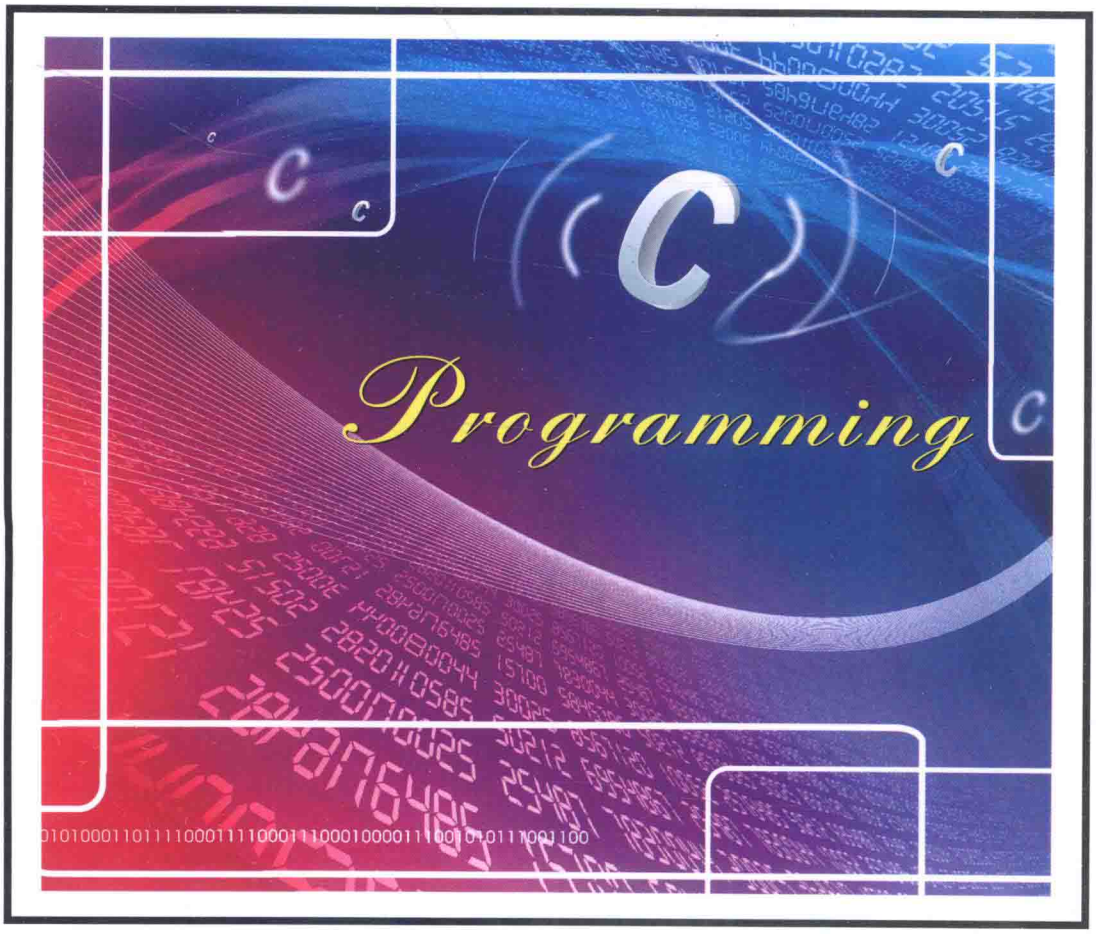
高等学校计算机类"十二五"规划教材

COMPUTER

省级优秀课程配套教材

# C语言程序设计实用教程

主编　郭晓利　朱剑锋






西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

高等学校计算机类“十二五”规划教材
省级优秀课程配套教材

# C语言程序设计实用教程

主　编　郭晓利　朱剑锋
副主编　李大生　董文革　苏　畅
刘　迪　奚　洋

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书以培养学生程序设计能力和创新能力为目的，强调理论和实践并重，精选要点，把握重点，克服难点，压缩冗点，内容紧密结合实践。全书共分为12章，从概述讲起，依次讲述数据类型、运算符与表达式，三种基本结构程序设计，数组，函数，编译预处理，指针，结构体与链表，文件和C语言程序开发实例等。

本书结构清晰、层次分明，可作为大学本科教材，也可以作为全国计算机等级考试的参考教材和高职高专相关专业教材，同时还可作为自学者学习C语言的参考书。

**图书在版编目(CIP)数据**

C语言程序设计实用教程/郭晓利，朱剑锋主编. —西安：西安电子科技大学出版社，2015.2
高等学校计算机类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3616-0

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①郭… ②朱… Ⅲ. ①C语言—程序设计—高等学校—教材 Ⅳ. ①TP312

**中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第016852号**

策　　划　李惠萍
责任编辑　李惠萍　宁晓蓉
出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)
电　　话　(029)88242885　88201467　　邮　　编　710071
网　　址　www.xduph.com　　电子邮箱　xdupfxb001@163.com
经　　销　新华书店
印刷单位　陕西华沐印刷科技有限责任公司
版　　次　2015年2月第1版　2015年2月第1次印刷
开　　本　787毫米×1092毫米　1/16　印 张 17.5
字　　数　414千字
印　　数　1～3000册
定　　价　30.00元

ISBN 978-7-5606-3616-0/TP

**XDUP 3908001-1**

# 前言

C语言是国内外广泛使用的一种计算机语言。C语言功能丰富，表达能力强，使用灵活方便，应用面广，目标程序效率高，可移植性好。C语言既具有高级语言的特点，又具有低级语言的特点；既可以编写系统软件，也可以编写应用软件。因此，学好C语言已成为广大学生的迫切需要。

本教材的编写是根据作者多年的教学实践经验，针对学生在学习C语言过程中遇到的实际困难，以适应学生的接受能力，全面提高学生的综合素质为目的，精选要点，把握重点，克服难点，压缩冗点。全书结构清晰，层次分明，通俗易懂。每章开头安排一个引例，通过某个问题或某个问题方案，引导学生进入课程内容，避免直接灌输式教学。每章结尾安排上机实训和习题，实训内容以综合运用主要知识点为主线，激发学生的学习兴趣并提高了学生的独立编程能力。习题部分巩固和复习所讲授的内容。最后一章安排C语言程序开发实例。通过本教材的学习，读者可以快速掌握C语言的基础知识，学会C语言的编程技术，提高解决实际问题的能力。

本教材共分为12章，分别是：概述；数据类型、运算符与表达式；顺序结构程序设计；选择结构程序设计；循环结构程序设计；数组；函数；编译预处理；指针；结构体与链表；文件；C语言程序开发实例。本书由东北电力大学郭晓利和琼州学院朱剑锋担任主编，由泉州黎明职业大学李大生，东北电力大学董文革、苏畅、刘迪、奚洋担任副主编。第1、2、3章由郭晓利编写，第4、5、6、10章由朱剑锋编写，第7章由董文革编写，第9章由李大生编写，第8章由苏畅编写，第11章由刘迪编写，第12章由奚洋编写。

本书可作为本科教材，也可以作为全国计算机等级考试的参考教材和高职高专相关专业教材，同时还可作为自学者学习C语言的参考书。

由于编者水平有限，书中疏漏在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2014年12月

# 目　录



# 第1章 概 述

## 本章要点

- C 语言程序的结构和特点
- C 语言程序的基本符号与关键字
- C 语言程序的编辑及运行

## 学习方法建议

学习本章内容应该从简单 C 语言程序入手，重点掌握 C 语言程序的特点，C 语言程序中的基本符号与关键字，以及编辑、运行 C 语言程序的简单方法。

## 1.1 引 例

C 语言是当今世界上最为流行、面向过程的程序设计语言之一。它功能强大、可读性好、可移植性强，既具有高级语言的所有优点，同时又具有低级语言的功能，如可以直接处理字符、位运算、地址和指针运算等。在结构上具有模块化、结构化的特征，既可以用来编写应用软件，又可以用来编写系统软件。C 语言是一种成功的描述语言，也是一种实用的程序设计语言。

下面通过几个简单的例子来说明 C 语言的组成。

【例 1.1】 在计算机屏幕上输出“Hello!”。

源程序

```
#include "stdio.h"                    /*编译预处理命令*/
void main()
 {
    printf("Hello! \n");              /*输出“Hello!”*/
 }
```

运行结果

```
Hello!
```

例 1.1 是一个最简单的 C 语言源程序。其中，main()是主函数，main 是函数的名称。

用{}括起来的内容是函数体，函数体应由若干条语句组成，这是计算机要执行的部分，每条语句以分号“;”结束。/*……*/ 是语句的注释部分，供阅读程序时使用。计算机并不执行注释部分的内容，编程时，为了使程序易读，应养成加注释的习惯。

**【例 1.2】** 用自定义函数求两个数中的最大值并输出。

源程序

```
max(int x,int y)                /*对 max()函数的定义*/
{    int z;
     if(x>y)   z=x;
     else   z=y;
     return(z);
}
#include "stdio.h"              /*编译预处理命令*/
void main()
{
     int a,b,c;
     a=2;b=6;
     c=max(a,b);                /*调用自定义函数 max()*/
     printf("max=%d\n",c);
}
```

运行结果

```
max=6
```

同例 1.1 相比，例 1.2 除含有 main()函数外，增加了函数 max(int x,int y)，整个程序由主函数和函数 max(int x,int y)构成。需要说明的是，main()函数是程序执行的入口点，无论程序包含多少个函数，程序都从 main()开始执行。

### 1.1.1 C 语言程序的结构特点

从以上例子可以看出，C 语言程序的结构特点如下：

(1) C 语言程序是由函数构成的，一个源程序可以包含若干个函数，但必须有且只有一个函数为主函数 main()，一个程序总是从主函数开始执行。

(2) 函数可以自定义，也可以调用 C 语言已有的库函数。

(3) 函数一般都有函数体。函数体用花括号“{}”包含，从左花括号“{”开始，到右花括号“}”结束；函数体中有定义(或说明)和执行两大部分语句。

(4) 每一语句以分号“;”结束。

(5) 书写格式自由，可以在一行的任意位置书写；一行可以写一条语句，也可以写多条语句。因此，要注意养成良好的书写习惯，使程序便于阅读。

(6) 注释用“/*……*/”表示，编译时系统对注释部分不作处理。



### 1.1.2 C语言程序的发展史

在计算机技术的发展过程中，开发性能卓越的操作系统是技术人员不断追求的目标。在众多的操作系统中，UNIX 是成功典范。为描述和实现 UNIX 操作系统，美国贝尔实验室的 K.Thompson 以 BCPL 语言为基础，于 1970 年开发了 B 语言，并用 B 语言编写了 UNIX 操作系统。1972～1973 年，贝尔实验室的 D.M.Ritchie 在 B 语言基础上设计出了 C 语言，1973 年，他和 K.Thompson 合作，用 C 语言将 UNIX 操作系统 90%以上的源代码重新改写。UNIX 操作系统的一些主要特点，如可读性强、易于修改、具有良好的可移植性等，在一定程度上得益于 C 语言，所以 UNIX 操作系统的成功与 C 语言是密不可分的。

最初的 C 语言附属于 UNIX 的操作系统环境，而它的产生却可以更好地描述 UNIX 操作系统。现在的 C 语言已独立于 UNIX 操作系统，成为微型、小型、中型、大型和超大型(巨型)计算机上通用的一种程序设计语言。D.M.Ritchie 和 K.Thompson 也因他们在 C 语言和 UNIX 系统方面的卓越贡献获得了很高的荣誉。1982 年，他们获得了《美国电子学杂志》颁发的成就奖，成为该奖自颁发以来软件工程成就方面的首位获奖者。1983 年，他们又获得了计算机界的最高荣誉奖——图灵奖。

随着计算机应用领域的不断扩大，作为人与计算机之间信息交流工具之一的 C 语言同样得到了迅速的发展。从最初的只是为描述和实现 UNIX 操作系统而设计的一种程序设计语言，到后来成为风靡全球的面向过程的计算机程序设计语言，C 语言取得了相当大的成功，成为世界上应用最广泛的几种计算机语言之一。

### 1.1.3 C语言程序的特点

C 语言具有多方面的特点，可大致归纳为以下几个方面。

**1. 语言表达能力强**

C 语言是一种通用的程序设计语言，不局限于某个机器或某个操作系统。C 语言具有丰富的运算符，除了具有一般高级语言所能处理的算术运算和逻辑运算外，还可以直接进行通常由硬件实现的对位、字节、地址及寄存器等的操作，因此在系统程序的设计中很有效，有“高级汇编语言”之称，以致足以取代汇编语言来编制各种系统软件和应用软件。

**2. 语言简洁**

用 C 语言编写的程序通常比用其他高级语言编写的程序更简练，代码行更少。

C 语言中类型说明符采用缩写形式，如整型用 int，而不用 integer；字符型用 char，而不用 character 等。

C 语言中关键字较少，只有 32 个标准的关键字、44 个标准运算符以及 9 种控制语句，而有些关键字又可用简单的符号代替，如循环语句中的循环体可以采用花括号“{}”作为定界符。

C 语言没有专门的输入/输出语句，输入/输出操作通过函数调用完成，它的许多功能都可以通过函数调用来完成。因此，C 语言的组成精练、简洁，使用方便、灵活。

另外，C 语言程序在运行时所需要的支持少，占用的存储空间也小。

**3．数据类型丰富**

C 语言提供了丰富的数据类型，除了基本的数据类型(例如整型、实型、字符型等)之外，还提供了构造的数据类型(例如数组、结构体、共用体和枚举等)。这些构造数据类型是在基本类型基础上按结构化的层次构造方法构造出来的，使用这些构造数据类型可以很方便地实现各种复杂的数据结构(例如链表、栈、树、图等)的操作。

**4．代码执行效率高**

许多高级语言相对汇编语言而言其代码的执行效率要低得多，C 语言则不然，用 C 语言描述一个问题，其代码执行效率比用汇编语言描述同一个问题低 10%～20%。

**5．程序的可移植性好**

程序的可移植性是指在一种环境中运行的程序可以不加或稍加改动后，在另一种完全不同的环境中运行。汇编语言是依赖于机器硬件的，用汇编语言编写的程序一般不可移植，而有些高级语言，因它们的编译程序不可移植，进而影响了用它们编写的程序的可移植性。而 C 语言编译程序可移植，因此用 C 语言编写的程序也可移植。

**6．C 语言是一种结构化的程序设计语言**

C 语言具有顺序、选择、循环三种基本控制结构，它的各种控制语句如 if、while、for、switch、break 等功能灵活，足以描述结构良好的程序。C 语言的代码和数据分隔特性(使用全局变量和局部变量)、代码块分隔特性(将一组语句放在一对花括号中)在功能上有助于数据隐蔽；C 函数的独立性有助于进行模块化程序设计。

虽然 C 语言有许多优点，但也存在一些不足之处，如语法限制不太严格、类型检验太弱、不同类型数据转换比较随便，这就要求程序员对程序设计的方法和技巧的掌握更加熟练，以保证程序的正确性。

## 1.2　C 语言的基本字符与关键字

### 1.2.1　字符集

字符集是构成 C 语言的基本元素。用 C 语言编写程序时，除字符型数据外，其他所有成分必须由字符集中的字符构成。C 语言的字符集由下列字符构成：

(1) 英文字母：A～Z，a～z。

(2) 数字字符：0～9。

(3) 特殊符号，如下所列：

空格　!　%　*　&　^　_(下划线)　+　=　-　~

<　>　/　\　'　"　;　.　,　()　[]　{}

### 1.2.2　关键字

关键字是 C 语言已经定义的、具有特殊功能和含义的单词、单词缩写或者单词组合。



以下列出的是C语言的关键字。

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

### 1.2.3 用户标识符

用户标识符即用户根据需要自己定义的变量名、常量名、函数名、数组名等。C语言的用户标识符必须按以下规则命名。

(1) 必须以英文字母或下划线开始，并由字母、数字或下划线组成。例如：chABC、intX、a1等都是合法的标识符，而5Str、-chabc、+intJ等则是非法的标识符。

(2) 每个标识符可以由多个字符组成，但只有前八个字符为有效标识符。

(3) 大写字母和小写字母代表不同的标识符，例如：abc和ABC是两个不同的标识符。

(4) 不能使用C语言的关键字作为用户标识符。

### 1.2.4 ASCII字符集

在计算机中，所有的信息都用二进制代码表示。二进制编码的方式较多，应用最为广泛的是ASCII码。在计算机中，字符的存储和通信普遍采用的就是ASCII码。

ASCII码是美国标准信息交换码(American Standard Code for Information Interchange)。它已被国际标准化组织(ISO)认定为国际标准，详见附录1。

## 1.3 算法及其表示

### 1.3.1 算法的概念和特征

算法是指为了解决某个特定问题而采用的确定且有效的步骤。计算机算法可分为两大类：数值运算和非数值运算。数值运算的目的是求数值解，如求方程的根、求圆的面积、求n的阶乘等，都属于数值运算。非数值运算包括的面十分广泛，主要用于事务管理，如人事管理、图书管理、学籍管理等。

算法有以下五个特性。

(1) 有穷性。一个算法应当包含有限个操作步骤，也就是说，在执行若干个操作之后，算法将结束，而且每一步都在合理的时间内完成。

(2) 确定性。算法中的每一条指令必须有确切的含义，不能有二义性，对于相同的输

入必须能得出相同的结果。

(3) 有效性。算法中的每一步都应当有效执行，并得到确定的结果。例如，若 b=0，则执行 a/b，而这一步是不能有效执行的。

(4) 有零个或多个输入。计算机实现算法时需要对数据进行处理，有些程序在执行时需要通过输入数据得到输出，而有些程序不需要输入数据。

(5) 有一个或多个输出。算法的目的是求解(结果)，结果要通过输出得到。

### 1.3.2 算法的组成要素

算法含有两大要素：操作与控制结构。

**1．操作**

每个操作的确定不仅取决于问题的需求，还取决于它们取自哪个操作集，与使用的工具系统有关。计算机算法要由计算机实现，组成它的操作集是计算机所能进行的操作。在高级语言中所描述的操作主要包括各种运算，如算术运算、关系运算、逻辑运算、函数运算、位运算和 I/O 操作等。计算机算法正是由这些操作组成的。

**2．控制结构**

每一个算法都是由一系列的操作组成的。同一操作序列，不同的执行顺序，就会得出不同的结果。控制结构即如何控制组成算法的各操作执行的顺序。在结构化程序设计中，一个程序只能由三种基本控制结构组成。这三种基本控制结构可以组成任何结构的算法，去解决任何问题。

三种基本控制结构如下：

(1) 顺序结构。顺序结构中的语句是按书写的顺序执行的，即语句执行顺序与书写顺序一致。这是一种最简单的结构，不能处理复杂问题。

(2) 选择结构。最基本的选择结构是当程序执行到某一语句时，要进行一下判断，从两种路径中选择一条。计算机的判断能力就是通过选择结构实现的。

(3) 循环结构。这种结构是将一条或多条语句重复地执行若干次。这种结构充分利用计算机速度快的优势，将复杂问题用循环结构来实现。

### 1.3.3 算法的表示

算法可以用各种描述方法进行描述，常用的有自然语言、伪代码、传统流程图和 N-S 流程图等。传统流程图由以下几种基本符号组成，如图 1-1 所示。


图 1-1　传统流程图的基本符号

**【例 1.3】**　求 5!。

用传统流程图表示此题的算法如图 1-2 所示。

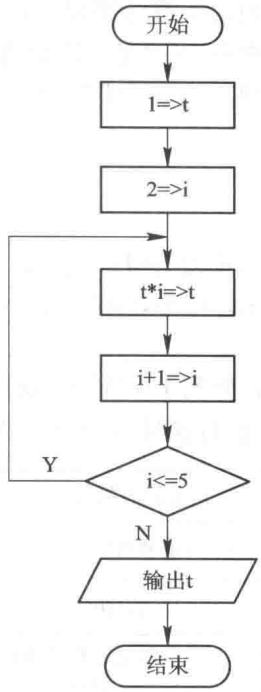
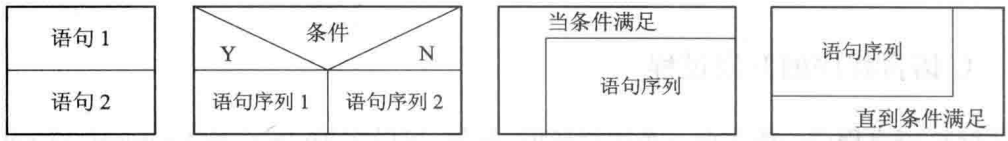



图 1-2 求 5! 的传统流程图

传统流程图用流程线指明各个框的执行顺序。对流程线没有严格的限制，因此使用者可以随心所欲地使用流程线，但过多地使用流程线，流程图会显得杂乱无章。虽然用传统流程图表示算法直观形象，能比较清楚地表示各个框的逻辑关系，但是，传统流程图的描述要占用大量的篇幅，尤其是面对比较复杂的程序时，大量的流程线如同乱麻，阅读费时费力。

1973 年，美国学者 I.Nassi 和 B.Shneiderman 提出了一种新的流程图形式。在这种流程图中，完全取消了带箭头的流程线，全部算法写在一个矩形框内，这种流程图被称为 N-S 流程图。

N-S 流程图的几种基本结构如图 1-3 所示。




(a) 顺序结构 (b) 选择结构 (c) 当型循环结构 (d) 直到型循环结构

图 1-3 N-S 流程图的几种基本结构

以上几种基本结构有如下共同特点：

(1) 只有一个入口。

(2) 只有一个出口。

(3) 无死语句，即不存在永远都执行不到的语句。

(4) 无死循环，即不存在永远都执行不完的循环。

已经证明，以上几种基本结构组成的算法结构可以解决任何复杂的问题。

**【例 1.4】** 求 Fibonacci 数列的前 20 个数。该数列有如下特点：第一、第二项均为 1，从第三项开始，每一项是前两项之和，其公式表达如下：

$f_1=1$　　(n=1)

$f_2=1$　　(n=2)

$f_n=f_{n-1}+f_{n-2}$　(n≥3)

**分析：** 已知第一项为 $f_1=1$，第二项为 $f_2=1$。其算法是：通过 $f_1$ 和 $f_2$ 求出下一对数，即新的 $f_1$ 和 $f_2$(迭代)。计算公式是：$f_1=f_1+f_2$; $f_2=f_2+f_1$。已给出第一对数，只需再求出其余九对数即可。

根据此思路，画出 N-S 流程图，如图 1-4 所示。变量 i 用来控制循环的次数，当 i 的值小于等于 10 时，执行循环体。每次执行循环都会求出两个数据项。

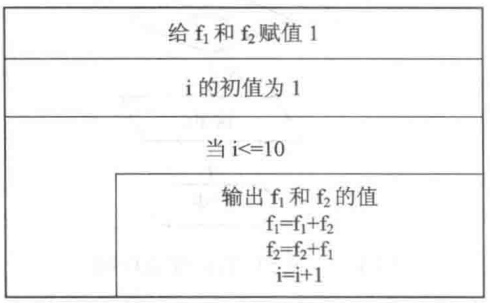



图 1-4　例 1.4 的 N-S 流程图

## 1.4　C 语言程序的开发与运行

一个 C 语言程序，必须经过源程序的编辑，通过语言编译器生成目标文件，再经过连接生成可执行文件才能运行。所谓源程序，即程序设计者按照一定的语言规范编写的原始数据代码，是程序的最基本数据，也称源文件。一般源程序都是 ASCII 码文本，故也称为源代码。

### 1.4.1　C 语言程序的开发过程

运行 C 语言程序一般需要一个运行环境，例如，可以在 Turbo C 或 Microsoft Visual C++ 6.0 所提供的集成环境中运行。下面以 Microsoft Visual C++集成环境为例，说明一个 C 语言程序的开发过程。

**1．编辑源程序**

设计好的源程序要利用程序编辑器输入到计算机中，输入的程序一般以文本文件的形式存放在磁盘上，文件的扩展名为 .c。所用的编辑器可以是任何一种文本编辑软件，例如 Turbo C 和 Microsoft Visual C++ 6.0 这样的专用编辑系统，或者是 Windows 系统提供的写字板及字处理软件等都可以用来编辑源程序。

### 2. 编译源程序

源程序是无法直接被计算机执行的，因为计算机只能执行二进制的机器指令，这就需要把源程序先翻译成机器指令，然后计算机才能执行翻译好的程序，这个过程是由C语言的编译系统完成的。源程序编译之后生成的机器指令程序叫做目标程序，其扩展名为.obj。

### 3. 连接程序

在源程序中，输入/输出等标准函数不是用户自己编写的，而是直接调用系统函数库中的库函数。因此，必须把目标程序与库函数进行连接，才能生成扩展名为.exe的可执行文件。

### 4. 运行程序

执行.exe文件，得到最终结果。

在编译、连接和运行程序的过程中，都有可能出现错误，此时可根据系统给出的错误提示对源程序进行修改，并重复以上环节，直到得出正确的结果为止。

## 1.4.2 Microsoft Visual C++ 6.0的集成开发环境

C语言的标准已被大多数C和C++的开发环境所兼容，人们可以使用很多工具开发自己的C语言程序。下面以Microsoft Visual C++ 6.0(简称VC++)为上机平台，介绍C程序的实现过程。

VC++集成环境不仅支持C++程序的编译和运行，而且也支持C语言程序的编译和运行。通常C++集成环境约定：当源程序文件的扩展名为.c时，为C程序；当源程序文件的扩展名为.cpp时，则为C++程序。

### 1. 启动VC++

运行Microsoft Visual C++ 6.0应用程序，屏幕将显示Microsoft Visual C++ 6.0主窗口，如图1-5所示。


图1-5 VC++主窗口

### 2. 新建 C 程序文件

在“每日提示”对话框中，单击“关闭(C)”按钮，选择“文件”菜单的“新建”命令，打开“新建”窗口，如图 1-6 所示。单击“文件”标签，选中“C++ Source File”，同时在右边“文件名”文本框中输入自己的文件名，如 a01.c，在“位置”文本框中选择或输入文件存储路径。

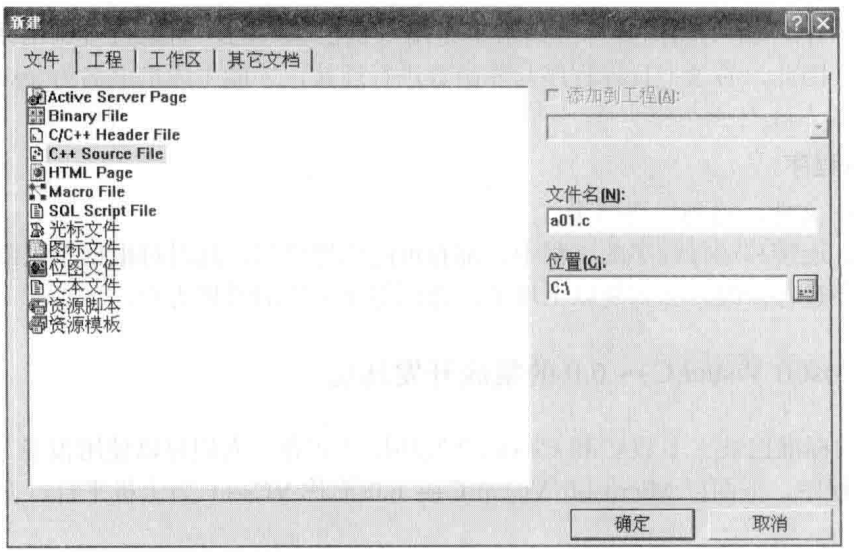



图 1-6　新建文件窗口

### 3. 编辑源程序

单击“确定”回到 VC++主窗口，可以看到光标在程序编辑窗口闪烁，输入程序代码，如图 1-7 所示。输入及修改可借助鼠标和菜单进行，十分方便。


图 1-7　源程序编辑窗口