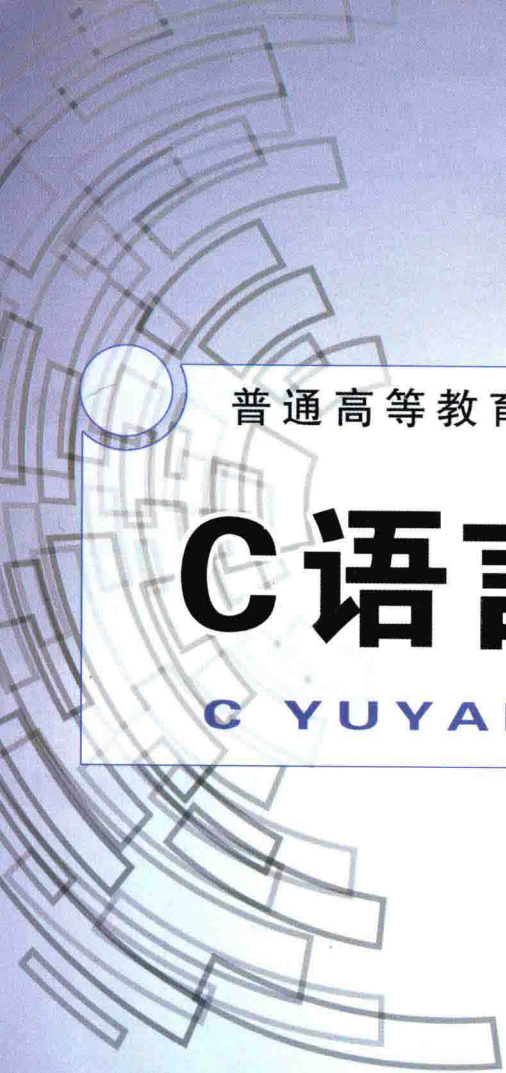


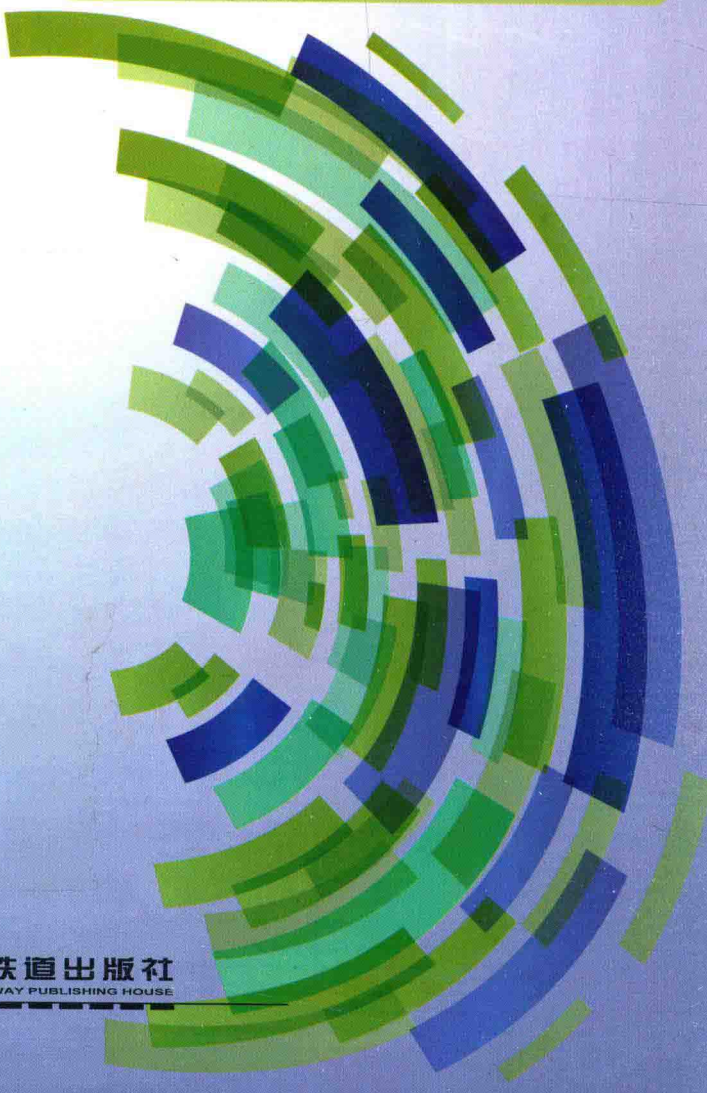


普通高等教育“十二五”规划教材

C 语言程序设计

C YUYAN CHENGXU SHEJI

熊启军 孙文鹤 方 磊 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十二五”规划教材

C 语言程序设计

熊启军 孙文鹤 方 磊 主编

内 容 简 介

本书是一本兼具实用性和趣味性的 C 语言程序设计教材。全书共分 12 章, 内容包括: C 语言程序设计快速入门、顺序结构、选择结构、循环结构、数组与指针、函数、编译与预处理、结构体、链表、文件、程序调试、综合应用举例(课程设计实例)。各章内容按照由浅入深、循序渐进的方式组织, 充分体现了渐进式教学、启发式教学、分层式教学的思想。

书中所有例子均在 Microsoft Visual C++ 6.0 编译环境下调试通过。

本书适合作为高等学校 C 语言程序设计课程的教材, 也可以作为各类等级考试的辅导教材或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计 / 熊启军, 孙文鹤, 方磊主编. —
北京: 中国铁道出版社, 2015. 5
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-113-20222-4

I. ①C… II. ①熊… ②孙… ③方… 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 067658 号

书 名: C 语言程序设计
作 者: 熊启军 孙文鹤 方磊 主编

策 划: 潘星泉
责任编辑: 潘星泉 王 惠
封面设计: 付 巍
封面制作: 白 雪
责任校对: 汤淑梅
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)
网 址: <http://www.51eds.com>
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
版 次: 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷
开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 14.5 字数: 324 千
书 号: ISBN 978-7-113-20222-4
定 价: 29.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话: (010) 63550836

打击盗版举报电话: (010) 51873659

前 言

“C 语言程序设计”是理工科学生的一门公共基础课，也是计算机类专业的一门重要专业基础课，是学生必备的基本技能，是后续程序设计类课程的基石。它承担着程序设计入门、求解问题思维方式的建立、程序编码和调试能力及计算思维能力培养的作用，存在着入门难、实验难、实践应用更难的特点。

为突破这些困难，本书本着理论够用、重在应用的原则来组织教学内容，用实例贯穿于全书。通过对实例的问题分析、算法设计、代码编写、应用和思考等，这一系列递进式教学过程的实施，达到用实例来验证理论、用实例来模仿编程、用实例来引导应用、用实例来拓展应用的目的。

本书具有如下鲜明特色：

在内容的编写上，以应用为背景，面向计算思维和编程技能的引导和训练。本书从实例出发，逐步引出知识点，再升华到相关问题的解决，达到举一反三、融会贯通的目的。

在内容的指导思想上，本书以 C 语言为编程工具介绍程序设计的基本技能，不拘泥于 C 语言的基本语法知识；而以计算思维能力的培养、编程能力的训练和提高为主要目标。

在内容的组织上，每章内容按照学习目标、知识点导图、理论和实例、小结和补充说明、习题的方式进行组织；除第 1、11、12 章外，各章均包含多个程序设计实例，并根据情况给出了问题分析、算法思路、程序解析、提示、思考、技巧等，体现了现代教学方法和思想。

在内容的取舍上，多讲基础及其应用，少讲或不讲难度大且使用少的知识，体现学为所用的“28 原则”。书中带有*（星号）的章节和例题、小结和补充说明作为选讲、延迟讲或不讲授的内容。

在程序代码风格上，采用了统一的规范；在程序中添加有适量的注释，这些注释一方面是对程序及语句的注解，另一方面也是知识点的强调、应用讲述。

在习题的选取上，以巩固基本知识点和强化程序设计能力为目的。课后习题题型有选择题、填空题、编程题，其中选择题、填空题属于基础和中等难度的题目，编程题属于中等或高等难度的题目。

本书的最后一章以简易的学生成绩管理系统为例，讲述了一个较大程序的设计和实现过程，可作为课程设计的范例。

本书的课件、全部例题的源代码均可免费提供给使用本书的教学单位或个人。

有需要者可与中国铁道出版社或作者联系。

本书由熊启军、孙文鹤、方磊主编。其中，熊启军负责第1、5、6、10、12章的编写，孙文鹤负责第2~4、11章的编写，方磊负责第7~9章和附录的编写。全书的统稿工作由熊启军负责。本书的出版得到了中国铁道出版社的大力支持，在此谨表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请使用本书的老师 and 读者提出宝贵意见和建议。我们的邮箱是：150385711@qq.com。

编 者

2014年12月

目 录

第 1 章 C 语言程序设计快速入门	1
1.1 计算机语言概述	2
1.2 第一个 C 语言程序	3
1.3 程序设计	5
小结和补充说明	11
习题 1	12
第 2 章 顺序结构	13
2.1 标识符	14
2.2 数据类型	15
2.3 常量与变量	16
2.4 运算符和表达式	19
2.5 输入/输出函数	24
2.6 字符的输入/输出	31
*2.7 数值型数据的存储	32
*2.8 输入/输出格式控制	35
2.9 顺序结构应用举例	37
小结和补充说明	37
习题 2	39
第 3 章 选择结构	44
3.1 if 语句	44
3.2 嵌套的选择结构	50
3.3 switch 语句	54
*3.4 逻辑推断	56
3.5 选择结构应用举例	57
小结和补充说明	60
习题 3	62
第 4 章 循环结构	66
4.1 while 循环	67
4.2 do-while 循环	70
4.3 for 循环	72
4.4 多重循环	76

*4.5 goto 语句	78
4.6 循环应用举例	79
小结和补充说明	88
习题 4	89
第 5 章 数组与指针	96
5.1 数组概述	97
5.2 数组与指针	101
5.3 字符数组与字符串	104
5.4 字符串处理函数	105
5.5 数组应用举例	107
小结和补充说明	117
习题 5	118
第 6 章 函数	126
6.1 函数的声明及实现	127
6.2 函数的调用	129
6.3 函数的参数及返回值	130
6.4 递归	135
6.5 变量的作用域和存储方式	139
*6.6 带参数的 main() 函数	142
6.7 函数应用举例	144
小结和补充说明	149
习题 6	150
第 7 章 编译与预处理	158
7.1 宏定义	158
7.2 文件包含	159
7.3 多文件组织成工程	161
*7.4 条件编译	162
小结和补充说明	163
习题 7	163
第 8 章 结构体	165
8.1 结构体	166
8.2 类型的重定义	168
8.3 结构体指针	169
8.4 结构体应用举例	170
小结和补充说明	173
习题 8	173

第 9 章 链表	175
9.1 链表结点的类型定义	175
9.2 单链表的操作	176
*9.3 链表应用举例	181
小结和补充说明	183
习题 9	184
第 10 章 文件	185
10.1 文件概述	185
10.2 文件操作	186
*10.3 文件重定向	192
*10.4 文件应用举例	193
小结和补充说明	195
习题 10	195
第 11 章 程序调试	197
11.1 简单程序的调试	198
11.2 复杂程序的调试	199
小结和补充说明	201
习题 11	202
第 12 章 综合应用举例	203
12.1 需求分析	203
12.2 总体设计	205
12.3 详细设计	206
12.4 程序编码和调试	207
12.5 软件测试	215
小结和补充说明	216
习题 12	216
附录	217
附录 A 标准 ASCII 码表	217
附录 B C 语言关键字	218
附录 C C 语言运算符	219
附录 D C 语言常用库函数	220
参考文献	224

第1章 C 语言程序设计快速入门

学习目标

- (1) 了解计算机语言的发展;
- (2) 了解计算机编程语言排行榜;
- (3) 了解程序的构成;
- (4) 逐步熟练掌握上机操作步骤。

知识点导图

知 识 点	难度级别			使用频率			类 别	
	初	中	高	低	中	高	识记型	应用型
计算机语言	☆					☐	△	
程序	☆					☐	△	
算法	☆					☐	△	
计算机编程语言排行榜	☆			☐			△	
C 语言的特点、应用			☆	☐			△	
C 语言程序的扩展名		☆				☐	△	
行注释、块注释	☆					☐	△	
关键字		☆				☐	△	
函数、主函数 main()的作用		☆				☐	△	
C 语言程序的构成		☆				☐	△	
头文件			☆			☐	△	
程序设计步骤	☆					☐	△	
编程工具软件	☆					☐	△	
上机操作步骤			☆			☐	△	
编程各阶段生成的文件		☆				☐	△	
程序错误及处理			☆			☐		△

本章将通过一个简单程序,带你快速进入 C 语言的神秘殿堂,领略 C 语言程序的构成,了解如何使用 Microsoft Visual C++ 6.0 软件进行程序的编辑、编译、连接和运行。

1.1 计算机语言概述

1.1.1 计算机语言的发展

计算机为什么能够在人的指挥下自动运行呢？依靠的是程序。程序是用计算机语言编写的，计算机语言如同人类的语言一样，是随着信息社会的脚步诞生、发展、丰富和完善的。自诞生之初的机器语言开始，计算机语言经历了图 1.1 所示的几个阶段。



图 1.1 计算机语言的发展

随着技术和需求的蓬勃发展,计算机语言如雨后春笋般地涌现(详情可查阅网络资源)。

1.1.2 什么是程序

我们解数学题需要依照一定的原理、步骤去推导和计算，最后得到结果。计算机解题依据的则是程序。

所谓程序是指为完成指定的任务、按照计算机语言的语法规则编写的有限指令序列。程序是算法和数据的结合体。所谓算法，简单地说就是解题的步骤或方法。

1.1.3 计算机编程语言排行榜

下面是 TIOBE 网站上公布的计算机编程语言排行榜，如图 1.2 所示。

Sep 2014	Sep 2013	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		C	16.721%	-0.25%
2	2		Java	14.140%	-2.01%
3	4	▲	Objective-C	9.935%	+1.37%
4	3	▼	C++	4.674%	-3.99%
5	6	▲	C#	4.352%	-1.21%
6	7	▲	Basic	3.547%	-1.29%
7	5	▼	PHP	3.121%	-3.31%
8	8		Python	2.782%	-0.39%
9	9		JavaScript	2.448%	+0.43%
10	10		Transact-SQL	1.675%	-0.32%
11	11		Visual Basic .NET	1.532%	-0.31%
12	12		Perl	1.369%	-0.32%
13	13		Ruby	1.281%	-0.10%
14	-	▲	Visual Basic	1.272%	+1.27%
15	14	▼	Delphi/Object Pascal	1.157%	+0.26%
16	26	▲	F#	0.990%	+0.49%
17	15	▼	Pascal	0.893%	+0.01%
18	-	▲	Swift	0.852%	+0.85%
19	19		MATLAB	0.818%	+0.18%
20	17	▼	PL/SQL	0.809%	+0.13%

图 1.2 计算机编程语言排行榜

从图 1.2 可以看出：C 语言、Java 语言处于第 1、2 名的位置。

处于第 3、4、5 名的编程语言实际上是 C 语言的“近亲”。

通过网址 <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html> 可查阅到近十多年来 10 大流行编程语言的流行趋势图。

1.1.4 C 语言的特点及应用

C 语言的特点包括：数据类型和运算符丰富，结构化语言，语法灵活多样，允许直接操作硬件，生成的代码执行效率高，适用范围广，可移植性强等。

C 语言是学习编程语言的首选，是计算机类专业必须掌握的编程语言。

C 语言广泛应用于系统软件、嵌入式系统的开发。

1.2 第一个 C 语言程序

1.2.1 第一个 C 语言程序的代码

程序 c1_1.cpp 的源代码如图 1.3 所示。

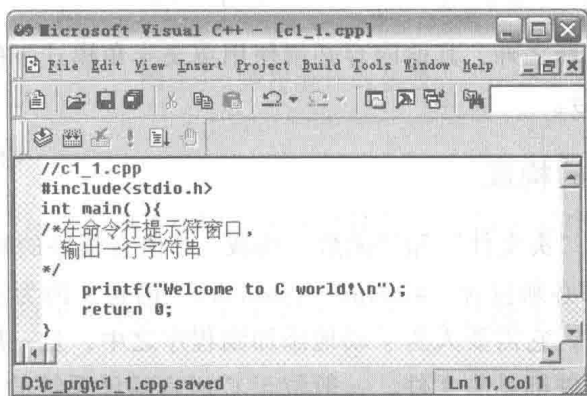


图 1.3 程序 c1_1 的源代码

1.2.2 程序解析

上述程序的功能是输出一行英文（或者说输出一个指定的字符串常量）。这个简单程序包含的信息是丰富的。

(1) C 语言程序的扩展名。现在，编程人员大多使用 C++语言的集成开发工具进行 C 语言程序的编写，且 C++语言兼容 C 语言。因此，C 语言源程序的扩展名可以设置成.c 也可以设置成.cpp。在 Microsoft Visual C++ 6.0（简称 VC++）集成开发软件中，C 语言程序的默认扩展名是.cpp，当然设置成.c 也是可以的。

譬如：第一个程序的文件名可以命名为 c1_1.cpp，也可以命名为 c1_1.c，其中主文件名是 c1_1，扩展名是.cpp 或.c。

(2) 注释。在源代码编辑窗口中, 默认情况下, 程序的注释自动标识为绿色。

注释是对程序功能或程序语句所做的解释或说明。注释不是程序的必要组成部分, 添加或删除注释不会对程序的执行产生任何影响。程序中加入适量的注释, 可以使得程序意思清晰、便于阅读和理解(称为可读性好)。因此, 在编写程序时, 提倡加入简短的注释。

注释分为行注释和块注释。

行注释: 以双斜杠(//)开始, 紧随其后且与其处于同一行的内容称为行注释。

块注释: 括在“/*”与“*/”之间的多行内容称为块注释。

(3) 关键字。关键字又称保留字、标准标识符, 一般由英文单词或英文单词的前几个字母组成, 是由 C 语言的编译系统提供的, 它具有特定的含义, 只能用在特定的位置。在 VC++ 的编辑窗口中, 默认情况下, 关键字自动标识为蓝色。

(4) 函数。main() 是程序的主函数。每一个程序必须有且只能有一个主函数, 程序的执行总是从主函数开始的。

printf() 这个标准函数的功能是按照指定的格式将数据输出到显示器。

(5) 标点符号。分号(;) 是一条语句的结束标记, 是语句与语句之间的分隔符。

(6) C 语言程序严格区分字母的大小写, 或者说对字母的大小写敏感。在程序代码的任何位置, 字母使用大写或小写, 其含义是截然不同的, 是不能相互代替的。例如: main 与 Main 是不同的。

除字符串常量、注释之外, 其他内容必须使用英文半角模式下的符号。例如: “;” 与 “; ” 是完全不同的符号。

1.2.3 C 语言程序的构成

C 语言程序主要由“头文件”和“函数”构成。C 语言程序的基本组成单位是函数。

所有 C 语言程序都必须包含“#include <stdio.h>”语句。因为文件 stdio.h 中包含标准输入、输出函数的声明, 它需要人为手动地添加到程序之中, 且一般放在程序的最前面。

以.h 为扩展名的文件都是头文件, 一般位于 C 语言编译系统的 include 文件夹中。

main() 是程序的主函数, 每一个程序有且只能有一个主函数, 程序的执行总是从主函数开始的。

因此, 对初学者来说, 在书写每一个程序时, 建议先写出如下几行代码, 再添加程序的主体功能部分。

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    ..... //程序的主体功能部分
    return 0;
}
```

1.3 程 序 设 计

1.3.1 程序设计步骤

拿到一个题目之后，必须认真阅读其内容、理解其旨意，再思考、书写解题的步骤和方法。这个过程就是算法设计。编写（编辑）程序前需要先进行算法设计。

计算机只能直接执行用机器语言编写的程序（即用二进制指令编写的程序）。

用 C 语言编写的程序（*.c 或 *.cpp 文件称为 C 语言源文件或源程序），必须经过翻译，转换成计算机能识别的二进制指令，生成目标程序（*.obj 目标文件），这个过程称为翻译（或称为编译）；目标程序再与必要的库文件连接在一起，生成可执行的程序（*.exe 可执行文件）。这样，exe 文件就可以直接运行了。

设计算法、编辑、编译、连接、运行是程序设计的主要步骤（流程），如图 1.4 所示。

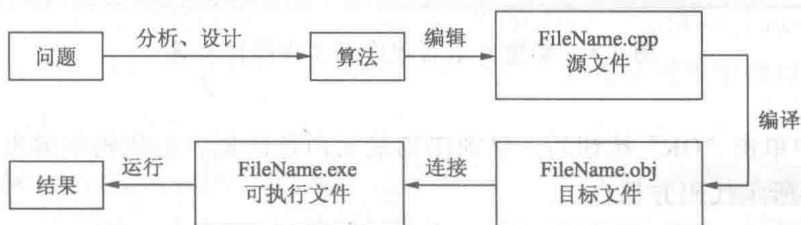


图 1.4 程序设计的步骤

1.3.2 上机操作步骤

本书使用 Microsoft Visual C++ 6.0 集成开发软件进行 C 语言程序的编辑、编译、连接、运行等操作。

以第一个程序 c1_1 的建立为例，程序设计上机操作的详细步骤如下（下面的操作步骤必须尽快熟练掌握）：

1. 启动 Microsoft Visual C++ 6.0 软件

通过“开始\程序”菜单找到“Microsoft Visual Studio 6.0\Microsoft Visual C++ 6.0”菜单项（实际上是文件 msdev.exe 的快捷方式），单击该菜单项就可以启动 Microsoft Visual C++ 6.0 软件。

2. 新建 C（或 C++）源文件

在 Microsoft Visual C++ 6.0 软件的“File”菜单中单击“New”菜单项，弹出图 1.5 所示的 New 对话框，选择“Files”选项卡，在列表框中选择“C++ Source File”选项，在右侧 File 文本框中输入文件名 c1_1.cpp（或者 c1_1），单击 Location 文本框右侧的“...”按钮，选择文件 c1_1 存储的文件夹（这里选择的是 d:\c_prg），最后单击“OK”按钮（共 5 个步骤）。

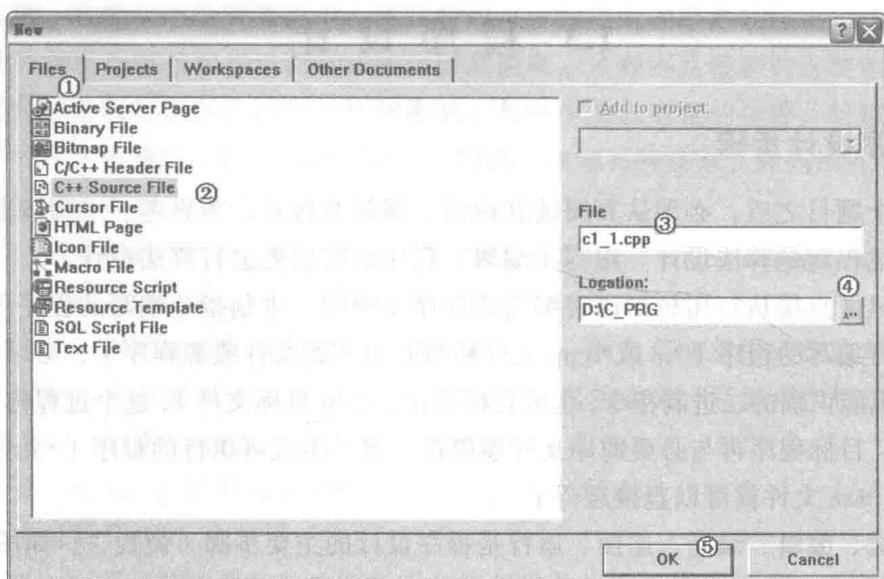


图 1.5 新建 C 语言程序源文件操作步骤

3. 编辑

在上一步中单击“OK”按钮后，呈现出的最大白色区域就是代码的编辑窗口，在其中严格输入图 1.3 所示代码并保存。

4. 编译

编译就是将源文件翻译成二进制形式的目标文件的过程。具体操作方法是：单击“Build”菜单中的“Compile c1_1.cpp”菜单项，或者单击 Build 快速工具栏中的第一个按钮（图 1.6 中用矩形框起来的即 Build 快速工具栏），进行程序的编译。

在随后弹出的两个消息框中单击“Yes”按钮，建立活动的工作空间（阅读消息框中的英文，理解其意思）。

若编译过程中没有错误，则生成 c1_1.obj 目标文件，如图 1.6 所示。

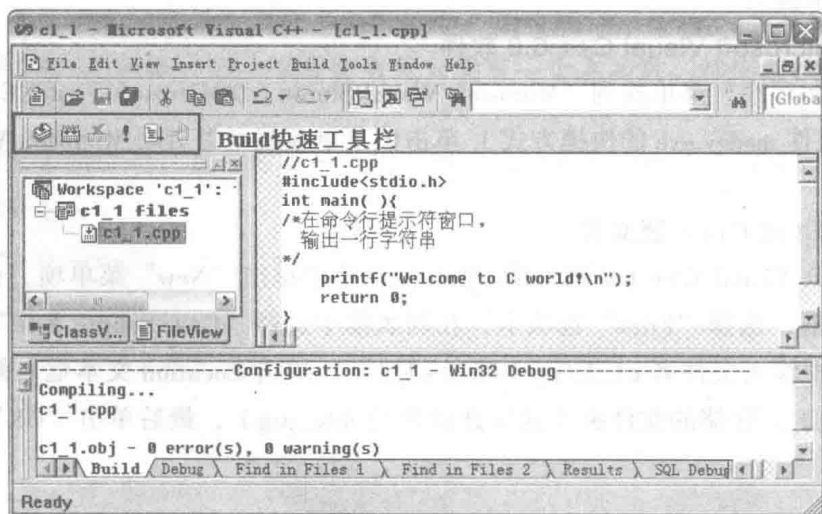


图 1.6 程序 c1_1 编译生成 c1_1.obj 文件

编译顺利完成后，在资源管理器中，工程文件的组织结构如图 1.7 所示。

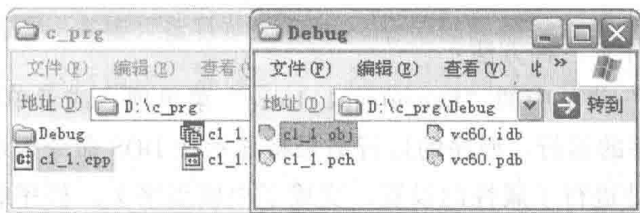


图 1.7 编译后 cl_1 工程文件的组织结构

编译生成的目标文件 cl_1.obj 位于 Debug 文件夹中（Debug 文件夹是自动建立的）。在图 1.6 中，若 Build 消息窗口的最后一行显示“cl_1.obj - 0 error(s)”，表示程序没有编译错误，可以进行下一步的连接操作。

5. 连接

所谓连接就是将编译后得到的目标文件与标准库函数（头文件）、系统资源等组织在一起，形成一个可执行文件的过程。单击“Build”菜单中的“Build cl_1.exe”菜单项，或者单击 Build 快速工具栏中的 按钮，进行程序的连接。若连接过程中没有错误，则生成 cl_1.exe 可执行文件，如图 1.8 所示。

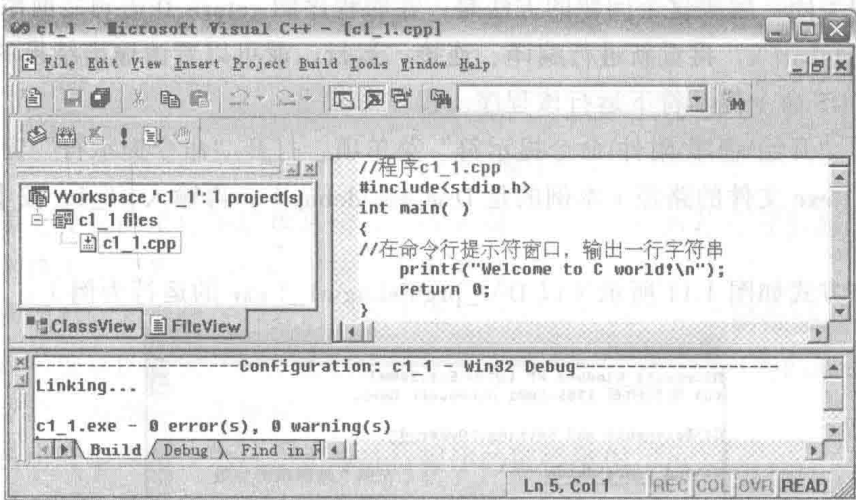


图 1.8 程序 cl_1 连接生成 cl_1.exe 文件

连接后生成的可执行文件 cl_1.exe 也位于 Debug 文件夹中，如图 1.9 所示。

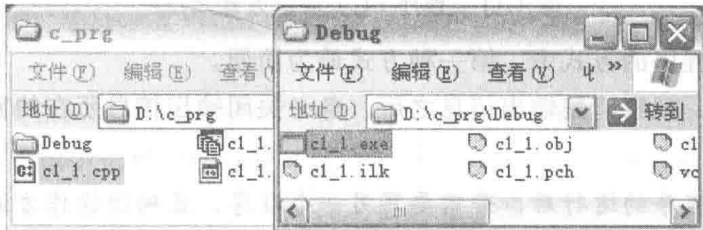


图 1.9 连接后 cl_1 工程文件的组织结构

在图 1.8 中，若 Build 消息窗口的最后一行显示“cl_1.exe - 0 error(s)”，表示没有连

接错误，可以进行下一步的运行操作。

6. 运行

运行 `c1_1.exe` 文件有三种方法：

一是单击“Build”菜单中的“Execute `c1_1.exe`”菜单项，或者单击 Build 快速工具栏上的  按钮，进行程序的运行。程序的运行结果将显示在 DOS 命令提示符窗口中（该窗口通常是黑底白字。此处进行了属性的设置，变成了白底黑字）。程序的运行结果如图 1.10 所示。

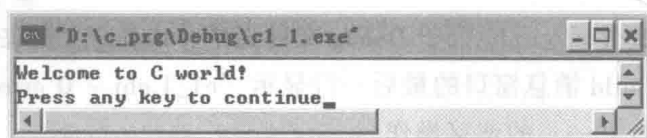


图 1.10 程序 `c1_1` 运行结果

二是在硬盘上找到 `c1_1.exe` 文件的具体位置（本例的位置是 `D:\c_prg\debug` 文件夹），然后双击来运行该程序。

使用这种方式运行程序，发现程序运行时的输出信息一闪而过（或看不出任何反馈），不能看清程序的输出结果。原因在于：程序运行速度很快，在输出结果之后，DOS 命令提示符窗口随即关闭。解决这个问题的方法是：在源程序的 `return 0;` 语句之前添加一条输入字符的语句 `getchar();`，再重新进行编译、连接、运行，就可以看清输出结果的信息。

三是在 DOS 命令提示符下运行该程序。操作方法是：

通过单击“开始\程序\附件\命令提示符”菜单项，打开“命令提示符”窗口，改变当前路径为 `c1_1.exe` 文件的路径（本例的是 `D:\c_prg\debug`），再输入 `c1_1`，按【Enter】键，即可运行程序。

具体操作方式如图 1.11 所示（以 `D:\c_prg\debug\c1_1.exe` 的运行为例）。

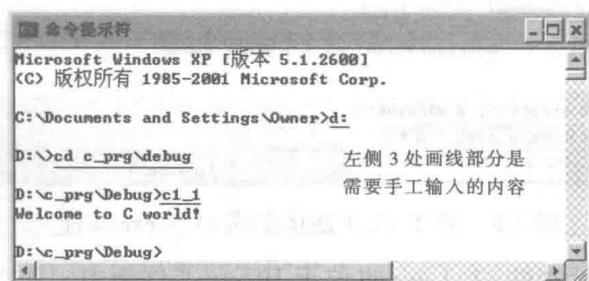


图 1.11 程序 `c1_1` 运行方式之三

上述三种运行程序的方式中，第一种方式最为简便。

程序运行结束，观察清楚输出信息之后，务必关闭输出信息所在的窗口。

注意：

在完成了一个程序的运行后，若需要写另一个程序，正确的操作方法是：

单击 VC++ 软件的“File\Close Workspace”菜单项，关闭当前的工作空间，再从上机操作步骤中的第 2 步开始进行操作。

若不需要写程序了，可以直接关闭 VC++ 软件。

1.3.3 程序错误及处理

在程序编辑、编译、连接、运行的过程中，难免存在错误。程序错误分为4种类型：编译错误、连接错误、运行错误、算法错误（各错误类别及处理方法只能慢慢掌握）。

1. 编译错误

在程序编译时，编译系统会对程序进行语法检查，提示程序存在错误，如图1.12所示。

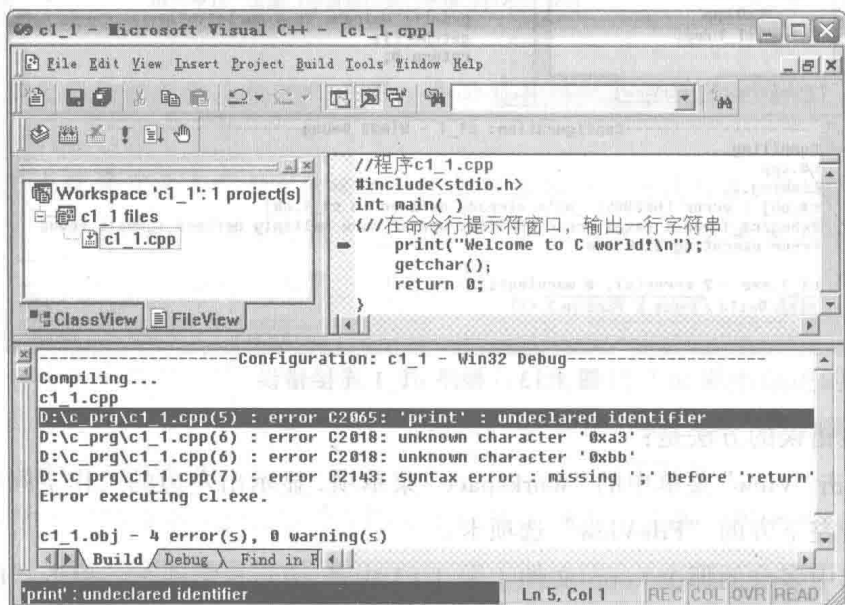


图 1.12 程序 c1_1 编译错误

编译错误主要是由于标识符拼写错误，或者漏写、错写标点符号等引起的。因此，除注释内容、字符串常量外，必须使用英文半角模式下的符号。

在出现错误时，不要急于寻找、对照书本上的原始代码，正确的做法是：理解 Build 窗口中错误提示信息的含义，再双击错误信息行，编译系统会指示可能的错误位置，在指示位置附近寻找、发现、改正错误。

必须改正所有编译错误之后，才能进行程序的链接操作。

对于编译时产生的警告信息（warning），允许不予考虑。

另外，在编译程序时，如果 Build 快速工具栏呈现出除  按钮外，其余按钮均为灰色的情况，表明 VC++ 软件的编译系统无响应，需要打开“Windows 任务管理器”，选择“应用程序”选项卡中的“Microsoft Visual C++ 6.0”，单击“结束任务”按钮，强制关闭 VC++，再重新启动 VC++。

其中，打开“Windows 任务管理器”有多种方法：第一种方法是在任务栏的空白处右击，在弹出的快捷菜单中选择“任务管理器”菜单项；第二种方法是按【Ctrl+Alt+Del】组合键，在弹出的 Windows 安全消息框中选择“任务管理器”。

2. 连接错误

当一个源文件中存在多个 main() 函数（严格地说这种情况应该是编译错误），或者是组成工程的多个源文件中都存在 main() 函数（这种情况才是连接错误），在执行连接命令