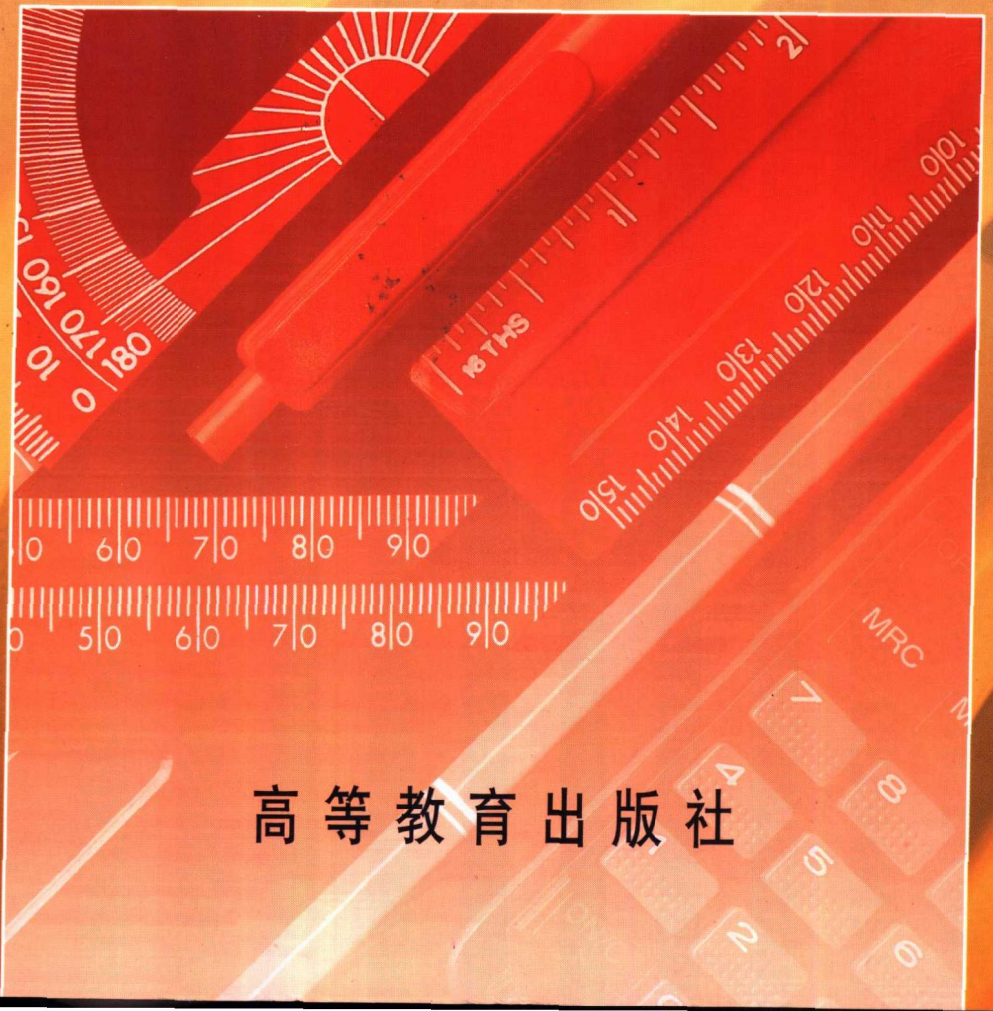
21
全国成人高等教育规划教材

C语言程序设计

教育部高等教育司 组编



高等教育出版社

全国成人高等教育规划教材

C 语言程序设计

教育部高等教育司　组编
孙宏昌　王燕来　编著

高等教育出版社

内 容 摘 要

C 语言是目前国内外使用最广泛的结构化程序设计语言之一。它功能丰富，表达能力强，使用方便灵活，执行效率高，可移植性强，既具有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点。本书是按照面向应用、重视实践、便于自学的原则编写的。本书全面地阐述了 C 语言的基本内容及其程序设计技术，并对结构化程序设计技术作了较深入的讨论。其特点是通俗易懂，由浅入深，便于初学者学习和掌握。本书可作为成人高等教育 C 语言程序设计课程的教材，也可供普通高校师生和广大学习 C 语言程序设计的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计/孙宏昌，王燕来编著．－北京：高等教育出版社，1999(2002 重印)
全国成人高等教育规划教材
ISBN 7－04－006688－2

Ⅰ.C… Ⅱ.①孙… ②王… Ⅲ.C 语言－程序设计－成人教育：高等教育－教材 Ⅳ.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 02933 号

书　　名　C 语言程序设计
作　　者　孙宏昌　王燕来　编著

出版发行　高等教育出版社
社　　址　北京市东城区沙滩后街 55 号　　邮政编码　100009
电　　话　010－64054588　　传　　真　010－64014048
网　　址　http://www.hep.edu.cn

经　　销　新华书店北京发行所
印　　刷　中国青年出版社印刷厂

开　　本　787×1092　1/16　　版　　次　1999 年 6 月第 1 版
印　　张　22　　印　　次　2002 年 2 月第 4 次印刷
字　　数　535 000　　定　　价　25.30 元

出 版 说 明

为了加强成人高等教育教学的宏观管理，指导并规划成人高等教育的教学工作，保证达到培养规格，教育部于 1998 年 4 月颁布了全国成人高等教育公共课和经济学、法学、工学等学科门类主要课程的教学基本要求。教学基本要求是成人高等教育的指导性教学文件，是成人高等教育开展有关课程教学工作和进行教学质量检查的重要依据。为了更好地、更迅速地贯彻这些教学基本要求，我司又组织制订了全国成人高等教育主要课程教材建设规划。经过有关出版社论证申报和教育部组织的成人教育专家评审，确定了各门课程教材的主编人选及承担出版任务的出版社。

承担任务的出版社，遴选了学术水平高、有丰富成人教育经验的专家参加教材及教学辅助用书的编写和审定工作。新编教材尽可能符合成人学习特点，较好地贯彻了成人高等教育教学基本要求。推广使用这套教材，对于加强成人高等教育的教学工作，提高教学质量，促进成人高等教育的改革与发展具有十分重要的意义。

首批完成的有公共课和经济学、法学、工学三大学科门类共 81 门主要课程的教材。由于此项工作是一项基础性工作，具有一定的开创性，可能存在不完善之处。我司将在今后的教学质量检查评估中，及时总结经验，认真听取各方反馈意见，根据教学需要，适时组织教材的修订工作。

教育部高等教育司

1998 年 12 月 1 日

前　言

C 语言是目前国内外使用最广泛的第三代程序设计语言之一。它处理功能丰富，表达能力强，使用方便灵活，执行程序效率高，可移植性强，既具有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点。它具有较强的系统处理能力，可直接实现对系统硬件和外部接口的控制。C 语言是一种结构化程序设计语言，它支持自顶向下逐步求精的结构化程序设计技术。另外，C 语言程序的函数式结构也为实现程序的模块化设计提供了强有力的保障。因此，它被广泛地用于系统软件和应用软件的开发，著名的 Unix 操作系统就是用 C 语言开发的。

现在已进入信息化社会，社会经济已向知识型经济发展。为了适应社会的发展，使我国计算机的开发和应用进一步向深度和广度发展，在我国成人高等教育中普遍开设 C 语言课程是非常必要的。同时，学习 C 语言也为进一步学习面向对象的 C++程序设计语言打下良好基础。本教材就是基于这种需要而编写的。

本书是按照面向应用、重视实践、便于自学的原则编写的。与其它语言（如 BASIC 和 FORTRAN 等）相比，C 语言涉及的概念多，规则复杂，书写灵活，容易出错，使初学者感到不易掌握。本书就是为了适应成人教育和其它业余教育的学生情况而写的，其特点如下：

1. 通俗易懂，对读者没有特殊要求，初学者易于学习和掌握本书的基本内容。

2. 内容按照循序渐进，逐步深入的原则来安排，难点分散，读者学习本书不会感到有太多的困难。

3. 书中提供了大量程序例题，而且这些例题不要求读者必须具备其它更多的计算机硬件和软件知识就能理解和掌握。这有利于读者更快地掌握 C 语言及其程序设计的技巧，更快地将它用于实际应用中。

4. 本书介绍的 C 语言及其程序例题具有通用性，基本上适合任何计算机系统和 C 语言的版本。但是应注意，不同的 C 语言版本是有差别的。

5. 本书介绍的是 C 语言的基本内容，省略了其它更多的细节（如绘图、系统调用等），这对于初学者抓住主要矛盾，掌握基本内容是重要的。当然，此时用 C 语言设计大型的程序还会遇到一些困难，不过到时再参考其它参考书也不会有太多困难。

本书参照美国国家标准 C 语言（87 ANSI C）编写，它全面地阐述了 C 语言的基本内容及其程序设计技术，并对结构化程序设计技术作了较深入的讨论。对 C 语言的指针概念、指针与数组的关系、函数间数据的传递以及结构和联合数据类型等较难理解的内容做了详细和深入的描述，最后一章介绍了用 C 语言处理动态数据结构的编程技术，以提高读者的实际编程能力。

本书由孙宏昌和王燕来共同编写，编写过程中得到了清华大学计算机与信息管理中心王行言教授的支持，在此表示衷心感谢。

本书可作为成人高等教育 C 语言程序设计课程的教材，也可供普通高校师生和广大学习 C 语言程序设计的技术人员参考。

限于作者的水平和经验，书中难免有错误和不足之处，殷切希望广大读者批评指正。

编　者

1998 年 9 月

于清华大学

目　录

第一章　C 语言的基本概念

1.1　C 语言的发展与特点

1.1.1　C 语言的发展

C 语言是目前国际上广泛流行的一种通用的结构化程序设计语言，它不仅是开发系统软件的理想工具，而且也是开发应用软件的理想程序设计语言。因此，它深受广大程序设计者的欢迎。C 语言是由美国贝尔实验室于 1972 年首先开发出来的，它的由来和发展如图 1.1 所示。

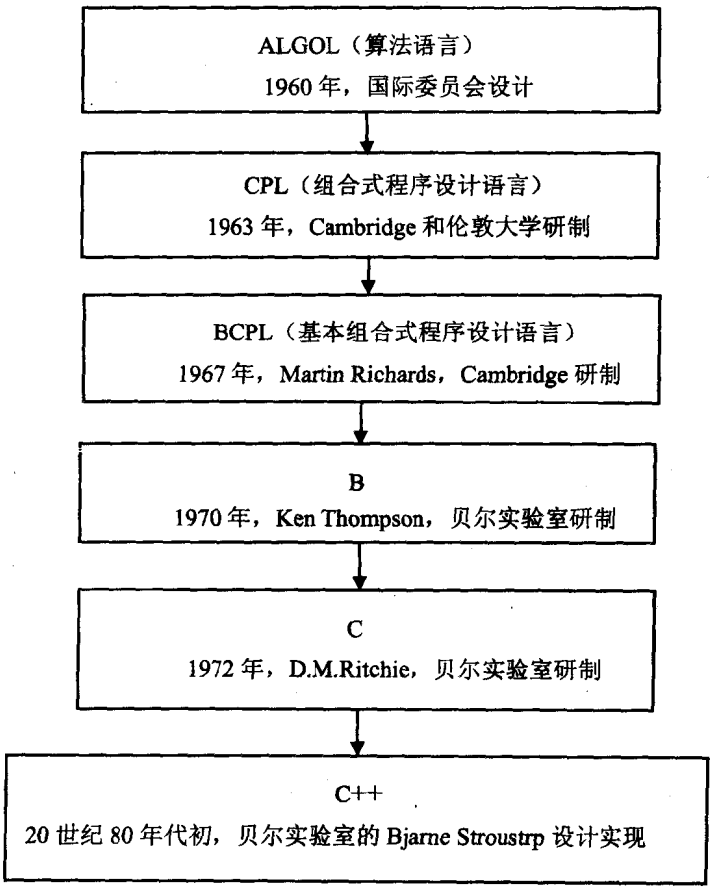


图 1.1　C 语言的发展过程

C 语言和 Unix 操作系统可以说是一对孪生兄弟，它们在发展过程中相辅相成。C 是为开

发 Unix 操作系统而研制，它随着 Unix 的出名而闻名。C 的广泛应用又不断推出新的 C 语言版本，其性能也越来越强。随着面向对象程序设计的出现，20 世纪 80 年代初又出现了 C++。

Brian W.Kernighan 和 Dennis M.Ritchie 根据 1978 年发表的 Unix 第 7 版中的 C 语言写了著名的 The C programming Language 一书，该书中介绍的 C 语言称为标准 C。1983 年美国国家标准协会（ANSI）根据 C 问世以来的发展制定了一个新的标准，这个 C 语言称为 ANSI C。1988 年 K&R 按照 ANSI C 重新编写了 The C programming Language 一书。因此，目前称 ANSI C 为新标准，而把 K&R 在 1978 年的书中所介绍的 C 称为旧标准。

1.1.2 C 语言的特点

概括地说 C 语言有如下特点：

（1）C 语言是界于高级语言和汇编语言之间的一类语言，它比其它高级语言更接近硬件系统。它既具有像汇编语言那样直接访问硬件的功能（如它能直接对内存进行位操作），又具有一般高级语言所具有的面向用户的优点。

（2）C 语言是一种结构化的程序设计语言，它具有顺序、选择和循环三种基本结构，使程序设计人员便于使用自顶向下逐步求精的结构化程序设计技术。使用它来编写的程序易读、易维护。

（3）C 语言具有类型丰富和使用灵活的运算符，有多达 34 种运算符，它不仅具有一般高级语言所具有的算术运算和逻辑运算符，而且还具有位运算和复合运算符。

（4）C 语言具有丰富的数据类型，它不仅具有如字节型（8bit）、单精度整数（16bit）、双精度整数（32bit）、单精度和双精度实数等基本数据类型；而且还有数组、结构、联合、指针、位域、枚举和用户自定义一类的复合数据类型。这使 C 语言具有很强的数据处理能力。

（5）C 语言是便于模块化程序设计的程序设计语言，C 语言程序是由一个个函数所组成，这种函数结构便于把一个大型程序划分为若干相对独立的模块，模块间通过函数调用来实现相互连接。

（6）C 语言程序可以通过 #define、#include 等预编译程序语句，来使用“宏定义”和实现外部文件的读取和合并；还可使用 #if、#else 等来实现条件预编译等。总之可通过使用预编译功能来提高开发效率。

（7）C 语言程序具有较高移植性，这是因为 C 语言不同于 FORTRAN 等一类语言。C 语言不包含依赖硬件的输入/输出机制，其输入/输出功能是由独立于 C 语言的库函数来实现。这样就使 C 语言程序本身不依赖于硬件系统，便于在不同的机器系统间移植。

1.2 C 语言的基本成分

C 语言根据其特点，规定了其所需的基本符号和标识符。

1.2.1 字符集

满足 C 语言文法要求的字符集如下：

（1）大小写英文字母各 26 个

（2）阿拉伯数字 10 个（ 0～9）

（3）特殊符号 28 个：

+	—	*	/	%	_	=	〈	〉	&	|	^	~	
)	[	]	空格	.	{	}	;	?	:	′	″	!	#

1.2.2 标识符

标识符是只起标识作用的一类符号，C 语言的标识符主要用来表示常量、变量、函数和类型等的名字。

C 语言的标识符包括如下三类：

（1）保留字

所谓保留字，就是这样一类标识符，其每一个都有特定含义和用处，而不允许作它用。C 语言的保留字都用小写英文字母表示，共有如下 33 个保留字：

auto	break	case	char	const	continue	default
do	double	else	enum	entry	extern	float
for	goto	if	int	long	register	return
short	signed	sizeof	static	struct	switch	typedef
union	unsigned	void	volatile	while		

其中 entry 目前还未由任何编译程序来实现，保留作以后使用。

（2）预定义标识符

在 C 语言中，除了上述保留字外，还有一类具有特殊含义的标识符，它们被用作库函数名和预编译命令，这类标识符我们叫预定义标识符。对于这类标识符，虽然 C 语言准许程序设计者作其它使用（但这时已不具有系统原先规定的含义），但为了避免混淆和增强程序的可读性，建议读者还是不要把这类标识符再定义为其它标识符（用户定义标识符）使用。

预定义标识符包括预编译程序命令和 C 编译系统提供的库函数名。其中预编译程序命令有：

define　　undef　　include　　ifdef　　ifndef　　endif　　line

（3）用户定义标识符

用户定义标识符是程序员根据自己的需要定义的一类标识符，用于标识变量、符号常量、用户定义函数、类型名和文件指针等。这类标识符的构成规则如下：

a) 由英文字母、数字组成，但开头字符一定是字母。

b) 下划线（_）起字母的作用，它还可用于一个长名字的描述，如

```
checkdiskspaceavailable(specifieddiskdrive)
```

可写为

```
check_disk_space_available(specified_disk_drive)
```

c) 大小写英文字母含义不同，TOTAL，Total，…，total 等是完全不同的名字。

d) 一个名字可由许多字符组成，但其长度是有限的，对于 ANSI C 只有前 31 个字符有效。对旧标准是前 8 个字符有效，例如 userpassword 和 userpass 编译程序把它们视为同一个

名字。

e) C 语言的习惯是：变量名用小写字母，常数名用大写字母，函数名和外部变量用六个字符组成。

f) 不允许把 C 语言的保留字再定义作用户定义标识符；建议也不要把预定义标识符再定义为用户定义标识符，以增强程序的可读性。

为了使程序清晰、易读，建议在定义标识符时，应注意如下几点：

① 名字要有明确含义，应尽量选用具有一定含义的英文单词来命名，使读者“见其名而知其意”。例如代表总和的标识符用 total 要比用 t 好，代表平均数的标识符用 average 而不用 a 等。如果所选用的英文单词太长，可采用公认的缩写方式。例如表示职员识别字的标识符可用 empid 来命名。

② 标识符一般采用常用取简专用取繁的原则。即常用的标识符应当定义成既简单又明了。

③ 对于由多个单词描述的标识符，建议用下划线将各单词隔开，以增强可读性。例如：

average_salary.

④ 对于标识变量的标识符，可用特定的字符作其前缀来表示变量的数据类型。例如用“i”表示整数，“l”表示长整数，“c”表示字符型，“sz”表示串类型等。

1.3 C 语言程序的结构特点和书写风格

任何一种计算机语言，都有特定的语法规则和表现形式，程序的构成规则和书写格式则是其表现形式的重要方面。熟悉 C 程序的构成规则和书写格式则是编写一个好的和正确的程序的前提。

1.3.1 C 程序的实例

为了说明 C 程序的结构特点，首先我们先看几个简单的 C 程序实例，以便使读者有一个初步的感性认识。

例 1.1 编写显示字符串"this is a c program!"的 C 程序。

```
#include  <stdio.h>
main( )
{
 printf("this is a c program! \n");
}
```

这是一个最简单的 C 程序，它把字符串"this is a c program!"显示在屏幕上。该程序由一个函数 main( )（叫主函数）所构成。任何一个程序都必须有此函数，花括号 { } 所括的内容是 main 的函数体。

printf (…) 是由系统提供的标准库函数，它完成输出。"this is a c program! "是要输出的内容。"\n"表示换行字符，它是由"\" 和"n" 二字符构成。printf ( ) 后的分号是语句结束符，C 的每一个语句都以“；”终止。

#include 是预编译程序命令，它把头文件“stdio.h”的内容展开在#include <stdio.h>所在的行位置处。“stdio.h”文件中定义了 I/O 库所用到的某些宏和变量。因此，在每一个引用标准库函数的程序中都必须有该#include <stdio.h>命令行。

例 1.2 计算三个数平均值的 C 程序。

```
/*To calculate the average of three number */
# include <stdio.h>
main( )
{
 float x,y,z,average;                    /*说明 x,y,z,average 为实数 */
 printf("To input x,y,z: ");
 scanf("%f %f%f",&x,&y,&z);              /*输入 x,y,z 三个数 */
 avarage = (x+y+z)/3;                    /*计算平均值 */
 printf(" \n average = %f \n",average);
}
```

运行该程序时，首先提示你输入三个数（To input x,y,z：），然后计算出平均值，并把平均值以如下形式显示在屏幕上：

average = …

在此程序中，/*…… */是一个注释语句，其中包含注释的内容。“float x,y,z,average;”是数据类型说明语句，它把 x，y，z 和 average 定义为浮点数。

“scanf(…);”是输入语句，scanf( )是格式化输入函数，它是一个由系统提供的标准库函数，其后的圆括弧内为参数表，“%f%f%f”为格式串，%f 表示浮点格式，指明给 x、y、z 输入浮点数。执行该语句时，操作员从键盘上输入。

“average =(x+y+z)/3;”是赋值语句（或表达式语句），等号（=）是赋值运算符，表示把右边表达式的运算结果赋给 average。

“printf("\n average = %f \n", average);”为输出语句，它首先在新的一行上输出字符串“average =”，然后按浮点格式(%f)输出变量 average 的值，并使光标移至下一行。

例 1.3 求最大值。

```
/*To calculate the maximum of three number */
#include <stdio.h>
/*main function */
main( )
{
 int a,b,c,imax ;                        /*to define variables */
 printf("please to input a,b,c: ");
 scanf("%d %d %d", &a,&b,&c);            /*to input a,b,c */
 imax = max( a,b,c );                    / *to calculate maximum */
 printf(" \n maximum is %d", imax);      /*to output result */
}
```

```
int   max( x,y,z )
int   x,y,z;
{
 /*to   calculate   maximum */
 int   m;
 if   ( x > y )
  m = x;
 else
 m = y;
 if   ( m < z )
  m = z;
 /*to   return   maximum   to   main   function */
 return(m);
}
```

此程序由两个函数组成，除了主函数 main( )之外，还有一个计算最大值的函数 max( ) 。

“int max(x,y,z)”说明函数的类型为整数类型，名字为 max，参数表为 x，y，z。

“int x,y,z;”说明 x,y,z 各参数的类型。

“return(m)”将结果返回给主函数。

该程序的执行是从 main()函数开始，当主函数执行到 imax = max(a,b,c)语句时，控制被传递给 max() 函数，当执行 return(m)语句时，结束 max() 函数，控制又被传递给 main()函数，并把 max() 的计算结果带给 main()函数。当主函数执行结束时，整个程序的执行也就结束了。

1.3.2 C 程序的结构特点

由上面几个简单的 C 程序实例，我们可以看出 C 程序的结构有如下几个特点：

（1）一个 C 程序是由一个或多个函数所组成，其中有一个主函数，而且必须有一个主函数，主函数名为 main。其余函数的名字由程序设计者自定。程序的执行是由主函数的开始而开始，由主函数的结束而结束。其它函数都是在开始执行 main 函数以后，通过函数调用或嵌套调用而得以执行的。因此，主函数实际上是整个程序的控制部分。主函数以外的其它函数可以是系统提供的库函数，也可以是用户根据自己的需要而编制的函数。所以，我们说 C 语言是函数式语言。为了便于程序设计，各种 C 语言的版本都提供了大量的库函数，供程序设计者引用。

（2）函数组成

C 函数的定义包括函数说明和函数体两个部分。函数说明指明函数的类型、属性、函数名、参数和参数说明等，如例 1.3 中的 max 函数的说明部分为：

```
int   max(x,y,z)
int   x,y,z;
```

函数体是花括号所括的部分，它包括局部变量的说明语句和一组执行语句。每个语句都由分号“；”结束。综上所述，一般函数的结构如下：

```
数据类型标识符    函数名(形参表)
形参说明;
{
 局部量说明语句;
 可执行语句;
}
```

（3）在函数定义之外还可包含一个说明部分，该说明部分叫外部说明，它可包括预编译命令（如上例中的#include）、外部量的说明等。

（4）可以在程序的任何位置（除一个语句内部）加注释，注释的格式为

```
/*注释内容 */
```

一个注释可跨越若干行，也可写在一个语句之后。

1.3.3 C 程序的书写风格

为了写出一个层次清楚、可读性强的程序，我们推荐如下的 C 程序风格：

（1）锯齿形：C 程序的风格比较自由，每个语句可从任意列开始。但是，为了使程序层次清楚，应当使程序写成锯齿形，即在语句之前加上适当数量的空格字符，使处于同一层次的语句从同一列开始。

（2）一行一句，尽管 C 程序一行可写多句，但我们推荐一行一句的风格。

（3）标识符的命名应当“见其名而知其意”。

（4）适当地使用注释。注释分为序言性注释和功能性注释。序言性注释一般写在函数定义之外，用以对整个函数加以说明，帮助读者理解整个函数。功能性注释用以说明某一块程序或某几个语句，以帮助程序阅读者理解这些程序块或语句。注释在编译时被忽略掉，只有其它语句才被分析编译，故注释不会增加执行程序的长度和降低执行效率。

（5）C 程序习惯用小写字母书写，大写字母一般用作符号常数名或其它特殊用途。

下面是按照此风格写的程序实例：

```
/*********************************************************
*Program  to  average  score                              *
*Author  :  Li  Hong                                      *
*Date  :  97-7-15                                         *
*This  program  reads  a  set  of                         *
*input  score , Calculate  average  score,                *
*Then  output  the  score                                 *
*********************************************************/
#include  <stdio.h>
main( )
{
 float  score, sum, average;
 int  count;
```