面向21世纪高等院校计算机教材系列

C程序设计教程

●黄维通　孟威　编著

机械工业出版社
China Machine Press

面向21世纪高等院校计算机教材系列

C程序设计教程

黄维通　孟　威　编著

机械工业出版社

本书从C语言最基本的概念入手，由浅入深，综合大量的编程实例，引导初学者从入门到掌握C语言，同时，每一章后面都有大量的习题，帮助读者进一步掌握相关知识点。主要内容包括C语言基本数据类型、控制结构、数组、指针函数、结构体、文件、预编译及上机指导。

本书的特点是通俗易懂、面向应用、重视实践、便于自学。教材中的例子都配有详细的注释语句，以注释语句的形式向读者直接介绍程序代码的功能，从而方便读者。

本书不仅适合作为高等学校理工科教材，还适合作为其他各类计算机教育的C语言程序设计课程的教材，也可供广大学习C语言程序设计的技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

C程序设计教程/黄维通，孟威编著 .—北京：机械工业出版社，2002.1
面向21世纪高等院校计算机教材系列
ISBN 7-111-08280-X

Ⅰ. C... Ⅱ. ①黄... ②孟... Ⅲ. C语言－程序设计－高等学校－教材 Ⅳ. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字（2001）第082739号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策　　划：胡毓坚
责任编辑：汪汉友
责任印制：郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年1月第1版·第1次印刷
787mm×1092mm 1/16·15.25印张·374千字
0 001—5000册
定价：21.00元

出版说明

随着计算机技术的飞速发展，计算机在经济与社会发展中的地位日益重要。在高等院校的培养目标中，都将计算机知识与应用能力作为其重要的组成部分。为此，国家教育部根据高等院校非计算机专业的计算机培养目标，提出了“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次教育的课程体系。根据计算机科学发展迅速的学科特点，计算机教育应面向社会，面向潮流，与社会接轨，与时代同行。随着计算机软硬件的不断更新换代，计算机教学内容也必须随之不断更新。

为满足高等院校计算机教材的需求，机械工业出版社聘请了清华大学、北方交通大学、北京邮电大学等院校的老师，经过反复研讨，结合当前计算机发展需要和编者长期从事计算机教学的经验精心编写出“面向21世纪高等院校计算机教材”。

本套教材理论教学和实践教学相结合，图文并茂，内容实用、层次分明、讲解清晰、系统全面，其中溶入了老师大量的教学经验，是各类高等院校、高等职业学校及相关院校的最佳教材，也可作为培训班和自学使用。

前　言

C语言是目前国内外最广泛使用的程序设计语言之一。它具有功能丰富、表达能力强、使用方便灵活、执行程序效率高、可移植性强等优点；既能实现高级语言的功能，又能完成汇编语言的功能。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。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方便。因此，它被广泛地用于系统软件和应用软件的开发。

利用C语言进行应用程序的开发，从而掌握计算机软件开发技术基础，是目前国内外计算机应用基础教学的重要组成部分之一。熟练掌握C语言的程序开发技术，是21世纪社会对计算机应用人才的要求之一。

由于C语言涉及的概念多、规则复杂、书写灵活。为了让读者能快捷地掌握C语言的学习方法，本书的编写充分考虑了如下风格：

1. 通俗易懂：考虑到本书的大量读者将是非计算机专业人员，因此，尽量避免枯燥的概念的阐述，使初学者易于学习和掌握本书的基本内容。

2. 循序渐进：根据逐步深入的原则来安排教材的内容，把难点分散，使读者学习本书不会感到有太多的困难。

3. 实例代码：为了帮助读者更好掌握本书的基本内容，特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他更多的计算机硬件和软件知识就能理解和掌握。这就能使读者更快掌握C语言及其程序设计技巧，以便更快地将它用于实际中。

本书不仅适用于高等学校作为教材，也适合其他各类教育作为计算机程序设计课程的教材，也可供广大学习程序设计的技术人员参考。

本书由黄维通、孟威和关继来等同志编写，同时感谢程泓、张校希、武修田、杜建强、杨龙涛、张赫峰、刘瑶斌、陈仲亮和楚敬平等同志协助调试程序。由于作者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正，不胜感激。

为帮助读者使用此教材，特制作了配合此教材学习或授课的课件，可通过E-mail与作者联系索取。

作者电子信箱：hwt@cic.tsinghua.edu.cn

作　者

目　录

第1章　C语言的基本概念

1.1　C语言的简介与特点

C语言是目前国际上广泛流行的一种结构化的程序设计语言，它不仅适合于开发系统软件，而且也是开发应用软件和进行大规模科学计算的常用的程序设计语言。因此，自从它推出以来便深受广大程序设计者的欢迎。

随着C语言的广泛应用，又不断推出新的C语言版本，其性能也越来越强。其突出优点也越来越引起人们的普遍关注，20多年来又几经修改和完善，发展到了目前可在微型计算机上运行的Turbo C，Quick C，Microsoft C/C++，Visual C/C++等版本。

C语言之所以能被广泛推广和使用，概括地说主要有如下特点：

1）C语言除实现高级语言程序设计功能之外，还可以对内存地址进行直接操作，从而实现汇编语言的功能，因此它比其他高级语言更接近硬件系统。

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3种典型的基本结构，使程序设计人员能够使用自顶向下逐步求精的结构化程序设计技术进行程序的开发。使用C语言编写的程序具有易读、易移植和易维护等特性。

3）C语言是一种模块化程序设计语言。C语言程序是由一系列函数所组成，这种结构便于把一个大型程序划分为若干相对独立的模块，模块之间通过函数调用来实现相互连接与调用。

4）用C语言编写的程序具有较高移植性。由于用C语言编写的软件在处理输入/输出问题上采用独立的库函数进行处理，不同于Fortran等一类语言在输入/输出上采用语句来处理，这就使得C语言不包含依赖硬件的输入/输出机制，这样就使C语言程序本身不依赖于硬件系统，因此便于在不同的机器系统间移植。

5）C语言具有类型丰富和使用灵活的运算符。这些运算符不仅具有一般高级语言所具有的算术运算和逻辑运算的功能，而且还具有位运算和复合运算等功能。

1.2　C语言的程序构成及其特点

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。C语言也不例外。

1.2.1　构成C语言的基本字符和标识符

C语言根据其特点，规定了其所需的基本符号和标识符。

1. 字符集

满足C语言文法要求的字符包括所有大小写的英文字母、阿拉伯数字以及部分特殊符号，这些特殊符号如表1-1所示。

表1-1 C语言编程中可以适用的特殊符号

+	-	*	/	%	_(下划线)	=	<	>	&
~	(	)	[	]	.	¦	¦	:	?
;	"	!	#(空格)	'(单引号)	¦	'			

2. 标识符

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，是只起标识作用的一类符号。它包括保留字、预定义标识符和用户定义标识符3类。

所谓保留字，就是具有特定含义的字符串，这些字符串不允许用户把它们当作变量名来使用，常见的保留字包括类型说明符、语句标识符等，C语言的保留字一般都用小写英文字母表示，如表1-2所示。

表1-2 C语言的保留字

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			

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，这类标识符在C语言中称为预定义标识符。一般来说不要把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。常见的预编译程序命令有define和include。

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。这类标识符主要由英文字母、数字和下划线构成，但开头字符只能用字母或下划线。

下划线“_”起到字母的作用，它还可用于一个长名字的描述，如

```
mycomputerisright(ifright)
```

可写为

```
my_computer_is_right(if_right)
```

为增强程序代码的可读性，上面的写法中，用下划线把名词隔开。

在C语言中，大小写英文字母的变量含义是不同的，如TOTAL、Total、total等是完全不同的名字，它代表不同的含义。通常变量名用小写字母，常数名用大写字母。

一个变量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program_AAA和program_BBB编译程序把它们视为

同一个名字,因为 AAA 和 BBB 均在第 9 个字符位置开始,而前 8 个字符是一样的。

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) 变量名要有明确含义,建议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 sum 要比用 st 好,如果所选用的英文单词太长,可采用公认的缩写方式。例如圆周率用 PI 来命名。

2) 标识符一般采用"常用取简专用取繁"的原则。同时考虑某些"约定俗成"的情形。

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 my_file。

4) 可用特定的字符作其前缀标识。例如用"i"表示整数,"l"表示长整数,"c"表示字符型,"sz"表示串类型等以增强可读性。

1.2.2 通过实例介绍 C 语言程序的结构特点

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 test"的 C 语言程序

具体程序代码如下:

```
#include <stdio.h>
main()
{
  printf("This is a test \n");
}
```

这是一个最简单的 C 语言程序,它把字符串"This is a test"显示在屏幕上。该程序的结构介绍如下:

1) 程序由一个主函数 main()构成。任何一个程序都必须有此函数。

2) 花括号{ },花括号所括的内容是 main 函数的函数体,每个 C 语言程序的函数都至少有一对{ }。

3) 执行语句 printf (),它是由系统提供的标准库函数,完成输出功能。C 语言的输出是由函数来完成的,而与系统无关,这是它的特点之一。"This is a test"是要输出的内容。"\n"表示换行字符,它是由"\"和"n"二字符构成,属转义字符,有关转义字符,将在后面做具体介绍。

4) 语句结束符";",如 printf ()语句后的分号就是语句结束符,C 的每一个语句都以";"终止,有了语句"终止"符后,一行就不限于写一条语句了,但从程序的简洁性来说,尽量一行写一条语句。

5) #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。因此,在每一个引用标准库函数的程序中都必须带有该#include <stdio.h>命令行。用双引号和用尖括号的不同之处在于当使用引号(#include "stdio.h")的形式时,系统先在引用被包含文件的源文件(即 stdio.h)所在的文件目录中寻找,若找不到,再按系统指定的标准方式检索其他目录;而用尖括号(#include <stdio.h>)的形式时,仅按系统标准的方式检索文件目录,因此,一般来说,用双引号方式比较保险,不会找不到文件(除

非文件确实不存在)。

【例 1-2】编写计算 3 个实型数之乘积的 C 语言程序

具体程序代码如下:

```
# include <stdio.h>                          /* 计算两数之和的C语言程序 */
 main()
 {
    float a,b,c,d;                          /* 定义 a、b 和 c 的数据类型为实型 */
    printf("请输入实型数 a 、b 和 c \n:");    /* 输出提示内容 */
    scanf("%f %f %f",&a,&b,&c);             /* 输入 a 和 b 两个实型数 */
    d = a*b*c;                              /* 求积,把结果赋给变量 c */
    printf("\n sum = %f \n",d);             /* 输出计算结果 */
```

运行该程序时,首先出现

请输入实型数 a 、b 和 c

提示用户输入 3 个数 a、b 和 c,假设输入 1、2 和 3,然后计算出它们的积,结果以如下形式显示在屏幕上:

```
sum = 6
```

在此程序中,/*…… */是一个注释语句,其中包含注释的内容,它在程序的编译过程中不产生任何执行代码,只是在编程中起到备忘录的作用。

"float a,b,c,d;"是数据类型说明语句,它把 a、b、c 和 d 定义为实型数。值得注意的是,所有 C 语言程序中的变量,在使用之前都要定义其数据类型。

"scanf("%f %f %f",&a,&b,&c);"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 表示实型数格式,指明 a、b 和 c 等要求输入的数据必须是实型数,执行该语句时,数据从键盘上输入。

"d =a * b * c;"是赋值运算语句(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左边的变量 d。

"printf("\n sum = %f \n",d);"为输出语句,它首先在新的一行(由于使用了"\n",产生了换行)上输出字符串"sum =",然后按实型数格式(%f)输出变量 d 的值,并使光标移至下一行。

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

其中必须有一个名为 main 的主函数。其余函数的名字由程序设计者自定。程序的执行是从主函数开始的,其他函数都是在开始执行 main 函数以后,而不论这些函数在什么位置。主函数是整个程序的控制部分,主函数以外的其他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。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 语言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，有关函数的具体内容，将在函数部分进行详细介绍。

(3)可包含外部说明

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)、外部变量的说明等。

1.3 如何对C语言程序进行编译和执行

我们把编写好的C语言程序叫C源程序，源程序后缀为.c或.cpp，从C源程序到在计算机上得到运行结果，其操作过程如图1-1所示。

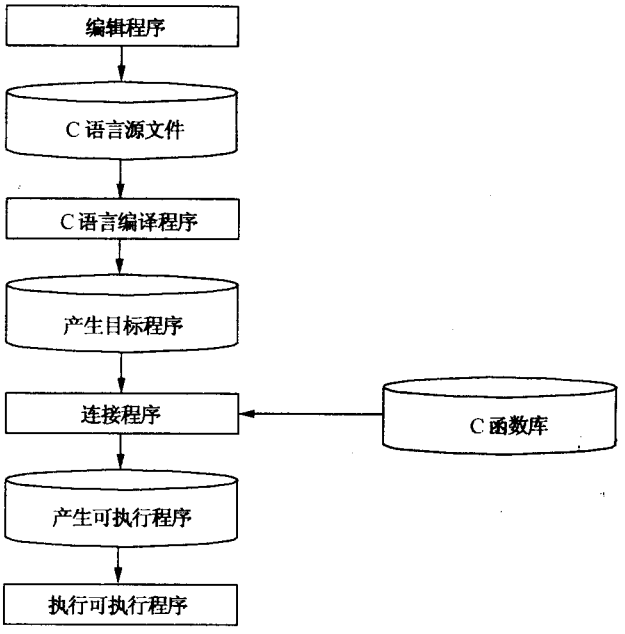

图1-1 把C语言源程序编译和连接成可执行程序的过程

(1)源文件的编辑

为了编译C源程序，首先要用系统提供的编辑器建立一个C语言程序的源文件。一个C源文件是一个编译单位，它是文本格式的文件。

一个大的C语言程序往往可划分为若干模块，每个模块由不同的人或小组负责编写。对每个模块可建立一个源文件。因此，一个大的C程序可包含多个源文件。

(2)编译

源文件建立好后，经检查无误后就可进行编译。编译是由系统提供的编译器完成，编译命令随系统的不同而异，具体操作时可参考相应的系统手册。例如，对于Turbo C，一般通过Turbo C的编辑环境界面中的“Compile”菜单中的“Compile”命令进行编译，编译器在编译时对源文件进行语法和语义检查，并给出所发现的错误。用户可根据错误情况，使用编辑器进行修改，然后对修改后的源文件再度编译。用户也可以在“Compile”菜单中选“Make”命令进行编译，它能直接生成可执行的文件，此时如果系统发现用户的源程序有语法错误，就发出错误的参考信息，提示用户进行错误代码的修改，然后用户再重新进行编译。

(3)连接编辑

若在上述步骤中,用户选择"Compile"命令进行编译,编译所生成的目标文件(*.obj)只是中间程序模块,还不能直接执行,必须用连接编辑器把它和其他目标文件以及系统所提供的库函数进行连接装配,才能生成可执行程序。可执行程序的名字可自由指定,缺省时与源程序的名字一致,执行程序的扩展名为.exe。

(4)执行

执行文件生成后,就可执行它了。若执行的结果达到预想的结果,则说明程序编写正确。否则,就需进一步检查修改源程序,重复上述步骤,直至得到正确的运行结果为止。

习题一

1.1 简答题

1) C语言程序是从哪一个函数开始执行的?

2) 在C语言的源程序中,主函数的位置是否有特殊的规定?

3) 变量名的合法定义规则是什么?

1.2 编程题:参照本章例题,编写一个C程序,输出以下信息:

```
**************
培养面向21世纪的人才
**************
```

第 2 章　C 语言编程中的基本概念及基本运算

用 C 语言编写应用程序，实际上就是在特定算法及概念上对数据进行操作。必须先介绍 C 语言编程中最基本的数据类型、对数据进行运算的运算符和数据的输入输出。

2.1　C 语言的数据类型

任何一种编程语言，在编程过程中，对数据类型都是比较敏感的，数据类型是程序设计中的一个重要概念，它规定了一个以值为其元素的集合。例如，数值类型的数据，其值域是计算机所能表示的数之范围内的所有数据；字符类型的数据取值域是某一字符集中的所有元素；逻辑类型的数据取值范围是“真”(TRUE)或“假”(FALSE)；指针类型的数据取值域是计算机存储单元的绝对地址或相对地址的集合。

同类型数据还可以进行一系列运算，不同类型数据之间在一定条件下可以进行运算。例如，对数值型数据可施加算术运算；对逻辑型数据可施加逻辑运算；对字符型数据可施加连接和求子串运算；对指针型数据准许进行加、减运算，而不准许进行乘除运算等。不同数据类型也可以进行混合运算，其结果为数据类型中字节最多的数据类型。

不同的数据类型其在内存中的存储方式也不一样，因此，不同的数据类型具有不同的存储方式。例如，一个字符型数据在计算机内存中占一个字节；一个整型数占 2 个字节；一个单精度浮点数占 4 个字节；一个双精度浮点数占 8 个字节等。

C 语言提供如图 2-1 所示的数据类型。数据包含常量和变量，它们都属于上述某种数据类型，本章主要介绍基本数据类型，其他数据类型将在以后的章节中逐步介绍。

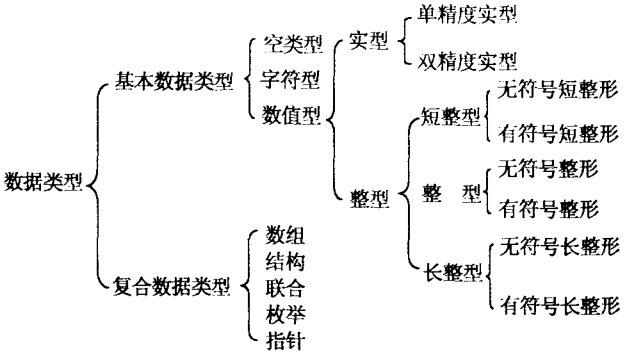

图 2-1　C 语言的数据类型

C 语言的基本数据类型从长度上分有 8 位、16 位、32 位和 64 位；从数据的符号来分，有无符号数和有符号数；按照数据的数学性质，分为整型、实型和字符型。

数值型数据的类型及表示形式等如表 2-1 所示。C 语言中各种基本数据类型的长度和范围随 CPU 的类型和编译器的实现不同而异，但对于大多数微机而言，其长度和范围如表 2-1