或语句块）	Pascal显得啰唆
(2)	if(e)S;	if(e)then S;	条件语句	Pascal至少多了一个then关键字
(3)	int i;	var i:integer	定义i为整型变量	Pascal至少多了一个var关键字
(4)	int a[10];	var a:array[1...10] of integer	定义a为整型一维数组，10个元素	Pascal多了var、array、of等关键字
(5)	int f();	function f():integer	定义f为返回值整型的函数	Pascal至少多了一个function关键字
(6)	int *p;	var p:↑integer	定义p为指向整型变量的指针变量	Pascal至少多了一个var关键字
(7)	i+2=2;	i:=i+2	赋值语句	C语言中如果将一个变量与另外一个操作数运算后赋值给原来的变量，使用复合的运算符可以不重复书写此变量。C语言形式上更加简洁
(8)	i++，++i	i:=i+1	i自增1	C语言定义了常用的自增1、自减1运算符，形式上显得相当简洁

1.2.2 C语言拥有丰富的数据类型

C语言具有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等数据类型，能方便地构造更加复杂的数据结构（如：使用指针构造链表、树、栈）。

1.2.3 C语言的运算符丰富、功能更强大

例如：

(1) C语言具有复合的赋值运算符“+(-、*、/、%)=”,“≫(≪)=”,“&(^、|)=”。

x+=5 等价于 x=x+5

(2) C语言有条件运算符“?:”可代替简单的 if/else 语句。

如果需要表示:“如果 x 小于或等于 0,y 为 0;否则 y 为 1”可以采用:

```
y=x<=0? 0:1;
```

如果用一般的程序设计语言表示如下:

```
if(x<=0)y=0;
else y=1;
```

(3) C语言中连赋值操作都定义为运算符,也就是说赋值操作本身可以作为表达式的一部分,参与运算。如:

```
if((p=malloc(sizeof(int)))==NULL){printf("Error!");exit(1);}
```

如果改写为一般形式:

```
p=malloc(sizeof(int));
if(p==NULL){printf("Error!");exit(1);}
```

又如下面算式是正确的:

```
x=y=z=6;
```

如果改写为一般形式:

```
z=6;y=6;x=6;
```

1.2.4 C语言是结构化的程序设计语言

(1)C语言具有结构化的控制语句(if/else,switch/case,for,while,do...while)

(2)函数是C语言程序的模块单位。

1.2.5 C语言对语法限制不严格,程序设计灵活

C语言不检查数组下标越界,不限制对各种数据转化(编译系统可能对不合适的转化进行警告,但不限制),不限制指针的使用,程序正确性由程序员保证。

实践中,C语言程序编译时会提示:“警告错误”,“严重错误”。“警告错误”表示你使用的语法可能有问题,但是你有时可以忽略,你的程序仍然可以完成编译工作,然后运行(但是一般情况下“警告错误”,往往意味着程序真的有问题,你应该认真地检查)。“严重错误”是不能忽略的,编译系统发现严重错误,就不会产生目标代码。

灵活和安全是一对矛盾,对语法限制的不严格可能也是C语言的一个缺点,比如,“黑客”可能使用越界的数组攻击你的计算机系统。java 语言是优秀的网络应用程序开发语言,它必须保证安全性,它绝对不允许数组越界。此外 java 不使用指针,不能直接操作客户计算机上的文件,语法检查相当严格,程序正确性容易保证,但是 java 在编程时却缺乏灵活性。

1.2.6 C语言编写的程序具有良好的可移植性

编制的程序基本上不需要修改或只需要少量修改就可以移植到其他的计算机系统或其他的操作系统。

1.2.7 C语言可以实现汇编语言的大部分功能

(1)C语言可以直接操作计算机硬件,如寄存器,各种外设I/O端口等。
(2)C语言的指针可以直接访问内存物理地址。
(3)C语言类似汇编语言的位操作可以方便地检查系统硬件的状态。
(4)C语言适合编写系统软件。

1.2.8 C语言编译后生成的目标代码少、质量高,程序的执行效率高

有资料显示只比汇编代码效率低10%～20%。

1.3 C语言基本语法成分

本节介绍C语言的字符集、关键字、标识符、运算符、分隔符和注释符等基本语法成分。

1.3.1 字符集

字符是C语言的最基本的元素,C语言字符集由字母、数字、空白符、标点和特殊字符组成(在字符串常量和注释中还可以使用汉字等其他图形符号)。由字符集中的字符可以构成C语言的语法成分(如标识符,关键字,运算符等)。

(1)字母:A～Z,a～z

(2)数字:0～9

(3)空白符:空格,制表符(跳格),换行符(空行)的总称。空白符除了在字符、字符串中有意义外,编译系统忽略其他位置的空白符。空白符在程序中只是起到间隔作用。在程序的恰当位置使用空白符将使程序更加清晰,增强程序的可读性。

(4)标点符号、特殊字符:主要有 !、#、%、^、&、+、-、*、/、=、～、<、>、|、.、,、:、;、?、'、"、(、)、{、}、[、] 等。

1.3.2 标识符(名字)

在程序中使用的变量名、函数名、标号等统称为标识符,用来标识各种程序成分。除库函数的函数名由系统定义外,其余都由用户自定义。C语言规定,标识符只能是由字母(A～Z,a～z)、数字(0～9)、下划线"_"组成的字符串,并且其第一个字符必须是字母或下划线。

以下标识符是合法的:

a , x , x3 , BOOK1 , sum5 , num_1。

以下标识符是非法的:

3s 以数字开头;

s * T 出现非法字符 *;

-3x 以减号开头;

bowy-1 出现非法字符-(减号)。

在使用标识符时还必须注意以下几点:

(1)标准C不限制标识符的长度,但它受各种版本的C语言编译系统限制,同时也受到具

体机器的限制。例如在某版本C语言中规定标识符前八位有效，当两个标识符前八位相同时，则被认为是同一个标识符。Turbo C中标识符最大长度为32个字符。

(2)在标识符中，大小写是有区别的。例如BOOK和book是两个不同的标识符。习惯上符号常量用大写字母表示，而变量名等用小写字母表示。

标识符虽然可由程序员随意定义，但不能与关键字同名，也不能与系统预先定义的标准标识符(如标准函数)同名。标识符是用于标识某个量的符号，因此，命名应尽量有相应的意义，以便阅读理解，做到“见名知义”。

1.3.3 关键字(保留字)

关键字是由C语言规定的具有特定意义的字符串，通常也称为保留字。如类型说明符int，double等；语句特征符if、switch、while等；预处理命令include、define等。关键字是构成C语言的语法基础，用户定义的标识符不应与关键字相同，也不能对关键字进行重新定义。

1.3.4 运算符

C语言中含有相当丰富的运算符。运算符与变量、函数一起组成表达式，表示各种运算功能。运算符由一个或多个字符组成。根据参加运算对象的个数，运算符可分为单目运算符、双目运算符和三目运算符。

1.3.5 分隔符

C语言中的分隔符有逗号和空格两种，逗号主要用在类型说明和函数参数表中，分隔各个变量。空格多用于语句各单词之间作间隔符。在关键字、标识符之间必须要有一个以上的空格符作间隔，否则将会出现语法错误。例如把“int a;”，写成“ inta;”，C语言编译器会把“inta”当成一个标识符处理，其结果必然出错。

1.3.6 注释符

注释符是以“/*”开头并以“*/”结尾的串。编译系统将/* ... */之间的所有内容看作为注释，编译时系统忽略注释。注释可出现在程序中的任何位置。注释用来向用户提示或解释程序的意义。

注释与软件的文档同等重要，要养成使用注释的良好习惯，这对软件的维护相当重要。记住：程序是给别人看的，清晰的注释有助于他人理解您的程序、算法的思路。

在软件开发过程中，还可以将注释用于在程序调试时暂时屏蔽一些语句。

例如，在调试程序时暂时不需要运行某段语句，而你又不希望立即从程序中删除它，可以使用注释符将这段程序框起来，暂时屏蔽这段程序，以后可以方便地恢复。

1.4 C语言程序结构

为了说明C语言源程序结构的特点，先看以下几个程序。这几个程序由易到难，表现了C语言源程序在组成结构上的特点。虽然有关内容还未介绍，但可从这些例子中了解到组成一个C语言源程序的基本内容和书写格式。

【例 1.1】

```
main()
{
printf("Hello world! \n");
}
```

main是主函数的函数名，表示这是一个主函数，每一个C语言源程序都必须有，并且只能有一个主函数(main函数)，这是整个C语言程序运行的入口点。printf是C语言中的输出函数(详见第三章)，是一个由系统定义的标准函数，可在程序中直接调用，它的功能是把要输出的内容送到显示器去显示。双引号内字符串原样输出，“\n”是回车换行符。

【例 1.2】

```
/* 求两数的和 */
main()
{
int a,b,sum;          /* 这是定义变量 */
a=12;       b=34;
sum=a+b;
printf("sum is %d\n",sum);
}
```

本程序的作用是求两个整数a和b之和。/*...*/表示注释部分，为便于理解，这里用汉字作注释，当然也可以用英语或汉语拼音作注释。注释只是用来向用户提示或解释程序的意义，对程序编译不起任何作用。注释可出现在程序中的任何位置。程序第三行是变量说明部分，说明a和b是整型(int)变量。第四行是两个赋值语句，使a和b的值分别为12和34。第五行使sum的值为a+b。第六行中“%d”是输入输出的格式字符串，用来指定输入输出时的数据类型和格式(详见第三章)，“%d”表示十进制整数类型。在执行输出时此位置上代以一个十进制整数值。printf函数中括号内最右端sum是要输出的变量，现在它的值为46(即12+34=46)，因此输出一行信息为：

```
sum is 46
```

【例 1.3】

```
/* 此函数的功能是输入两个整数，输出其中的大数 */
#include "stdio.h"
int max(int a,int b);          /* 函数说明 */
main()          /* 主函数 */
{
int x,y,z;          /* 变量说明 */
printf("input two numbers:\n");
scanf("%d%d",&x,&y);      /* 输入x,y值 */
z=max(x,y);          /* 调用max函数 */
printf("maxmum=%d",z); /* 输出 */
}
int max(int a,int b)        /* 定义max函数 */
```