

PUTONG GAOJING
YUANXIAO
YINGYONGXING
BENKEGUIHUAJIAOCAI

普通高等院校应用型本科规划教材

C 语言 程序设计基础

主 编 宋文强 王 宁 霍敏霞 吕云山
主 审 曹耀钦

C YUYAN
CHENGXU SHEJI JICHU



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

PUTONG GAODENG
YUANXIAO
YINGYONGXING
BENKEGUIHUJIAOCAI

普通高等院校应用型本科规划教材

C 语言 程序设计基础

主 编 宋文强 王 宁 霍敏霞 吕云山

主 审 曹耀钦

编 者 宋文强 王 宁 霍敏霞 吕云山 陆兴华

C YUYAN
CHENGXU SHEJI JICHU

重庆大学出版社

内容提要

本书是一本实用性较强的C语言程序设计教材,全书由12章构成,内容包括C语言概述、C语言的基本语法要素、输入和输出操作、运算符与表达式、程序的选择结构、程序的循环结构、数组、函数、指针、结构与共用体、文件、位运算等。

本书以应用技术型本科学生为主要教学对象,在教学内容的取舍、教学实例的设计、课后习题的选择等方面做了精心的编排,力求通俗易懂,生动有趣,由浅入深,启发诱导读者循序渐进地掌握C语言编程技巧。

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计基础/宋文强,王宁,霍敏霞,
吕云山主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.8
普通高等院校应用型本科规划教材
ISBN 978-7-5624-9221-4

I. ①C… II. ①宋…②王…③霍…④吕…
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136833号

C语言程序设计基础

主 编 宋文强 王 宁 霍敏霞 吕云山
责任编辑:章 可 版式设计:章 可
责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆联谊印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:456千

2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5624-9221-4 定价:39.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

C 语言是一种应用非常广泛的程序设计语言,它的语法结构简洁,表达能力强,便于描述算法。更可贵的是,C 语言能够接触系统底层,具有良好的可移植性,用 C 语言开发的应用程序的空间效率和时间效率均与汇编语言程序非常接近,因而受到硬件工程师的特别青睐。正因为如此,许多操作系统和设备驱动程序都是用 C 语言开发的,绝大多数单片机和嵌入式系统应用软件也是用 C 语言编写的。目前许多著名企业和研究机构在招聘软件开发人员时,常常把 C 语言编程能力作为最基本的知识点进行考核。

“C 语言程序设计”是一门实践性很强的课程,仅仅掌握 C 语言的基本语法规则,会做几道书面作业题是远远不够的,还必须通过大量的上机编程训练,才能真正掌握运用 C 语言编写程序的技巧,攀上成长为优秀程序员的艰难路程中的第一座高峰。

我们编写本书的目的是让学生在加强基础理论知识学习的基础上,提升实际编写程序的能力。为实现这个目标,我们采用了如下策略:

1. 在介绍基础语法知识的同时,阐述基本的编程技巧和注意事项,注重基础语法知识的实际应用。

2. 对于文字语言难以阐述的内容,采用图表来阐述,使得相应的知识点更加清晰、直观,便于学生加强印象。

3. 突出显示的版块结构总结了 C 语言的一些重要特征,并对一些编程技能和注意事项进行了归纳,便于学生参考学习。

4. 每部分知识点后都有相应的随堂练习,每章后都设置了相应的习题,方便学生检测自己的学习水平,加深对基础理论知识的理解。

全书以程序设计为主线,以编程应用为驱动,重点介绍程序设计的基本思想和基本方法。1-6 章侧重于介绍 C 语言的基础知识和基本编程技能,主要包括 C 语言的基本特点,基本数据类型,数据处理中的各种运算符和表达式以及顺序、分支、循环 3 种基本的流程控制语句。7-12 章侧重于指针和数组、函数、结构体和共用体、文件、位运算等知识的综合运用,采用结构化程序设计的思想来实现复杂问题的编程和基本的算法。

在教材的组织 and 编写风格上,注重从提出问题、分析问题、解决问题、理解编程语言、拓展应用、阶段小结等方面安排内容。

本书作者全部来自从事 C 语言程序设计教学工作的一线老师,有着丰富的教学经验。其中 1-6 章由宋文强、陆兴华编写,7-12 章由王宁编写,所有课后习题和实验内容由霍敏

霞编写,吕云山负责了教材后续修改工作,曹耀钦教授负责了全书的审阅。感谢孙浩老师、刘达明老师、瞿中老师、李兴春老师对本书提出的宝贵意见和编写过程中提供的帮助,感谢重庆邮电大学移通学院其他从事C语言一线教学工作的老师对本书做出的贡献。

由于作者水平有限,加之时间仓促,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。如需要联系作者,或想索取本书习题源代码,可发邮件至 lemon-807@foxmail.com 或 115091698@qq.com 联系作者。

编 者

2015 年 6 月

目录

第1章 C语言概述	1
1.1 C语言的特点	1
1.2 C语言程序开发过程	2
1.3 C语言源程序结构	5
本章小结	10
习题1	10
第2章 C语言的基本语法要素	12
2.1 字符集与词汇集	12
2.2 基本数据类型	13
2.3 变量	16
2.4 常量	20
本章小结	22
习题2	23
第3章 输入和输出操作	25
3.1 格式输入输出函数	25
3.2 字符输入输出函数	30
3.3 字符串输入输出函数	32
本章小结	34
习题3	34
第4章 运算符与表达式	38
4.1 算术运算符	38
4.2 赋值运算符	41
4.3 关系运算符	44
4.4 逻辑运算符	45
4.5 逗号运算符	48

4.6 条件运算符	49
4.7 sizeof 运算符	50
本章小结	50
习题4	51
第5章 程序的选择结构	56
5.1 if 语句	56
5.2 switch 语句	66
5.3 条件运算符与选择结构	68
本章小结	69
习题5	69
第6章 程序的循环结构	77
6.1 while 结构	77
6.2 do...while 结构	80
6.3 for 结构	81
6.4 循环的嵌套	85
6.5 循环的提前结束	87
本章小结	92
习题6	92
第7章 数组	106
7.1 一维数组	106
7.2 二维数组	109
7.3 字符数组	114
本章小结	120
习题7	120
第8章 函数	130
8.1 函数的定义	130
8.2 函数的调用	131
8.3 函数的声明	136
8.4 函数的嵌套调用	138
8.5 函数的递归调用	140
8.6 变量的存储类别	144
本章小结	150

习题 8	150
第 9 章 指针	163
9.1 指针的概念	163
9.2 指针与数组	168
9.3 指针与函数	178
9.4 指针数组和指向指针的指针	194
9.5 指针的高级应用	200
本章小结	212
习题 9	212
第 10 章 结构体与共用体	223
10.1 结构体	223
10.2 共用体	238
10.3 使用 typedef 定义数据类型的别名	242
本章小结	244
习题 10	244
第 11 章 文件	249
11.1 文件概述	249
11.2 文件类型指针	250
11.3 文件的打开与关闭	251
11.4 文件的读写	254
本章小结	260
习题 11	261
第 12 章 位运算	265
12.1 位运算符	265
12.2 位运算	265
12.3 位段	268
本章小结	269
习题 12	270
实验	271
实验 1 简单的 C 语言程序	271
实验 2 数据的输入与输出	273

实验 3	运算符与表达式	275
实验 4	选择结构程序设计	276
实验 5	循环结构程序设计	278
实验 6	数组	281
实验 7	函数	282
实验 8	指针	284
实验 9	结构体与共用体	286
实验 10	文件	287

附录	289
----------	-----

第 1 章 C 语言概述

C 语言是一种通用的程序设计语言,应用非常广泛。目前流行的操作系统,如 Windows、Linux 以及苹果手机采用的 iOS 操作系统,小米等品牌手机采用的 Android 操作系统等,除了靠近硬件的核心代码之外,基本上都是用 C 语言开发出来的。绝大部分的嵌入式应用程序,特别是单片机应用程序,都是用 C 语言编写的。许多高级语言,包括 C++、C#、Java 等,也是在 C 语言的基础上发展起来的。

本章将介绍 C 语言的特点和程序的基本结构,并通过一个简单的实例,使读者初步体验运用 C 语言编写应用程序的整个过程,了解如何进行程序调试,如何改正程序中的错误。

1.1 C 语言的特点

C 语言是在 1972 年问世的,至今仍保持着旺盛的生命力。根据国际组织 TIOBE 公布的 2015 年 1 月编程语言市场占有率排名(见表 1.1),C 语言占居首位。根据 TIOBE 的统计数据,近 30 年来 C 语言的市场占有率一直稳居首位,再加上由 C 语言派生发展出来的各种高级语言,C 家族几乎占据了编程语言应用市场的半壁江山。

表 1.1 TIOBE 公布的编程语言市场占有率前 10 名

2015 年 1 月排名	2014 年 1 月排名	编程语言	市场占有率/%	市场占有率变化/%
1	1	C	16.703	-1.24
2	2	Java	15.528	-1.00
3	3	Objective - C	6.953	-4.14
4	4	C++	6.705	-0.86
5	5	C#	5.045	-0.80
6	6	PHP	3.784	-0.82
7	9	JavaScript	3.274	+1.70
8	8	Python	2.613	+0.24
9	13	Perl	2.256	+1.33
10	17	PL/SQL	2.014	+1.38

C 语言之所以成为众多程序员的首选,成为世界范围内高等院校开设最广泛的程序设计课程,是因为它拥有许多优点:

- (1)简洁紧凑。C 语言只有 32 个关键字,9 种控制语句,程序书写风格自由,主要代码

用小写字母表示,便于初学者学习。

(2)功能齐全。C语言有34种运算符,有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等多种数据类型,擅长数值计算和逻辑判断。灵活使用各种运算符,可以方便地实现一些在其他高级语言中难以实现的运算。

(3)结构清晰。C语言是一种函数结构的高级语言,可以自然而然地把应用程序划分成若干相互独立的功能模块,从而使程序层次清晰,便于使用、维护和调试。

(4)接近底层。C语言能够像汇编语言一样执行位运算和字节运算,能对指定的地址单元进行操作,允许直接对计算机的物理层硬件进行控制,从而可以用来编写系统软件和设备驱动程序。

(5)目标代码质量高。许多实验表明,与汇编语言程序生成的目标代码相比,C语言程序生成的相同功能的目标代码的执行效率只低10%~20%,显著高于其他高级语言。在大多数嵌入式应用程序和单片机应用程序开发时,可以取代汇编语言。

(6)可移植性好。在一种操作系统环境下编写的C语言源程序,只需少量修改,甚至不加任何修改,就可以移植到另一种操作系统环境之下。例如,为运行Android操作系统的手机开发的C应用程序,可以很方便地移植到运行iOS操作系统的苹果手机上。

C语言有很多种“方言”,即编译器的不同版本。虽然国际标准化组织ISO一直企图将其标准化,也推出了ANSI C作为标准版本,但仍然有新的版本不断推出,这些编译器版本所实现的语言功能和语法规则略有差别,使用时需要注意。

1.2 C语言程序开发过程

下面通过一个简单的实例,初步体验一下在Microsoft Visual C++ 6.0集成开发环境中编写C语言应用程序的整个过程。

【例 1.1】 创建能在屏幕上显示字符串“Hello world!”的C语言程序。

(1)在Windows操作系统之下启动运行Microsoft Visual C++ 6.0,打开如图1.1所示界面。

(2)执行菜单操作“文件”→“新建”,打开如图1.2所示的“新建”对话框。在左侧列表框的上方选择“工程”选项卡,在列表框中选择“Win32 Console Application”,在右侧“工程名称”文本框中输入“ex1_1”,并在“位置”框右端单击“...”按钮,根据提示选择一个保存文件目录的位置,然后单击“确定”按钮。

(3)在随后出现的如图1.3所示的对话框中,选择“一个空工程”,然后单击“确定”按钮。

(4)再次执行菜单操作“文件”→“新建”,打开“新建”对话框。在左侧列表框的上方选择“文件”选项卡,在列表框中选择“C++ Source File”,在右侧“文件名”文本框中输入“Hello.c”,如图1.4所示,然后单击“确定”按钮。

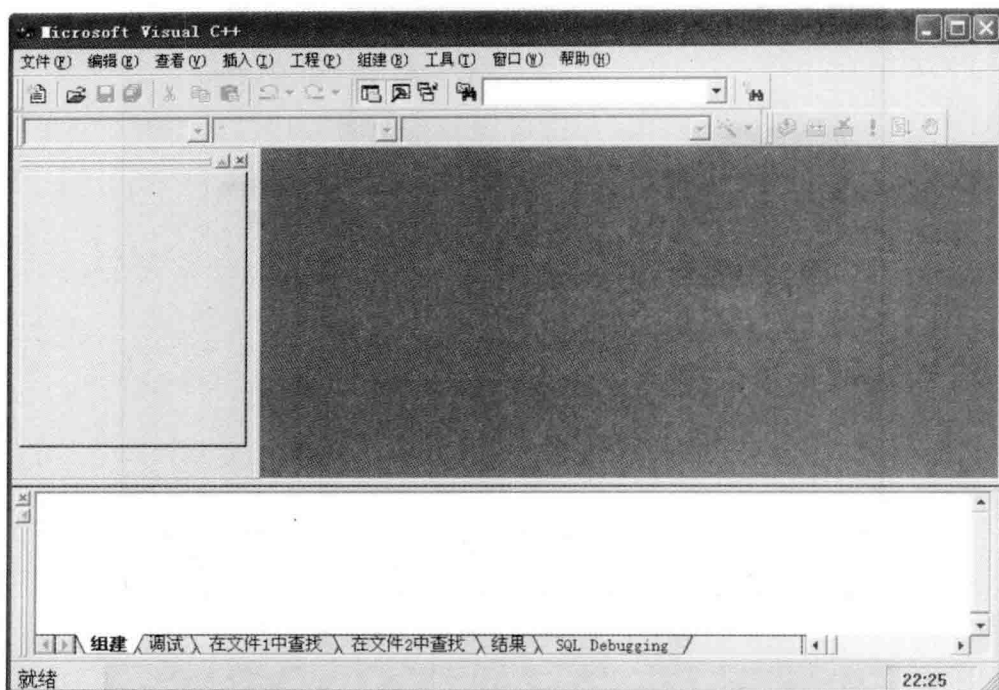


图 1.1 Visual C++ 6.0 集成开发环境界面

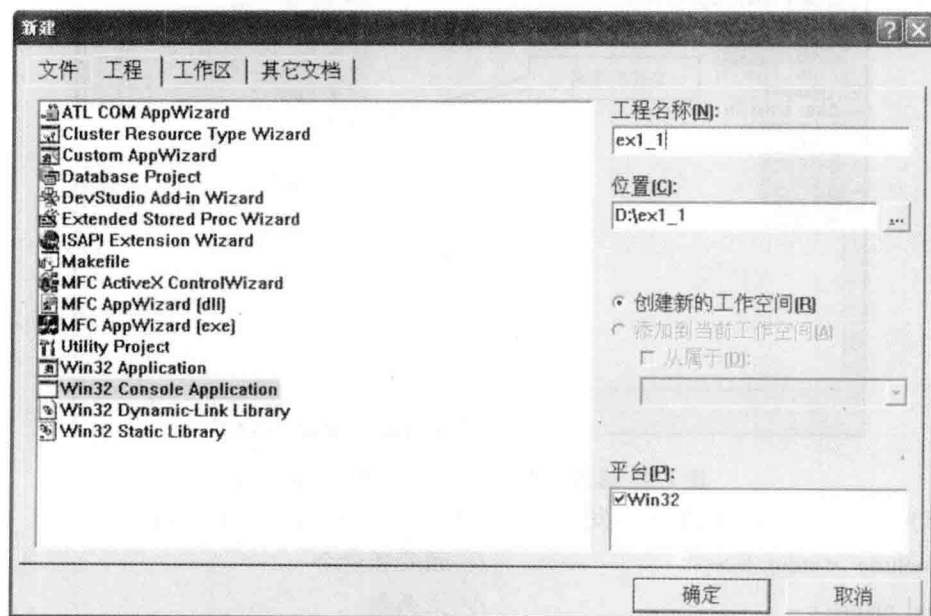


图 1.2 新建工程对话框

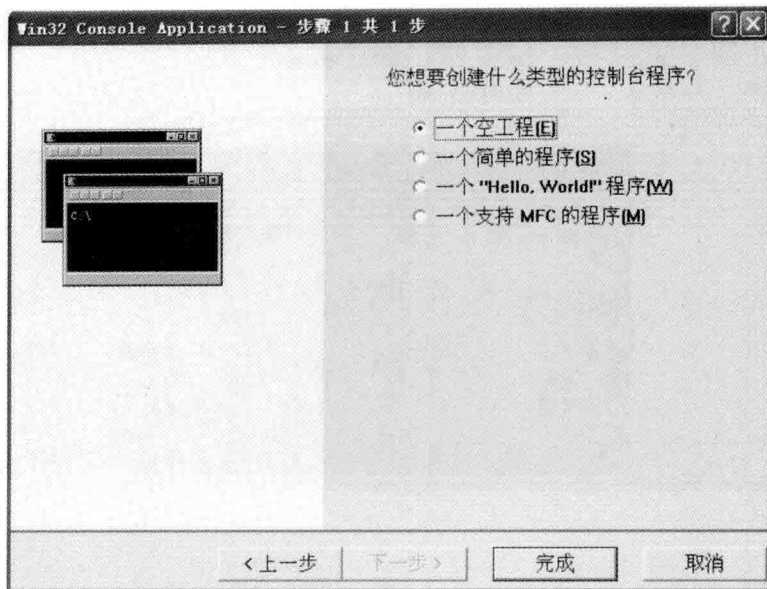


图 1.3 选择创建控制台程序的类型

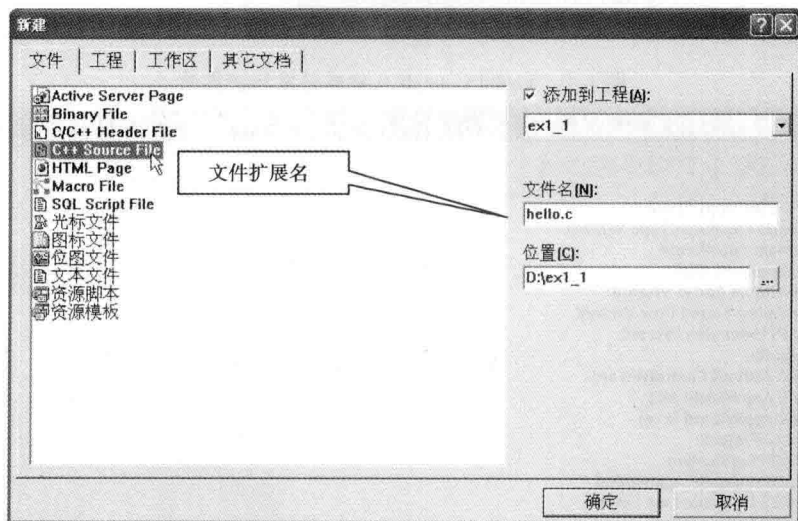


图 1.4 选择创建 C 语言源文件类型的对话框

(5) 如图 1.5 所示, 在集成开发环境的编辑区输入下面的 C 语言源代码:

```
#include <stdio.h>           // 预处理命令
void main()                 // 主函数
{
    printf("Hello world! \n"); // 输出字符串
}
```

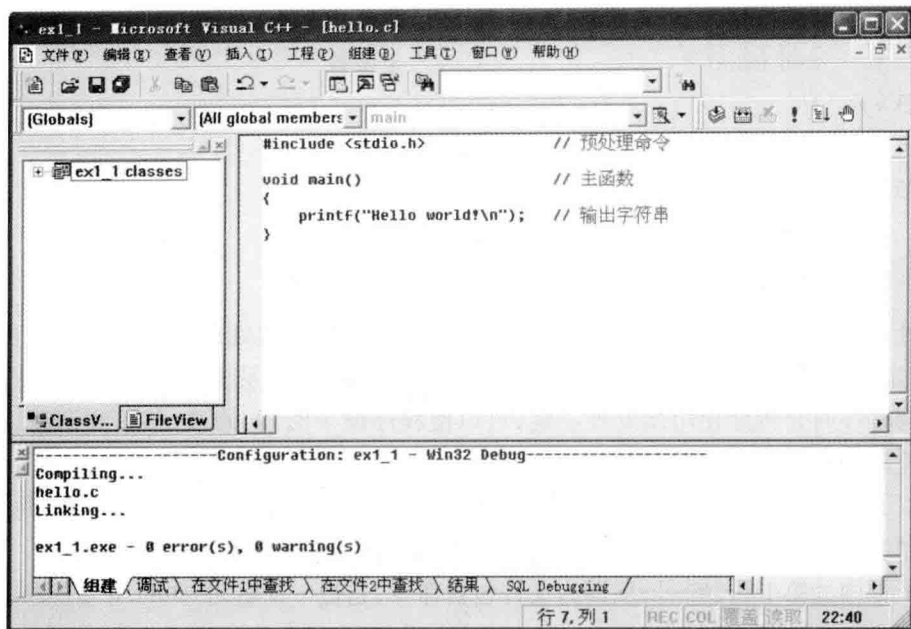


图 1.5 编辑源文件并成功编译

(6) 代码输入完成后,单击工具栏上的  或  按钮,如果代码无错误,就会在集成开发环境下方的窗口中出现“0 error(s),0 warning(s)”的字样,表示编译通过,生成了可执行程序。

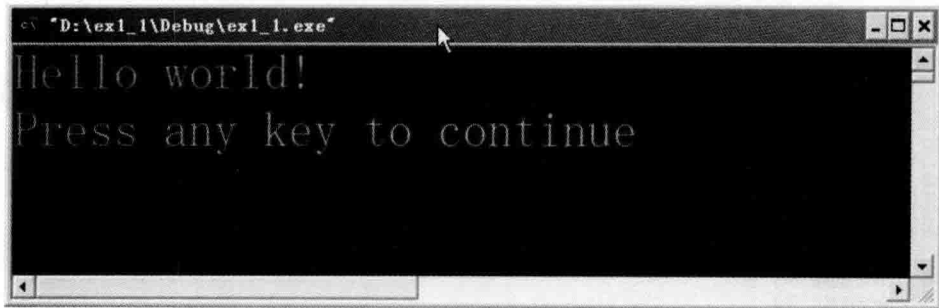


图 1.6 运行结果对话框

(7) 单击工具栏上的  按钮,运行程序,结果如图 1.6 所示,在屏幕上显示字符串“Hello world!”。

在编辑过程中,为了防止出现意外而丢失代码,最好随时保存文件。保存的方法是单击工具栏上的  按钮,或使用快捷键 Ctrl + S。

1.3 C 语言源程序结构

例 1.1 的程序虽然简单,但已经具备了 C 语言程序的完整结构,下面以此为例,对程序的结构予以说明。为了便于说明问题,下面将程序代码重新列出,并为每个语句行加上了编号。

```

/* 1 */ #include <stdio.h>           // 预处理命令
/* 2 */ void main()                 // 主函数
/* 3 */ {
/* 4 */     printf("Hello world! \n"); // 输出字符串
/* 5 */ }

```

1.3.1 预处理命令

预处理是 C 语言编译程序提供的一项重要功能,常用的预处理命令主要有 3 种:文件包含、宏定义、条件编译。它是在对源文件进行编译之前,编译系统自动进行的一些准备工作。编写程序时合理地使用预处理功能,可以使程序便于阅读、修改、移植和调试,也有利于模块化程序设计。

在 C 语言程序中,凡是以“#”开头的均为预处理命令,通常放在程序的开头,每条预处理命令单独占一行。由于预处理命令不是 C 语句,所以不以“;”作为结束行。

例 1.1 中的第 1 行,#include 即为文件包含命令,它把一个名为“stdio.h”的头文件包含到程序当中。

C 语言编译器提供了许多头文件,它把各种通用函数(又称为库函数)预先定义在其中,集中保存在 C 语言编译器安装路径下名为“Include”的文件夹中,如图 1.7 所示。源代码第 4 行中引用的函数 printf,就是在“stdio.h”头文件中定义的。

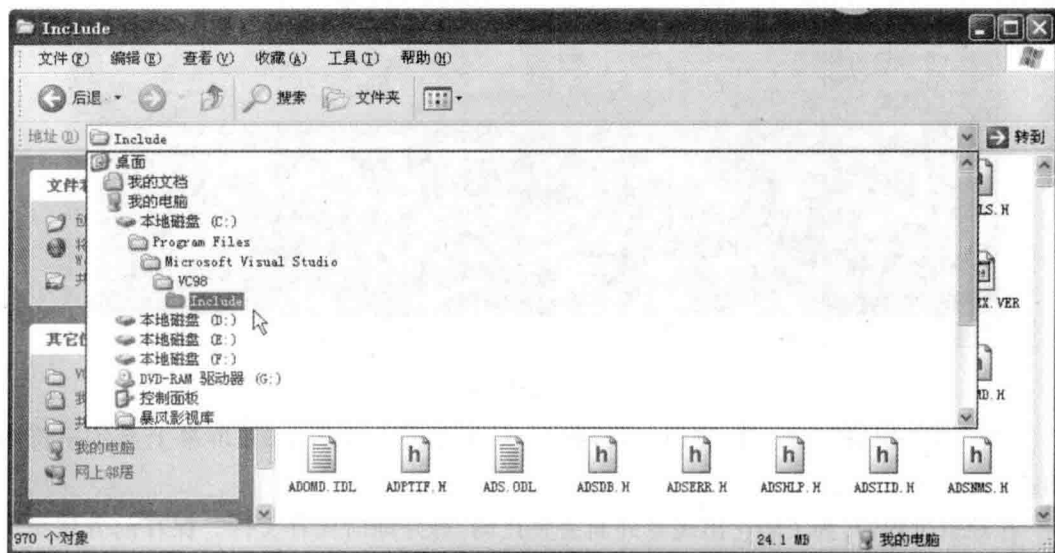


图 1.7 C 语言编译器的头文件

程序编译之前,进行预处理的时候,如果发现源程序中调用了 printf 函数,就会自动地被包含的头文件 stdio.h 中去查找它的定义代码,并把这些代码引用过来,与其他源代码一起编译链接,生成扩展名为 .exe,可在操作系统环境下独立运行的可执行程序。

1.3.2 主函数 main()

例 1.1 中的第 2 行声明了名为 main 的函数,称为主函数。一个 C 语言程序中可以包含多个函数,但主函数是必须存在的,而且必须是唯一的。主函数可以调用其他函数,但不能被其他函数所调用。

如果一个 C 语言程序中包含多个函数,主函数可以出现在程序结构中的任意位置,本书第 8 章将对这样的问题进行详细讨论。但是,无论主函数出现在哪个位置,程序总是从主函数开始执行,并在主函数中结束运行。

main 函数名前面的关键字是返回值类型(返回值指的是一个函数的运算结果),可以是 void,以及 C 语言允许的各种基本数据类型(详见本书第 2 章 2.2 节)。例 1.1 中选择的关键字是 void,表示该主函数执行后不返回运算结果。本书涉及的所有 C 程序的主函数,都是不需要返回运算结果的,main 前面的关键字全都写成 void 即可。

main 函数后面的一对圆括号“()”内可以包含参数。但即使一个函数不需要包含参数,这一对圆括号也是不可缺少的。

例 1.1 中的第 3~5 行是 main 函数的函数体,用一对花括号“{}”括起来。花括号可以括起任何一组 C 语句,使之成为复合语句。其中第 4 行是函数体中唯一可执行的语句,它通过调用库函数 printf,把双引号括起的字符串“Hello world!”输出到屏幕上。'\n'是一个转义字符,表示换行,用来把屏幕上的光标移动到下一行的开头。

可执行语句的末尾总有一个分号“;”,表示语句的结束,这是 C 源代码的一个重要特点。

1.3.3 注释

例 1.1 中第 1、2、4 行的后面,均出现了以“//”为引导的文字,这些文字称为注释,用来说明相应语句的功能。

注释是写给阅读程序的人看的,对程序的运行没有任何影响。程序编译时,总是忽略所有的注释信息。

但是,适当地使用注释有助于提高程序的可读性,便于软件维护和协作开发,软件工程中甚至把注释作为评价软件质量的重要标准之一,缺少注释或者注释不好的软件作品,甚至有可能被用户所拒绝接受。一个具有良好工作风格的程序员,都应该养成以简洁明了的文字书写注释的习惯。

C 语言的注释有两种形式:

➤ 以双斜杠“//”为引导,跟在后面的字符串就是注释信息。这样的注释信息可以书写在单独的行上,也可以书写在可执行语句的后面。当注释内容较少时,使用这种方法较为简便。

➤ 以“/*”开始,以“*/”结束,中间括起的全部文字都是注释信息。当注释内容较多,用一个语句行书写不下时,通常使用这种方法。

注释还有一个重要用途,那就是程序调试。

当程序中出现错误,并且难以确定出错位置时,把部分可执行语句前面加上“//”,或者把一段连续的代码括在“/*”“*/”之间,使之在程序运行期间暂时不起作用,进而判断错误是否仍然存在,压缩出错范围,是程序调试时常用的一种手段。

1.3.4 源程序实例分析

这里给出了几个 C 语言源程序的实例,希望能使读者进一步加深印象。其中提及的概念、名称和算法将在后续的章节中陆续介绍。

【例 1.2】 对于给定的直角三角形的两条直角边长度为 a 和 b ,根据勾股定理,计算出斜边的长度 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ 。

程序代码如下:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
void main()
{
    float a = 3.0, b = 4.0;
    double c;
    c = sqrt(a * a + b * b);
    printf("c = %.1f\n", c);
}
```

【程序说明】

(1) 程序中定义了 float 类型的变量 a 和 b ,并在定义变量的同时分别给它们赋予初值 3.0 和 4.0。

(2) 程序中还定义了 double 类型的变量 c ,用来保存计算结果。

(3) sqrt 是用来进行开方运算的库函数,定义在头文件 math.h 中,所以必须在程序的开头用#include <math.h>把这个文件包含在其中。由于 sqrt 函数的返回值为 double 类型,所以用来接受 sqrt 返回值的变量 c 也应该定义为 double 类型。

(4) printf 是用来在控制台(对个人计算机而言相当于显示屏幕)上输出信息的函数,圆括号内被双引号括起来的内容应该原样输出,但%.1f 被后面变量 c 的值替换,而且按照保留 1 位小数的格式输出。

读者不妨对上述说明信息予以简化,为程序中的相应语句加上注释。

【例 1.3】 根据用户键盘输入的半径,计算圆的周长和面积,并在屏幕上输出结果。

程序代码如下:

```
#include <stdio.h>
void main()
{
    float r, length, area;
    printf("Please input R:");
```