21世纪 高职高专规划教材

C语言程序设计与数据结构

主 编 刘信杰 李 艳 副主编 王雪松 刘国林 连志强 主 审 张学金

21SHIJIGAOZHIGAOZHUANGUIHUAJIAOCAI

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21世纪高职高专规划教材

C语言程序设计与数据结构

主　编　刘信杰　李　艳

副主编　王雪松　刘国林　连志强

主　审　张学金

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

C 语言是高职高专院校学生的计算机入门语言，因此本书在内容安排上力求做到难易适中、通俗易懂，使学生在最短时间内掌握 C 语言程序设计的基本方法。

本书分为两部分，第一部分介绍 C 语言程序设计基础，第二部分介绍数据结构，全书共 15 章，分别介绍了 C 语言的基本知识、基本语法、利用 C 语言进行结构化程序设计的思想及数据结构的基本思想。本书内容翔实易懂，便于学生理解和接受。同时每一章内都配有大量的例题、习题和典型习题分析，使学生更容易理解、消化和掌握各知识模块的内容。

本书既可作为高职高专院校 C 语言与数据结构课程的教材，还可以作为计算机爱好者的自学参考书和计算机培训班的培训教材。

本书提供免费电子教案及源代码，读者可以到中国水利水电出版社网站下载，网址为：http://www.waterpub.com.cn/softdown/。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计与数据结构 / 刘信杰，李艳主编. —北京：中国水利水电出版社，2008

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 978-7-5084-5653-9

Ⅰ. C… Ⅱ. ①刘…②李… Ⅲ. ①C 语言—程序设计—高等学校：技术学校—教材②数据结构—高等学校：技术学校—教材 Ⅳ. TP312 TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 085530 号

书　　名	C 语言程序设计与数据结构
作　　者	主　编　刘信杰　李　艳 副主编　王雪松　刘国林　连志强 主　审　张学金
出版　发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号　100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）63202266（总机）、68367658（营销中心）、82562819（万水）
经　　售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排　　版	北京万水电子信息有限公司
印　　刷	北京蓝空印刷厂
规　　格	184mm×260mm　16 开本　17.5 印张　424 千字
版　　次	2008 年 7 月第 1 版　2008 年 7 月第 1 次印刷
印　　数	0001—4000 册
定　　价	28.00 元

前　言

目前，C 语言仍然是高职高专院校学生的计算机入门语言。C 语言功能丰富，使用灵活，用 C 语言编制的程序容易理解、便于维护。另外，C 语言不但具有高级语言的优点，同时还具有低级语言的许多特点，因此，C 语言既可以用来编写系统软件，也可以用来编写应用软件。在学习了 C 语言基本知识的基础上，学生会逐渐形成结构化程序设计的基本思想，在此基础上再学习第二部分数据结构的有关知识，会更容易一些。

编者根据多年的教学经验，合理安排教学内容，在讲解过程中尽量做到通俗易懂、深入浅出，充分考虑到学生的知识层次和接受能力。通过大量的例题、习题和典型习题分析解答帮助学生循序渐进地学习、理解、消化和掌握各章节的内容。另外，编者在安排教学内容时，打破了以前 C 语言程序设计与数据结构相对独立的体系结构，在 C 语言的讲解过程中，适当地加入了相关的数据结构的内容，衔接自然，易于学生在学习过程中逐渐理解掌握数据结构中相关的知识点。

本书由刘信杰、李艳任主编，王雪松、刘国林、连志强任副主编，张学金任主审。其中，第 1、2、8、10 章由刘信杰编写；第 3、4、5 章由李艳编写；第 6 章由张佃龙编写；第 7、15 章由胡运玲编写；第 9 章由王建编写；第 11 章由孟秀锦编写；第 12 章由刘信彩编写；第 13 章由郇涛编写，第 14 章由任石编写。刘信杰和李艳负责全书总体设计和最后修改定稿。

由于编写人员水平有限，加之时间紧迫，书中难免出现不足之处，希望广大读者批评指正。

作　者

2008 年 5 月

目　　录

第 1 章　C 语言初步知识

教学提示

C 语言是一门很优秀的程序设计语言，它是一门高级语言，同时又具有低级语言的某些优点，所以，它既可以用来编写系统程序，也可以用来编写应用程序。C 语言的基本单位是函数，一个 C 程序由一个名为 main 的主函数和 0～n 个其他函数组成。函数可以是系统提供的库函数，也可以是用户自己编写的函数。C 语言提供了大量的库函数，以减少编程人员的工作量。

学习重点

通过本章的学习，读者应了解 C 语言的发展历史和特点，理解并掌握 C 程序的基本结构，初步熟悉 Visual C++ 6.0 系统的集成开发环境。

1.1　C 语言的发展历史

C 语言是在 20 世纪 70 年代初由美国贝尔实验室设计出来的，当时主要用来改写 UNIX 操作系统。随着 UNIX 操作系统的日益广泛使用，C 语言也迅速得到推广。1978 年以后，C 语言已经先后移植到大、中、小、微型机上，现在的单片机上也广泛使用 C 语言开发程序。无论是设计系统软件，还是开发图形处理、数据分析、数值计算等应用软件，都可以看到 C 语言的广泛应用。

C 语言在推广中产生了许多版本，这些版本虽然相似，但通常不完全兼容。为了解决这个问题，1983 年美国国家标准协会（ANSI）制定了 C 语言的标准草案（83 ANSI C），后来分别在 1987 年推出了 87 ANSI C，1989 年公布了 C89 标准，1999 年推出了 C99 标准。

目前最流行的 C 语言有 Microsoft C 或称 MS C、Borland Turbo C 或称 Turbo C、AT&T C 等，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。

1.2　C 语言的特点

C 语言目前仍然是世界上应用最广泛的计算机语言之一，自然有它吸引人的特点。

（1）语言简洁、紧凑，使用灵活方便。ANSI C 共有 32 个关键字（如表 1-1 所示），9 种控制语句，大都用小写字母表示(注意：在 C 语言中是严格区分大小写的)。程序书写形式自由，既可以一行一句，也可一行多句，甚至一句也可分写在多行上。

表 1-1 C 语言的 32 个关键字

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

（2）丰富的运算符。C 语言有 34 种运算符，涵盖范围广，可以实现在其他高级语言中难以实现的运算。

（3）丰富的数据类型。C 语言的数据类型有 13 种，具有数据类型的构造能力，可以在基本类型（如字符型、整型、实型等）的基础上按层次构造各种构造类型（如数组、指针、结构体、共用体等），足以实现各种复杂的数据结构（如栈、链表、队列、树等）的运算。尤其是指针类型数据，功能非常强大。

（4）结构化的控制语句。C 语言有 if else，while，do-while，for，switch 等语句以适应结构化的程序设计，符合现代编程的要求。

（5）可以直接操作硬件。C 语言能进行位（bit）操作，实现汇编语言的大部分功能。C 语言有时也被称为中级语言，因为它把高级语言的优点同汇编语言的控制和灵活性巧妙地结合在了一起。正是 C 语言的这种双重特性，使它既能用来编写系统程序，又能用来编写应用程序。

（6）生成的目标代码质量高。试验表明，针对同一问题，用 C 语言描述的代码效率只比用汇编语言描述的低 10%～20%。

（7）可移植性好。所谓的可移植是指程序不作或稍加改动就可从一个环境搬到另一个不同的环境上运行。统计资料表明，不同机器上的 C 编译程序 80%的代码是公共的。这就使得用 C 语言编写的程序，基本上不加修改就能用于各种型号的计算机和各种操作系统。

用 C 语言编写程序，程序员会感到限制少、灵活性大，但对程序员要求也高。

1.3 C 语言的程序结构

1.3.1 C 语言程序举例

注意：本书的程序中出现在“/*”、“*/”之间的内容均为注释，是为了便于理解程序而添加的说明文字。符号“↙”代表按回车键。

例 1.1 在屏幕上输出一句话“Welcome to C world!”。

```
main()                          /*主函数 main 的定义，注意 main 后是一对小括号*/
{                               /*大括号{ */
  printf("Welcome to C world!\n");      /*在屏幕上输出信息*/
}                                       /*大括号}*/
```

例 1.2 从键盘输入任意两个整数值，由计算机输出两者中的大数。数据的输入、比较和输出均在主函数 main()中完成。

```
main()                                  /*主函数 main 的定义*/
```

```
{
  int x, y, result;                                  /*定义三个整型变量 x,y,result*/
  printf("Input two integer numbers (x  y): ");      /*显示提示信息*/
  scanf("%d %d",&x,&y);                              /*输入变量 x 和 y 的值,用空格隔开*/
  if(x<y)
     result = y;                                     /*如果 y 比 x 大,将 y 的值给 result*/
  else
     result=x;                                       /*如果 x 比 y 大,将 x 的值给 result*/
  printf("%d is max number.\n", result);             /*输出 result 的值*/
}
```

运行结果为：

```
Input two integer numbers (x  y):  3  4↙
4 is max number.
```

例 1.3　从键盘输入任意两个整数值，由计算机输出两者中的大数。在主函数中输入数据，通过调用另一个函数 mymax()完成数据比较，并将结果返回到主函数中输出。

```
main()
{
   int mymax(int, int );                             /*声明函数 mymax (int,int)*/
   int x, y, result;                                 /*定义三个整型变量 x, y, result*/
  printf("Input two integer numbers (x  y): ");      /*显示提示信息*/
  scanf("%d %d", &x,&y);                             /*输入变量 x 和 y 的值*/
  /*调用 mymax(), x 和 y 作为实际参数传给 mymax(), 调用结果放在 result 中*/
  result= mymax (x, y);
  printf("%d is max number.\n", result);             /*输出 result 的值*/
}

  /*函数 mymax()的定义。m, n 是形式参数, 用于接收从 main()中传来的实际参数*/
int mymax(int m, int n)
  {
    int p;
    if(n>m)
       p=n;                                          /*如果 n 比 m 大, 将 n 的值给 p*/
    else
       p=m;                                          /*如果 m 比 n 大, 将 m 的值给 p*/
    return p;                                        /*将计算结果返回到 main()中*/
}
```

本例题程序由两个函数组成，一个是主函数 main()，另一个是被调函数 mymax()。C 语言中的函数定义可以理解为用 C 语句编写该函数的程序段。在主函数中先声明函数 mymax()，以告诉编译程序在 main()之外还有 mymax()函数的定义，然后输入数据，遇到 mymax(x,y)就直接转去执行 mymax()函数定义的程序段，在 mymax()中完成比较，将结果返回 main()中输出并结束运行。运行结果与例 1.2 相同。

讲解这几个例题的目的是让读者先来领略一下 C 语言程序的结构概貌，其中涉及到了函数的声明、定义和调用以及形式参数、实际参数的概念，可以先不深究，等学习了后面相关章节之后，问题就会逐渐得到解决。

1.3.2 C 语言程序的组成结构

C 语言程序的组成结构的特点如下：

（1）C 程序是由函数构成的。一个 C 程序可以由若干个扩展名为.c 的源文件组成（我们在开始学习 C 语言时为了简单起见，一个 C 程序中往往只含一个.c 文件），C 语言的编译程序就是以.c 文件为单位进行编译的。编译之后，一个.c 文件会生成一个扩展名为.obj 的目标代码文件。而一个 C 程序由一个主函数 main()和 0～n 个其他函数组成，C 语言的函数可以理解为满足一定格式的、能完成特定功能的一段独立的程序，它相当于其他语言中的子程序。所以，函数是 C 程序的基本单位，程序的全部功能都是由函数来完成的。函数可以是系统提供的库函数（例如 printf()和 scanf()），也可以是用户自己编制的函数（如前面例子中的 mymax()）。编写 C 程序主要是编写函数。C 语言提供了丰富的库函数，每个函数实现一定的功能，这些函数集中存放在一些库文件中，按函数名调用，非常方便。因此，用 C 语言进行程序设计时，应使用库函数以减轻编程和调试人员的负担。标准 C 语言提供一百多个库函数，Turbo C 2.0 提供了四百六十多个库函数。C 语言的这种特点使其很容易实现程序的模块化。

（2）一个函数由两部分组成，包括函数的说明部分和函数体。

1）函数的说明部分，包括函数名、函数类型（默认为整型）、函数参数（形式参数）名及函数参数类型。

例如例 1.1 的实现方法二中，函数 mymax()的说明部分的含义为：

```
int      mymax     (int      x,      int      y)
 ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓
```

函数类型　函数名　形式参数类型 1　形式参数 1　形式参数类型 2　形式参数 2

一个函数名后面必须跟一对小括号。小括号内通常是形式参数的说明，也可以没有形式参数，如 main()。

2）函数体，即函数说明部分下面的由一对大括号括起来的内容。如果一个函数内有多个大括号，则最外层的一对大括号包围起来的区域就是该函数体的范围。

函数体一般包括：

①变量定义：如例 1.2 中 main()中的“int　x, y, result;”。

②执行部分：由若干个 C 语句组成。

当然，变量定义和执行部分是根据需要而定的。在某些情况下，函数体中也可以没有变量定义部分，如以下程序（该程序执行后显示“Welcome to you.”）：

```
main()
{                       /*没有变量定义*/
printf("Welcome to you.");
}
```

函数甚至可以没有执行部分。如：

```
void empty()
{                       /*没有可执行语句*/
}
```

empty()只是一个空函数，不实现任何功能，但它却是一个合法的 C 函数，可以被其他函数调用。

（3）主函数 main()既可以放在其他函数之前，也可以放在其他函数之后，但不论它在整个程序中处于什么位置，一个 C 程序总是从它开始执行的。

（4）C 程序书写格式自由，没有行号。一行内可以写多个语句，一个语句也可以分写在多行上。

（5）分号“;”是 C 语句的必要组成部分，每个语句和数据定义的末尾必须有一个分号。没有语句的分号视为空语句。如：

```
main()
{  ;;
}
```

相当于其函数体有两个空语句。

（6）C 语言本身没有输入、输出语句，输入、输出的操作是由 scanf()和 printf()等库函数来完成的。

（7）可以用“/*...*/”符号对 C 程序的任何部分进行注释，C 的编译系统并不处理注释部分，但是一个良好的程序应该加上必要的注释，以提高程序的可读性。

1.3.3　良好的编程习惯

良好的编程习惯可以提高程序的可读性，包括以下几点：

（1）使用恰当的缩进层次。

（2）相应的大括号对齐。

（3）使用恰当的注释。

（4）有合适的空行。

1.4　利用 Visual C++运行 C 程序

目前有很多编译运行 C 程序的软件工具，例如 Turbo C 和 Visual C++。本书的教学内容主要以在 Visual C++集成开发环境下运行为主。

1.4.1　Visual C++简介

1. 进入 Visual C++工作环境

双击 Windows 桌面上的 Visual C++图标，或单击 Windows 桌面上的“开始”按钮，在“程序”菜单中选择 Visual C++运行即可。

2. Visual C++集成开发环境

Visual C++软件包包含了许多独立的组件，如编辑器、编译器、连接器、实用程序生成器、调试器，以及各种各样为开发 Windows 环境下的 C/C++程序而设计的工具，其中最重要的是一个名为 Developer Studio 的集成开发环境。Developer Studio 把所有的 Visual C++工具结合在一起，集成为一个由窗口、对话框、菜单、工具栏、快捷键及宏组成的和谐系统，通过该集成环境，程序员可以观察和控制整个开发进程。图 1.1 所示为一个典型的 Developer Studio 主窗口。

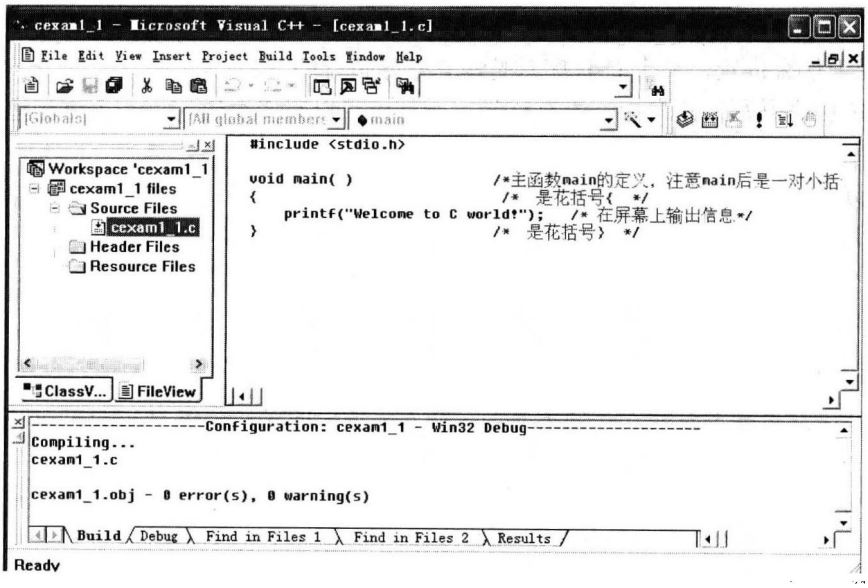

图 1.1 典型的 Developer Studio 主窗口

从图 1.1 中可以看出，Developer Studio 主窗口可以分成几个部分：窗口顶部是菜单和工具栏，左面的一个子窗口是工作区窗口，工作区窗口的右面是编辑子窗口。最下面是输出子窗口，值得注意的是，上述各种部件，包括子窗口、菜单栏和工具栏等的位置不是一成不变的，可根据个人的喜好重新安排。

（1）菜单和工具栏。Developer Studio 中有一个 Menu Bar（菜单栏，通常位于开发环境窗口的顶部），其中的菜单有 File（文件处理）、Edit（编辑）、View（查看）、Insert（插入）、Project（项目管理）、Build（编译）、Tools（工具）、Window（窗口）和 Help（帮助）等，每个菜单分别对应一个下拉子菜单。

除菜单栏外，开发环境中还有几个工具栏，一般放在开发环境的顶部、菜单栏的下方。如 Standard（标准工具栏，用于文件管理、编辑和查看等），Wizard Bar（向导工具栏）和 Build MiniBar（建立工具栏，用于编译、连接等）。工具栏上有常用命令的图标。一般来说， 工具栏上的命令在菜单中均有对应选项，但工具栏的使用更方便，只要单击工具栏中的相应图标即可调用相应的功能。

开发环境中的菜单栏和各种工具栏均为停靠式，可以用鼠标拖动改变它们的位置，也可使用菜单选项 Tools→Customize（表示菜单栏的 Tools 菜单中的 Customize 选项，下同）中的 Toolbars 选项打开或关闭相应的工具栏，或修改工具栏的内容。

除此之外，Developer Studio 的所有部分几乎都可响应右击动作而弹出一个快捷菜单。甚至即使当 Developer Studio 没有打开窗口时，在空白区右击，也会弹出一个菜单，其中含有使窗口可见和调整工具栏是否可见的命令。在工具栏上除标题栏外的任何地方右击鼠标，同样可以弹出菜单。在使用集成环境工作时试一试使用鼠标右键，还会发现许多其他的快捷方式。例如，通过在工具栏或菜单栏上不是按钮或菜单的地方单击并保持鼠标左键被按下，就可以把它们拖动到屏幕上新的位置。

（2）Developer studio 窗口。除了各种对话框外，Developer Studio 还显示两种类型的窗口，