21st CENTURY
规划教材

面向21世纪高职高专计算机系列规划教材

COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION: COMPUTER

C语言程序设计

C PROGRAMMING

李艳华 主 编
沙晓燕 副主编

科学出版社
www.sciencep.com

面向21世纪高职高专规划教材专家委员会

主　任　李宗尧

副主任（按姓氏笔画排序）

丁桂芝　叶小明　张和平　林　鹏

黄　藤　谢培苏

委　员　（略）

信息技术系列教材编委会

主　任　丁桂芝

副主任（按姓氏笔画排序）

万金保　方风波　徐　红　鲍　泓

委　员（按姓氏笔画排序）

于晓平　马国光　仁英才　王东红　王正洪

王　玉　王兴宝　王金库　王海春　王爱梅

邓　凯　付百文　史宝会　本柏忠　田　原

申　勇　任益夫　刘成章　刘克敏　刘甫迎

刘经玮　刘海军　刘敏涵　安志远　许殿生

何瑞麟　佘少华　吴春英　吴家碧　吴瑞萍

宋士银　宋锦河　张红斌　张环中　张海鹏

张蒲生　张德实　李云程　李文森　李　洛

李德家　杨永生　杨　闯　杨得新　肖石明

肖洪生　陈　愚　周子亮　周云静　胡秀琴

赵从军　赵长旭　赵动庆　郝　梅　唐铸文

徐洪祥　徐晓明　袁德明　郭庚麒　高延武

高爱国　康桂花　戚长政　曹文济　黄小鸥

彭丽英　董振珂　蒋金丹　韩银峰　魏雪英

出版前言

随着世界经济的发展，人们越来越深刻地认识到经济发展需要的人才是多元化、多层次的，既需要大批优秀的理论性、研究性的人才，也需要大批应用性人才。然而，我国传统的教育模式主要是培养理论性、研究性的人才。教育界在社会对应用性人才需求的推动下，专门研究了国外应用性人才教育的成功经验，结合国情大力度地改革我国的“高等职业教育”，制定了一系列的方针政策。联合国教科文组织 1997 年公布的教育分类中将这种教育称之为“高等技术与职业教育”，也就是我们通常所说的“高职高专”教育。

我国经济建设需要大批应用性人才，呼唤高职高专教育的崛起和成熟，寄希望于高职高专教育尽快向国家输送高质量的紧缺人才。近几年，高职高专教育发展迅速。目前，各类高职高专学校已占全国高等院校的近 1/2，约有 600 所之多。教育部针对高职高专教育出台的一系列政策和改革方案主要体现在以下几个方面：

- “就业导向”成为高职高专教育的共识。高职高专院校在办学过程中充分考虑市场需求，用“就业导向”的思想制定招生和培养计划。
- 加快“双师型”教师队伍建设。已建立 12 个国家高职高专学生和教师的实训基地。
- 对学生实行“双认证”教育。学历文凭和职业资格“双认证”教育是高职高专教育特色之一。
- 高职高专教育以 2 年学制为主。从学制入手，加快高职高专教学方向的改革，充分办出高职高专教育特色，尽快完成紧缺人才的培养。
- 开展精品专业和精品教材建设。已建立科学的高职高专教育评估体系和评估专家队伍，指导、敦促不同层次、不同类型的学校办出一流的教育。

在教育部关于“高职高专”教育思想和方针指导下，科学出版社积极参与到高职高专教材的建设中去。在组织教材过程中采取了“请进来，走出去”的工作方法，即由教育界的专家、领导和一线的教师，以及企事业从事人力资源工作的人员组成顾问班子，充分分析我国各地区的经济发展、产业结构以及人才需求现状，研究培养国家紧缺人才的关键要素，寻求切实可行的教学方法、手段和途径。

通过研讨认识到，我国幅员辽阔，各地区的产业结构有明显的差异，经济发展也不平衡，各地区对人才的实际需求也有所不同。相应地，对相同专业和相近专业，不同地区的教学单位在培养目标和培养内容上也各有自己的定位。鉴于此，适应教育现状的教材建设应该具有多层次的设计。

为了使教材的编写能针对受教育者的培养目标，出版社的编辑分不同地区逐所学校拜访校长、系主任和老师，深入到高职高专学校及相关企事业，广泛、深入地和教学第

一线的老师、用人单位交流，掌握了不同地区、不同类型的高职高专院校的教师、学生和教学设施情况，清楚了各学校所设专业的培养目标和办学特点，明确了用人单位的需求条件。各区域编辑对采集的数据进行统计分析，在相互交流的基础上找出各地区、各学校之间的共性和个性，有的放矢地制定选题项目，并进一步向老师、教育管理者征询意见，在获得明确指导性意见后完成“高职高专规划教材”策划及教材的组织工作：

- 第一批“高职高专规划教材”包括三个学科大系：经济管理、信息技术、建筑。
- 第一批“高职高专规划教材”在注意学科建设完整性的同时，十分关注具有区域人才培养特色的教材。
- 第一批“高职高专规划教材”组织过程正值高职高专学制从 3 年制向 2 年制转轨，教材编写将其作为考虑因素，要求提示不同学制的讲授内容。
- 第一批“高职高专规划教材”编写强调
  - 以就业岗位对知识和技能需求下的教材体系的系统性、科学性和实用性。
  - 教材以实例为先，应用为目的，围绕应用讲理论，取舍适度，不追求理论的完整性。
  - 提出问题→解决问题→归纳问题的教、学法，培养学生触类旁通的实际工作能力。
  - 课后作业和练习（或实训）真正具有培养学生实践能力的作用。

在“高职高专规划教材”编委的总体指导下，第一批各科教材基本是由系主任，或从教学一线中遴选的骨干教师执笔撰写。在每本书主编的严格审读及监控下，在各位老师的辛勤编撰下，这套凝聚了所有作者及参与研讨的老师们的经验、智慧和资源，涉及三个大的学科近 200 种的高职高专教材即将面世。我们希望经过近一年的努力，奉献给读者的这套书是他们渴望已久的适用教材。同时，我们也清醒地认识到，“高职高专”是正在探索中的教育，加之我们的水平和经验有限，教材的选题和编辑出版会存在一些不尽人意的地方，真诚地希望得到老师和学生的批评、建议，以利今后改进，为繁荣我国的高职高专教育不懈努力。

科学出版社

2004 年 6 月 1 日

前　言

C语言是国际上流行的一种高级编程语言，是计算机专业学生的一门必修课，也是全国计算机等级考试和NIT考试中比较重要的科目之一。C语言功能丰富、表达能力强、使用灵活方便、程序执行效率高、可移植性好。同时，它既可编写系统软件，又适合编写应用软件，这也是近年来C语言得到计算机专业和非计算机专业人员广泛使用的原因。

本书编者都是多年从事高职高专计算机专业教学的教师。本书语法准确，讲解通俗、深入浅出，尽量做到够用，不必太全、太杂。本书注重实用技术，经典实例和实用程序并重，在最后一章介绍了高级C语言程序设计，使学生在学习语法规则后知道一个实用程序是如何开发的。

C语言部分内容对初学者来讲较难，对带“*”号的节可以视情况选学。

编写本书的具体分工如下：同卫国编写第1章和第3章；高晓梅编写第2章；尉鹏博编写第4章；史小英编写第5章；李艳华编写第6章、第7章、第8章、第12章和附录；赵钢编写第9章；沙晓燕编写第10章、第11章。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请专家和广大读者批评指正。

李艳华

2004年6月

目　录

第1章 C语言概述

1.1 程序和算法

1.1.1 程序

我们需要计算机来解决一个实际问题时，必须依靠一定的工具（人机界面）编写一个指令（语句）清单，一旦指令（语句）提交给计算机，计算机就可以执行这些指令(语句)，产生结果。程序就是计算机可以执行的指令序列或语句序列，而设计、编制、调试程序的过程称为程序设计，编写程序所使用的语言即为程序设计语言。C语言是一种计算机高级语言，它的表达形式接近人们习惯使用的自然语言和数学语言，人们学习和操作起来都感到十分方便。

一个程序应包括以下两方面的内容：

① 对数据的描述。在程序中要指定数据的类型和数据的组织形式。

② 对数据操作的描述，即操作步骤，也就是算法。

数据是操作的对象，操作的目的是对数据进行加工处理，以得到期望的结果。

1.1.2 算法

算法是为了解决实际问题而采取的步骤和方法。在设计一个程序时算法是灵魂，数据是加工对象。算法是解决“做什么”和“怎么做”的问题。程序中的操作语句，实际上就是算法的体现。

为了描述一个算法，可以用不同的方法。常用的有自然语言描述法、传统流程图、N-S流程图三种。

1. 自然语言描述

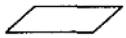
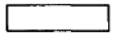
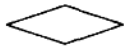
自然语言就是人们日常使用的语言，可以是汉语、英语或其他语言。用自然语言来描述和表示算法通俗易懂，但文字过于冗长，容易出现歧义。因此，一般不用自然语言描述算法。

2. 传统流程图

传统的流程图是使用规定的图形符号来描述算法，具有直观、形象、易于理解等优点。它是计算方案的形象描述。传统流程图常用符号见表1.1。流程图中的每一个框表示一段程序（包括一个或多个语句）的功能，各框内必须写明要做的事情，并且说明要简单明确，不能含糊不清。

C程序的结构由顺序结构、分支结构、循环结构三种基本结构组成，如图1.1所示。

表 1.1　流程图的图形符号

图形符号	名称	代表的操作
	输出/输入	数据的输入与输出
	处理	各种形式的数据处理
	判断	判断选择，根据条件满足与否选择不同的路径
	起止	流程的起点与终点
	流程线	连接各个图框，表示执行的顺序
	连接点	表示与流程图其他部分相连接

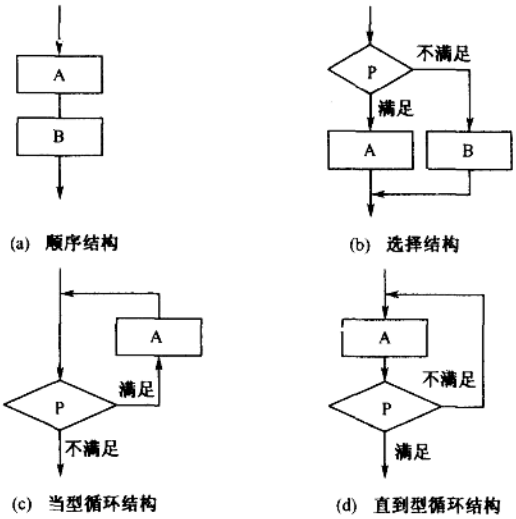


图 1.1　三种基本结构流程图

顺序结构流程图表示先执行 A 操作，然后执行 B 操作。选择结构流程图表示当 P 条件成立时，执行 A 操作；P 条件不成立则执行 B 操作。循环结构流程图有两种：当型循环和直到型循环。当型循环表示当给定的 P 条件成立时，反复执行 A 操作，直到 P 条件不成立为止，跳出循环。直到型循环表示先执行 A 操作，然后判断 P 条件是否成立，如果 P 条件不成立，则再执行 A，再判断 P，直到给定的 P 条件成立为止，然后跳出循环。

3．N-S 流程图

1973 年美国两位学者提出了一种新的流程图形式。它把全部算法写在一个矩形框中，矩形框中嵌套着其他的框，使算法的结构更加清晰，适合于描述结构化算法。

1.2　C语言的发展和特点

1.2.1　C语言的发展

C语言是国际上广泛流行且很有发展前途的一种高级计算机语言，它不仅可用来编写系统软件，而且可用来编写应用软件。

以前的操作系统等系统软件主要是用汇编语言编写的，由于汇编语言依赖于计算机硬件，程序的可读性和可移植性都比较差。为了提高可读性和可移植性，最好使用高级语言，可是一般语言又难以实现汇编语言可以直接对硬件进行操作的功能，所以人们设想找到一种既具有高级语言特性，又具有低级语言特性的语言，集它们的优点于一身。于是，C语言就在这种情况下应运而生了（C语言发展过程如图1.2所示）。

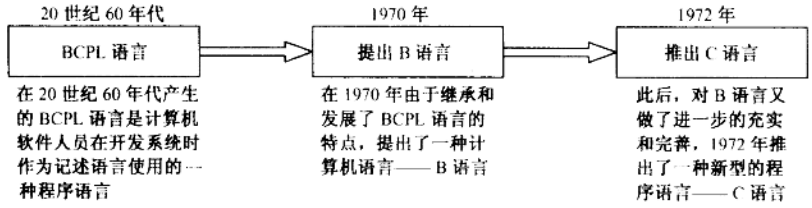


图1.2　C语言的发展背景

C语言是在B语言的基础上发展起来的，它的根源可以追溯到ALGOL 60。1960年出现的ALGOL 60是一种面向问题的高级语言，它离硬件比较远，不宜用来编写系统程序。1963年英国的剑桥大学推出了CPL（Combined Programming Language）语言。CPL语言在ALGOL 60的基础上更接近硬件，但规模比较大，难以实现。1967年英国剑桥大学的Matin Richards对CPL语言做简化，推出了BCPL（Basic Combined Programming Language）语言。1970年美国贝尔实验室的Ken Thompson以BCPL语言为基础，又做了进一步简化，设计出了很简单又很接近硬件的B语言，并用B语言写了第一个UNIX操作系统，在PDP-7上实现。1971年在PDP-11/20上实现了B语言，并用它编写了UNIX操作系统。但B语言过于简单，功能有限。1972～1973年，贝尔实验室的D.M.Ritchie在B语言的基础上设计出了C语言（取BCPL的第二个字母）。C语言既保持了BCPL和B语言的优点（精炼，接近硬件），又克服了它们的缺点（过于简单，数据无类型等）。最初的C语言只是为描述和实现UNIX操作系统提供的一种工作语言。原来的UNIX操作系统是1969年由美国的贝尔实验室的K.Thompson和D.M.Ritchie开发成功的，是用汇编语言写的。1973年，K.Thompson和D.M.Ritchie两人合作把UNIX的90%以上用C改写，即UNIX第5版。随后对C语言做了多次改进，但主要还是在贝尔实验室内部使用。直到1975年UNIX第6版公布后，C语言的突出优点才引起人们的普遍注意。1977年出现了不依赖于具体机器的C语言编译文本《可移植C语言编译程序》，使C移植到其他机器时所需做的工作大大简化了，这也推动了UNIX操作系统迅速地在各种机器上实现。例如VAX、AT&T等计算机系统都相继开发了UNIX。随着UNIX的日益广泛使用，C语言也迅速得到推广。C语言和

UNIX可以说是一对孪生兄弟，在发展过程中相辅相成。1978年以后，C语言已先后移植到大、中、小、微型机上，已独立于UNIX和PDP了。现在C语言已风靡全世界，成为世界上应用最广泛的几种计算机语言之一。

目前广泛流行的各种版本的C语言编译系统虽然基本相同，但也有一些差别。在微型机上使用的Microsoft C、Turbo C、Quick C、BORLAND C等，它们的不同版本又略有差异。因此，读者应了解所用的计算机系统所配置的C编译系统的特点和规定。

1.2.2 C语言的特点

同其他程序语言相比，C语言之所以能够存在和发展，并具有很强的生命力，是因为它有如下的主要特点：

① 语言简洁、紧凑，使用方便、灵活。C语言一共只有32个关键字，9种控制语句，压缩了一切不必要的成分，程序书写形式自由，语句简练（见表1.2）。

表1.2 语句示例

C语言	含 义
{ }	复合语句
if (e) S;	条件语句
int i;	定义i为整型变量
int a [10];	定义a为整型一维数组
int *p;	定义p为指向整型变量的指针变量
i+=2;	赋值语句，使i+2⇒i
i++, ++i;	i自增值1，i+1⇒i

② 运算符丰富，适用的范围广泛。

C语言共有34种运算符，它把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理，从而使C的运算类型极其丰富，表达式类型多样化。

③ 数据结构丰富，具有现代化语言的各种数据结构。

C的数据类型有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型等。能用来实现各种复杂的数据结构（如链表、树、栈等）的运算，尤其是指针类型数据，使用起来灵活多样。

④ 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语句等。另外，函数是C语言程序的基本单位，用函数作为程序模块的基本单元，以便于实现程序的模块化。C是理想的结构化语言，符合现代编程风格的要求。

⑤ C语言允许直接访问物理地址，能进行位（bit）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既具有高级语言的功能，又具有低级语言的许多功能，可用来编写系统软件。

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%。

⑦ 用C语言编写的程序可移植性好（与汇编语言比），基本上不做修改就能用于各

种型号的计算机和各种操作系统。

总之，C语言对程序员要求较高。程序员使用C语言编写程序会感到限制少，灵活性大，功能强，可以编写出任何类型的程序。

1.3　C程序的构成

1.3.1　C程序的简单实例

下面先介绍几个简单的C程序，然后从中分析C程序的特性。

【例1.1】

```
main ( )
{
printf ("This is a c program. \n");
}
```

此程序的功能是输出以下一行信息：

```
This is a c program.
```

其中main表示“主函数”，每一个C程序都必须有一个main函数，表示整个程序的入口。函数体由大括弧 { } 括起来。本例中主函数内只有一条输出语句，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“This is a c program”后回车换行。每一个语句后有一分号表示结束。

【例1.2】

```
main ( )                          /*主函数*/
{ int a,b,c;                      /*声明部分,定义变量*/
  scanf ("%d, %d",&a,&b);         /*输入变量a和b的值*/
  c = max (a,b);                  /*调用max函数,将得到的值赋给c*/
  printf ("max = %d",c);          /*输出c的值*/
}
int max (int x, int y)     /*定义max函数,函数值为整型,形式参数x,y为整型*/
{ int z                    /*max函数中的声明部分,定义变量z为整型*/
if(x>y)z = x;
else z = y;
return(z);                 /*将z的值返回,通过max带回调用处*/
}
```

本程序包括一个主函数main和一个被调用的函数max。说明源程序由函数构成，包含一个主函数和若干个其他函数。函数可以是系统定义的库函数（如此例中的printf函数），函数也可以由用户自己来定义（如此例中的max函数）。

max函数的作用是将x和y中较大者的值赋给变量z。return语句将z的值返回给主调函数main。返回值是通过函数名max带回到main函数的调用处。

程序运行结果如下：

```
8,5↙          (输入8和5给a和b)
max = 8       (输出c的值)
```

1.3.2　C程序的构成

通过以上几个例子，可以看到：

1．程序是由函数构成的

一个C源程序至少包含一个main函数，也可以包含一个main函数和若干个其他函数。因此，函数是C程序的基本单位。被调用的函数可以是系统提供的库函数（例如printf和scanf函数），也可以是用户根据需要自己编制设计的函数（如例1.2中的max函数）。C的函数相当于其他语言中的子程序，用函数来实现特定的功能。C语言的函数库十分丰富，ANSIC提供100多个库函数，Turbo C和MSC 4.0提供300多个库函数。C的这种特点使得容易实现程序的模块化。

2．一个函数由两部分组成

① 函数的首部，即函数的第一行。包括函数名、函数类型、函数参数（形参）名、参数类型。

例如，例1.2中的max函数的首部为

```
int      max      (int        x,        int        y)
 ↓        ↓        ↓          ↓         ↓          ↓
函数类型  函数名  函数参数类型  函数参数名  函数参数类型  函数参数名
```

一个函数名后面必须跟一对圆括号，函数参数可以没有，如main（）。

② 函数体，即函数首部下面的大括弧｛｝内的部分。如果一个函数内有多个大括号，则最外层的一对｛｝为函数体的范围。

函数体一般包括：

- 声明部分：在这部分中定义所用到的变量，如例1.2中main函数中的int a，b，c；
- 执行部分：由若干个语句组成。

当然，在某些情况下也可以没有声明部分（如例1.1）。甚至可以既无声明部分，也无执行部分。如：

```
dump ( )
{ }
```

3．main函数是整个C程序的执行入口

一个C程序总是从main函数开始执行的。main函数可以放在程序最前头，也可以放在程序最后，或在一些函数之前、在另一些函数之后。

4．C程序书写格式自由

一行内可以写几个语句，一个语句可以分写在多行上，各语句之间用分号分隔，分号是C语句的必要组成部分，每个语句和数据定义的最后必须有一个分号。例如

```
c = a + b;
```

分号不可少，即使是程序中最后一个语句也应包含分号。

5. C语言本身没有输入输出语句

输入和输出的操作是由库函数 scanf 和 printf 等函数来完成的。C 对输入输出实行“函数化”。

6. 可以用/*……*/对C程序中的任何部分作注释

一个好的、有使用价值的源程序都应当加上必要的注释，以增加程序的可读性。

1.4　Turbo C 2.0 的集成开发环境

Turbo C 不仅是一个快速、高效的编译程序，同时还带有一个易学、易用的集成开发环境。

1.4.1　Turbo C 的主屏幕

在 DOS 提示符下键入 tc 并按回车，即可运行 Turbo C。Turbo C 的主窗口包括四部分：主菜单、编辑窗口、信息窗口和快速参考行。在 Windows 操作系统下 tc.exe 的运行和一般文件的运行方法相同（快捷方式、菜单方式、命令方式均可）。

Turbo C　2.0 中程序的执行过程如图 1.3 所示。

Turbo C　2.0 的初启屏幕如图 1.4 所示。

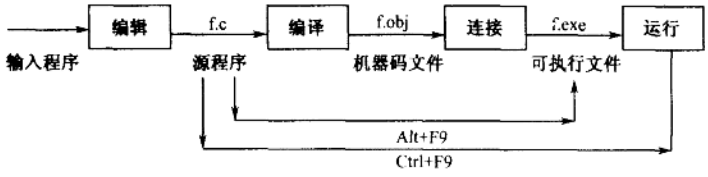


图 1.3　从编辑到执行的操作过程示意图

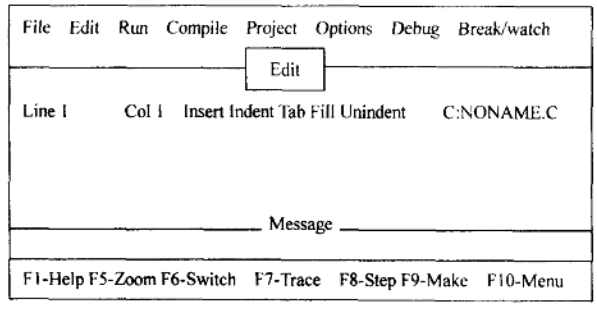


图 1.4　Turbo C 的主屏幕

菜单在主屏幕的顶部是 Turbo C 的主菜单，共包括以下 8 个选项：

File——包括对文件的装入、保存、选取、建立、写入等操作，显示、修改目录，