高等学校计算机基础教育规划教材

C 语言程序设计

主　编　郭施祎　杜春玲

副主编　殷玉法　刘　彤

田银花　程文泉

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是为计算机和非计算机专业编写的C语言程序设计通用教材，是高等学校计算机基础教育规划教材之一。本书注重实用性，强调通俗易懂和深入浅出，每章由理论概括、应用实例、综合习题和实训操作等部分组成。

本书主要内容包括：C语言概述，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，结构体与共用体，位运算及文件，并在最后附有上机实验指导、ASCII码表、C语言的关键字和运算符以及常用C语言库函数等。

本书思路全新，例题贴近教学实践，习题与实验针对性强，既可作为高等院校计算机专业和非计算机专业的程序设计实用教材，也可作为各类成人教育计算机程序设计的教材或从事软件开发技术人员的参考资料，还可以作为各类电脑培训班的培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

C语言程序设计/郭施祎，杜春玲主编. —西安：西北工业大学出版社，2008.6
（高等学校计算机基础教育规划教材）
ISBN 978-7-5612-2377-2

Ⅰ. C… Ⅱ. ①郭… ②杜… 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（2008）第062515号

出版发行：西北工业大学出版社
通信地址：西安市友谊西路127号 **邮编：**710072
电　　话：（029）88493844　88491757
网　　址：www.nwpup.com
电子邮箱：computer@nwpup.com
印 刷 者：陕西丰源印务有限公司
开　　本：787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张：17
字　　数：449千字
版　　次：2008年6月第1版　　2008年6月第1次印刷
定　　价：29.00元

前　言

C 语言是一种优秀的面向过程的程序设计语言，作者从初学者的角度出发，由程序设计的方法切入，帮助读者创建一种连贯的思路，在任务需求的氛围中学习算法和语法的关系，拓展解题的思路、剖析算法、构造程序，从而达到锤炼思维方法、锻造程序设计能力的目的，为进一步学习其他高级语言如 C++等打下坚实的基础。

C 语言程序设计是一门实践性很强的课程，学习时一方面要逐步掌握概念，另一方面又要由易到难动手编程，同时还要上机调试运行。因此本书特别注重内容的衔接和实效性，概念深入浅出，语法算法通俗易懂，实例充分而精辟，并在每章附以针对性的习题和上机实训，使读者在一门课内完成“学”“练”“用”“得”的过程。

本书共分 12 章，第 1 章为概述，介绍 C 语言的应用、特点，重点是从源码生成可执行程序的过程，C 语言编译工具类型、特点等。第 2 章讲述数据类型、运算符与表达式，通过对 C 语言基本要素的介绍，阐述数据结构方面的知识。第 3 章讲述顺序程序结构，强调 C 语言本身没有输入输出语句，数据的输入输出是通过库函数实现的，要求掌握常用的输入输出函数的使用。第 4 章讲述选择结构程序设计，包括关系运算符和逻辑运算符，关系表达式和逻辑表达式，选择语句的结构。第 5 章讲述循环控制，重点是多种循环控制的区别与用法。第 6 章讲述数组定义与使用。第 7 章讲述函数，包括函数的定义、函数的参数、函数的值、函数的调用等。第 8 章为编译预处理，包括宏定义、文件包含和条件编译等知识。第 9 章为指针，是学习 C 语言的难点，也是重点，内容包括各类指针的定义和使用。第 10 章为结构体与共用体，包括结构体、共用体和枚举类型的定义和使用，动态分配内存等内容。第 11 章讲述位运算。第 12 章为文件，包括文件的基本知识，C 语言文件的类型，文件的打开、关闭、读写等内容。全书最后按章节顺序给出了上机实验题目，并提供了 ASCII 码表、C 语言的关键字和运算符以及常用 C 语言库函数。

本书例题和习题采用 Turbo C 作为编译和运行平台，也可用 C++编译系统进行编译。Turbo C++ 3.0 虽然是基于 DOS 界面的，但它支持鼠标操作，可以在 Windows 环境下方便地使用。

本书由郭施祎、杜春玲任主编，殷玉法、刘彤、田银花、程文泉任副主编。参加本书编写的还有：亓静、李环宇、张蓓、高玲玲、郑晓敏、崔忠凤、高玉芹、韩静。

本书在编写和出版过程中，参阅了一些专家和同行的科研资料、专著、教材，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

目　录

第 1 章　概　　述

本章首先简单介绍 C 语言的发展史、C 语言的特点等，然后重点介绍 C 语言程序的基本结构、上机操作步骤以及 Turbo C 集成开发环境，最后，结合具体实例介绍 MS DOS 的文件目录和访问路径等知识。

1.1　C 语言的发展史

在 C 语言诞生以前，系统软件主要是用汇编语言编写的。由于汇编语言程序依赖于计算机硬件，其可读性和可移植性都很差，但一般的高级语言又难以实现对计算机硬件的直接操作（这正是汇编语言的优势），于是人们盼望有一种兼有汇编语言和高级语言特性的新语言。C 语言正是在这种背景下产生的。

C 语言能够把高级语言的基本结构与低级语言（汇编语言、机器语言）的高效实用性结合起来，它既能用来编写系统软件，又可用来开发应用软件。因此，C 语言的设计者获得了计算机科学界的最高奖——图灵奖。C 语言作为介于高级语言和低级语言的“中级语言”，已成为当今世界最有发展前途的计算机程序设计语言之一。

C 语言的发展经历了以下几个阶段：

（1）1967 年，英国剑桥大学的 M. Richards 在 CPL（Combined Programming Language）语言的基础上，实现并推出了 BCPL（Basic Combined Programming Language）语言。

（2）1970 年，美国贝尔实验室的 K.Thompson 以 BCPL 语言为基础，设计了 B 语言，他用 B 语言在 PDP-7 机上实现了第一个实验性的 UNIX 操作系统。

（3）1972 年，美国贝尔实验室的 Dennis M. Ritchie 在 B 语言的基础上，克服其诸多缺点，设计了 C 语言。

（4）1973 年，美国贝尔实验室的 K. Thompson 和 Dennis M. Ritchie 合作，用 C 语言在 PDP-11 机上重新改写了 UNIX 操作系统。此后 C 语言作为 UNIX 操作系统上的标准系统开发语言，越来越多地被人们接受和应用。

（5）在以后数年中，C 语言多次做了改进，但它依旧是以描述和实现 UNIX 操作系统，作为贝尔实验室内部使用而存在。直到 1975 年，UNIX 第 6 版公布后，C 语言的优势才慢慢被人们注意。接着，出现了可移植性的 C 语言，这不仅推动了 UNIX 操作系统的广泛应用，而且 C 语言也迅速得到推广。

（6）1978 年，Brian W. Kernighan 和 Dennis M. Ritchie 正式出版了著名的 *The C Programming Language* 一书，该书成为 C 语言各种版本改进的基础，因而称为标准 C 语言。

（7）1983 年，美国国家标准协会（ANSI）根据 C 语言的各个版本，对 C 语言进行发展和扩充，制定了新标准，称为 ANSI C。

（8）目前流行的 C 语言编译系统是以 1990 年国际标准化组织 ISO 制定的 ISO C 标准为基础的。本书就是以 ANSI C 新标准来介绍的。

1.2　C 语言的特点

目前 C 语言广泛应用于事务处理、科学计算、工业控制及数据库等领域。C 语言能够得到如此迅猛发展，不仅因为它兼具了高级语言和汇编语言的优点，既适合系统软件的开发，又适合应用程序的编写，更主要的是因为它具备以下几点独特优势：

（1）应用广泛。C 语言兼有高级和低级语言的特点，不仅适合系统软件的开发，而且适合应用软件的开发。

（2）语言简洁、紧凑、明了，目标代码质量高。C 语言总共有 32 个关键字，5 大类语句（其中控制语句 9 个），书写灵活、直观，便于初学者学习和应用。

（3）运算符及其表达式种类多，语言表达能力强。C 语言是一种面向结构化程序设计的语言，涉及范围广、功能强。它有 34 种运算符和丰富的表达式（算术表达式、赋值和复合赋值表达式、关系表达式、逻辑表达式），既可以直接处理字符，又可以访问内存物理地址，直接对计算机硬件进行操作，这样就能实现汇编语言的大部分功能。

（4）数据结构丰富，编程方便灵活。C 语言具有现代化语言的各种数据结构。C 语言的数据类型有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型等，能用来创建很多复杂的数据结构，如链表、树、堆、栈等。

（5）丰富的结构化控制语句，符合结构化语言程序设计特点。C 语言程序就是由若干个函数（程序模块）构成的。C 语言提供了功能强大的结构化控制语句的 3 种基本结构（顺序结构、选择结构和循环结构）。许多复杂的问题往往可以通过这 3 种结构的交叉使用得以解决，便于程序结构化，符合现代编程风格的要求。

（6）程序运行效率高，可移植性强。C 语言源代码生成目标代码的质量高，目标代码的执行效率一般只比汇编程序生成的目标代码低 10%～20%。80%以上的代码是公共的，因而稍做修改就能移植到各种不同型号的计算机上。

尽管如此，C 语言也存在一定的不足，具体表现在运算符和运算优先级过多，语法定义不严格，编程自由度大，编译程序查错、纠错能力有限，这些都会给不熟练的程序员带来一定的困难。

综上所述，C 语言既是成功的系统描述语言，又是程序设计语言，它的这种双重性越来越多地受到设计者的青睐。目前国内外研究和使用 C 语言的人士日益增加，同时优秀的 C 语言版本及配套的工具软件不断出现，更为 C 语言的学习提供了广阔的平台。

1.3　C 程序的结构

1.3.1　C 程序实例

用 C 语言编写的程序称为 C 程序。本节将通过一个简单的 C 程序实例，介绍 C 程序的基本组成和结构，使读者对 C 程序有个初步的了解。

例 1.1　输出一个图案。

〖**程序**〗

```
main ( )
```

```
{
   printf ("*****************************************\n"); /*字符串原样输出*/
   printf ("* Welcome to the C Programming Language  *\n");
   printf ("*****************************************\n");
 }
```

〖运行〗

```
*****************************************
* Welcome to the C Programming Language  *
*****************************************
```

〖分析〗

例 1.1 的 C 程序是由一个 main 函数组成的。函数体以“{”开始，以“}”结束。其中，以“;”表示一条语句的结束。“printf”为函数名，“\n”为输出换行符，“/*…*/”为注释。

例 1.2　输入两个任意整数求出较大值。

〖程序〗

```
int max(int x, int y)                          /*自定义函数 max*/
{
   return( x>y ? x : y );
}
main( )
{
   int num1,num2;                              /*定义两个整型变量 num1 和 num2*/
   printf("Input the first integer number: ");
   scanf("%d", &num1);                         /*键盘输入函数为 num1 赋值*/
   printf("Input the second integer number:");
   scanf("%d", &num2);                         /*键盘输入函数为 num2 赋值*/
   printf("max=%d\n", max(num1, num2));        /*通过调用 max 函数输出较大值*/
}
```

〖运行〗

```
Input the first integer number:6↙
Input the second integer number:9↙
max=9
```

〖分析〗

例 1.2 的 C 程序是由一个 main 函数和一个子函数 max 构成的。其中，main 为主函数；max 为用户自定义的子函数，其功能为求出两个整数中的较大值。

注意：一个 C 程序只能有唯一一个主函数。

例 1.3　输出当前系统的日期和时间。

〖程序〗

```
#include<stdio.h>      /*预编译命令*/
```

```
#include"dos.h"        /*预编译命令*/
main( )                /*主函数*/
{                      /*主函数体开始行*/
   struct date d;      /*定义结构体变量 d*/
   struct time t;      /*定义结构体变量 t*/
   getdate(&d);        /*获取当前系统的日期*/
   gettime(&t);        /*获取当前系统的时间*/
   function(d,t);      /*调用子函数 function*/
}
function(struct date x，struct time y)          /*子函数 function*/
{
   puts("Now");              /*字符串数据输出*/
   printf("Date:%d-%d-%d\n",x.da_year,x.da_mon,x.da_day);     /*日期格式输出*/
   printf("Time:%d-%d-%d\n",y.ti_hour,y.ti_min,y.ti_sec);          /*时间格式输出*/
}
```

〖运行〗

```
Now
Date:2008-3-31
Time:18:20:41
```

〖分析〗

本程序主函数 main 中首先定义了两个结构体变量 d 和 t，然后调用系统日期函数 getdate 和时间函数 gettime，得到当前系统的日期和时间，最后调用子函数 function。在子函数 function 中，首先定义了两个形参 x 和 y 的数据类型，然后调用字符串输出函数 puts 和格式输出函数 printf，输出当前系统的日期和时间。

注意：在使用 C 语言标准库函数时，需要用预编译命令“#include”将有关的“头文件”包含在用户源文件中，在头文件中包含了与所用函数有关的信息。另外，在程序执行过程中，受具体系统日期和时间的影响，程序运行结果可能与上述输出结果不同。

1.3.2　C 程序基本组成

从例 1.1～1.3 可以看出：①函数是 C 程序的基本单位。main 函数的作用，相当于其他高级语言中的主程序；其他函数的作用，相当于子程序。②C 程序总是从 main 函数开始执行。一个 C 程序，总是从 main 函数开始执行，而不论其在程序中的位置如何。习惯上，将主函数 main 放在最前头。

一个完整的 C 程序应该由以下几个部分组成：

```
main( )                /*主函数*/                    } 函数说明部分
{
```

```
        变量定义语句 1;
        变量定义语句 2;
        ……
        执行语句 1;
        执行语句 2;
        ……
}
子函数名 (参数)        /*子函数*/
{
        变量定义语句 1;
        变量定义语句 2;
        ……
        执行语句 1;
        执行语句 2;
        ……
}
```

函数体部分

函数说明部分

函数体部分

总之，一个完整的 C 程序应符合以下几点规则：

（1）在 C 语言中，每个程序都由一个（且仅有一个）主函数 main 和若干个子函数组成，其中主函数是一个特殊的函数，它是程序执行的唯一入口；子函数是由用户自定义的，可以缺省。

（2）任何函数（包括主函数）都是由函数说明和函数体两部分组成。函数说明是对函数名、函数类型、函数参数等的定义和说明，例如：

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

函数体包括变量定义语句和执行语句两部分，且必须用大括号括起来。

（3）C 程序书写格式比较自由。一条语句可写在一行上，也可写在多行上；一行内可以写一条语句，也可以写多条语句。但每条语句都必须以分号“;”结束。

（4）在 C 语言中，可以在任何位置添加注释文字，以提高程序的可读性。C 语言中的注释是以“/*”开始，以“*/”结束的。注释可以独立成行，也可以跨行，注释对一个程序的正常编译和运行不产生任何影响，因此在程序中添加注释是编程的好习惯。

1.3.3　标准库函数

标准库函数是由 C 编译系统提供的一些有用的功能函数，一般存放在不同的头文件中。Turbo C 编译系统提供了 400 多个库函数，常见的有数学函数、字符串函数、输入输出函数、时间函数、随机函数等。在使用时，只须把头文件包含在用户程序中，就可以直接调用相应的库函数，它的一般调用格式如下：

include<头文件名>

或

#include “头文件名”

标准库函数是 C 语言中一个重要的软件资源，在程序设计过程中，充分利用这些函数可以收到事半功倍的效果。

1.4　C 程序上机步骤及环境

编写 C 程序仅仅是程序设计工作中的一个环节，编写完的程序需要在计算机上进行调试运行，直到得到正确的运行结果为止。

1.4.1　C 程序上机步骤

C 程序的上机操作一般要经过 4 个步骤，即编辑、编译、链接和运行，如图 1.1 所示。

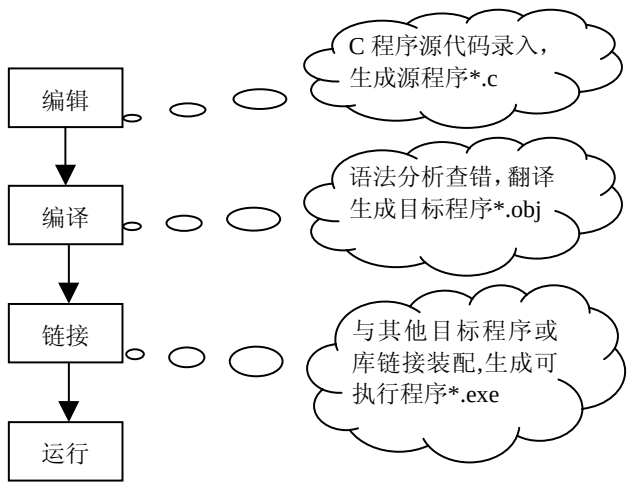

图 1.1　C 程序上机步骤

1. 编辑

用户把 C 程序源代码输入到计算机，并以文本文件格式存放在本地磁盘上（后缀为“.c”），例如：“file1.c”“t.c”等。然后用相关的文字处理软件（如 Windows 的“记事本”程序、MS DOS 的 Edit 程序以及 Turbo C 2.0）对其进行修改。

2. 编译

编译 C 程序是把 C 语言源程序编译成用二进制指令表示的目标程序（后缀为.obj）。编译过程由 C 编译系统提供的编译程序完成。

3. 链接

链接 C 程序是用系统提供的链接程序把目标文件、库函数和其他目标文件链接装配成可执行的目标程序（后缀为.exe）。

4. 运行

运行 C 程序是将可执行的目标程序投入运行，以获取程序的运行结果。

1.4.2　Turbo C 2.0 的集成环境

目前在 PC 机上常用的 C 语言编译系统有 Borland 公司的 Turbo C 和 Microsoft 公司的 Microsoft C，Quick C。下面将简单介绍 Turbo C 2.0 集成开发环境的使用。

Turbo C 是 Borland 公司开发的一种运行于 MS DOS 操作系统下的 C 语言程序开发软件。它集编辑、编译、链接和运行于一体，具有良好的用户界面和丰富的库函数，且运行速度快，效率高，功能强，使用非常方便。本书中的 C 程序都是在 Turbo C 2.0 环境下实现的。

在使用 Turbo C 2.0 集成开发环境前，必须先将其安装程序复制到本地硬盘上，然后运行 install 安装程序，按照提示信息逐步安装到本地磁盘上。安装后，Turbo C 文件中包含两个子文件，即 INCLUDE 文件（Turbo C 系统头文件）和 LIB 文件（Turbo C 系统库文件）。可以在 TC 目录下双击主运行文件 TC 打开 Turbo C 集成开发环境，如图 1.2 所示。

图 1.2　Turbo C 集成开发环境

Turbo C 2.0 定义了两种屏幕状态，即开发环境屏幕和用户屏幕，它们是相互独立的。通常 Turbo C 处于开发环境屏幕，只有当运行用户程序时才能进入用户屏幕。因此，开发环境屏幕又称为主屏幕。程序的编辑、编译和链接都是在主屏幕下实现的，只有程序的输入和输出在用户屏幕下完成。

由图 1.2 可知，Turbo C 2.0 的主屏幕由 4 个部分组成。

1. 主菜单

主菜单由 8 项组成，即 File，Edit，Run，Compile，Project，Options，Debug 和 Break/watch。其中，除 Edit 外，其他菜单项都有一个下拉菜单。

2. 编辑窗

编辑窗是进行源程序所有编辑工作的平台，它由两部分组成，即位于窗口最上边一行的编辑状态提示行，以及提示行下面的编辑/修改源程序窗口区域。

3. 信息窗

信息窗用于显示程序运行的错误信息和警告信息。

4. 提示行

提示行位于屏幕底部，用于说明在 Turbo C 2.0 集成开发环境中常用的功能键的含义。Turbo C 2.0 集成开发环境中所有热键的功能如表 1.1 所示。

表 1.1　Turbo C 2.0 集成开发环境中的热键及功能

热键	功　能
F1	激活帮助窗口，显示当前光标位置的提示信息
F2	将当前文件用指定的文件名存盘
F3	装入指定的文件
F4	将程序执行到光标所在的行暂停
F5	缩放当前窗口
F6	切换活动窗口
F7	单步执行程序，可进入被调用的函数
F8	单步执行程序，不进入被调用的函数
F9	编译、链接源程序，并生成可执行文件
F10	激活主菜单
Esc	返回上一级菜单

1.4.3　C 程序的编辑、编译、链接和运行

在 Turbo C 2.0 开发环境下，不允许使用鼠标操作，但可以通过光标键←，↑，→和↓进行菜单间的选择，通过 Enter 键选中。

1. 编辑

按“F10”键，激活主菜单，然后按“F”键，在弹出的下拉菜单中选择 “Load”命令，并按回车键，表示调用一个已经存在的源文件，如图 1.3 所示；选择 “New”命令，并按回车键，表示要创建一个新的 C 源程序。

图 1.3　Turbo C 源文件的调用

2. 编译、链接

当源程序编辑完成后，按“F10”键，激活主菜单，然后按“C”键，在弹出的下拉菜单中选择“Compile to OBJ”命令，进行编译，如图 1.4 所示，并生成目标文件；然后选择 “Link EXE file”命令，进行链接操作，即可得到扩展名为“*.exe”的可执行文件。一般情况下，将编译与链接合并成一步进行，可以通过选择“Make EXE file”命令或直接按“F9”键来实现。

图 1.4　Turbo C 源文件的编译

3. 运行

按“F10”键，激活主菜单，然后按“R”键，在弹出的下拉菜单中选择 “Run”命令或按“Ctrl+F9”键，运行链接后的.exe 文件。当运行可执行文件时，系统自动切换到用户屏幕，用户在此将数据输入给程序，就得到程序运行后输出的结果。按“F10”键，激活主菜单，然后按“R”键，在弹出的下拉菜单中选择 “User screen”命令或按“Alt+F5”键切换到用户屏幕查看运行结果，如图 1.5 所示。

图 1.5　Turbo C 源文件的运行结果

4. 多文件 C 程序的编译、链接和运行

在 C 语言中，一个 C 程序可以由一个函数组成，也可以由多个函数组成；同时，它既可由一个源文件组成，也可由多个源文件组成。

对于由多个源文件构成的 C 程序，其编译、链接和运行的方法涉及外部函数的知识，将在本书第 7.8.3 小节予以介绍。

1.4.4　MS DOS 文件目录的相关知识

随着个人计算机磁盘（尤其是硬盘）容量的增大，其可存放的文件越来越多，已不是成千上万的数量，而是几十万甚至几百万。面对如此众多的文件，人们仿效图书馆对图书分类管理的思想，

提出了将磁盘上存储的文件也进行分类存放。这样，会更有效地对磁盘中存储的文件进行组织和管理。这里的“分类存放”就是把磁盘文件划分成不同的“目录”。

一个“盘符”（譬如，“A:”“C:”“D:”等）所标识的磁盘，只有一个根目录，用符号“\”（反斜杠）表示；其余的目录都是这个根目录的子目录（在 MS Windows 操作系统中，子目录更形象地称为“文件夹”），子目录中还可存在下一级子目录；子目录的名称，通常是用户在创建该子目录时自己设定的。子目录名和文件名都必须符合“8.3”格式（主文件名字符数 1～8 个；类型名，又称扩展名或后缀，不得超过 3 个字符），且不得用中文和操作系统保留字。

目前，个人计算机的操作系统都采用树型目录结构，如图 1.6 所示。

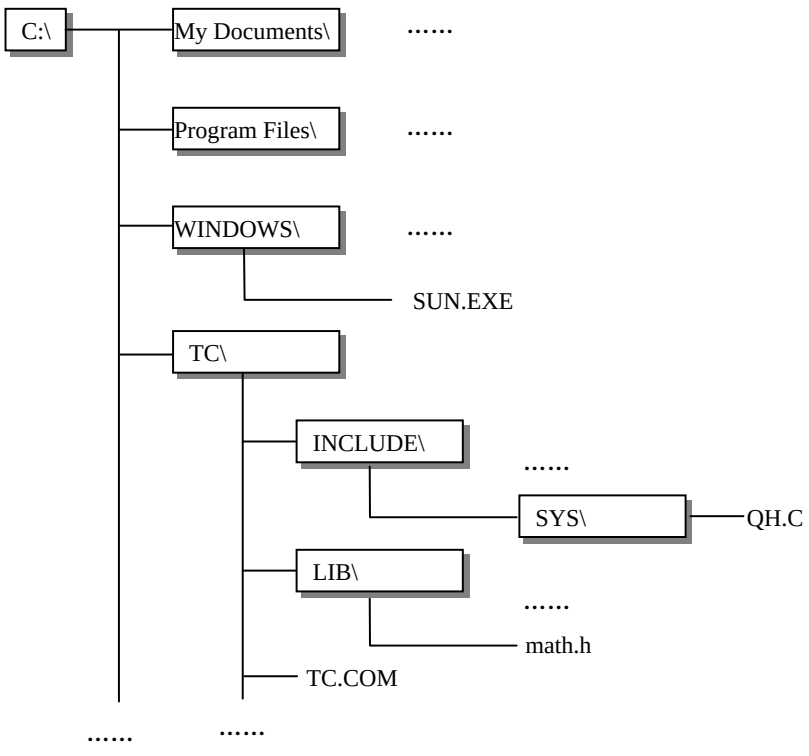

图 1.6　某计算机“C:”盘的树型目录结构

为了正确地访问磁盘上的文件，必须明确以下几个概念，这对于构建任何由多个文件组成的应用软件系统都是有用的：

（1）当前磁盘：用户目前正在其中工作的磁盘。参照图 1.6，当前磁盘为“C:”。

（2）当前目录：用户目前正在其中工作的子目录。当前目录用符号“.\”表示，亦可省略。参照图 1.6，现在假设当前目录为“.\TC”，或直接记做“TC”。

（3）上一级目录：用来指出当前目录的父辈目录，用符号“..\”表示。参照图 1.6，若当前目录为“.\SYS”，则可以用“..\”来表示其上一级目录“C:\TC\INCLUDE”。

（4）路径：给操作系统指明的访问某个文件的路线图，它是由盘符和一些子目录连接而成。路径分为两类：绝对路径和相对路径。

1）绝对路径：以盘符和根目录为起点的路径。不管当前磁盘、当前目录位于何处，用户可通过绝对路径访问整个磁盘的所有文件。参照图 1.6，例如：由路径“C:\TC”去访问文件“TC.EXE”（即 C:\TC\TC.EXE），通过路径“C:\Windows”访问文件“SUN.EXE”（即 C:\Windows\SUN.EXE），