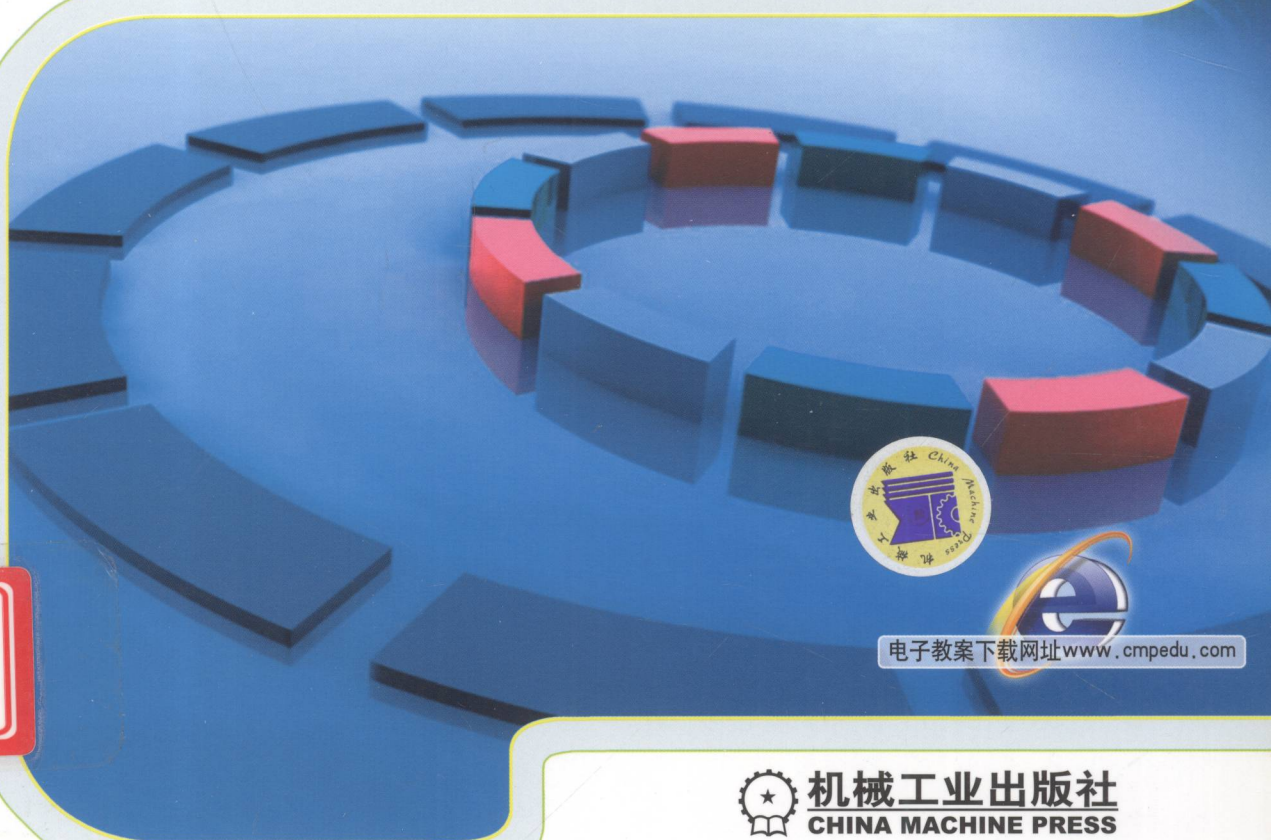
全国高等职业教育规划教材

C语言程序设计教程

第2版

吉顺如　刘新铭　辜碧容　唐　政　编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

C语言程序设计教程

第2版

吉顺如　刘新铭　辜碧容　唐　政　编著
计春雷　主审

机械工业出版社

本书根据高校非计算机类专业“C 语言程序设计”课程教学大纲编写。在编写中仔细考虑了内容的取舍，突出对基本概念的讲解和叙述，将基本概念和方法的应用，放在例题中，结合程序进行讲解，通俗易懂。本书共 10 章，内容包括 C 语言概述，数据类型、运算符和表达式，C 语言程序中的输入、输出，C 语言程序的控制结构，数组，函数，编译预处理命令，指针，结构体和文件等。每章精心选择典型例题进行分析，选择难易适中的习题供学生课后练习，每章的上机实验题均包括改错题、程序填空题及编程题。

本书适用于高校高职高专非计算机类专业的学生，也可供对程序设计有兴趣的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计教程/吉顺如等编著. —2 版. —北京：机械工业出版社，2010.1
（全国高等职业教育规划教材）
ISBN 978-7-111-29315-6

Ⅰ.C… Ⅱ.吉… Ⅲ.C 语言—程序设计—高等学校：技术学校—教材
Ⅳ.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 233767 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
责任编辑：王　颖
责任印制：杨　曦
北京蓝海印刷有限公司印刷
2010 年 3 月第 2 版 · 第 1 次印刷
184mm×260mm · 16.5 印张 · 409 千字
0001—4000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-29315-6
定价：27.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：(010)88361066
销 售 一 部：(010)68326294
销 售 二 部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材计算机专业
编委会成员名单

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位，促进学生技能的培养，以及教材内容要紧密结合生产实际，并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神，机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补，并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师，针对相关专业的课程设置，融合教学中的实践经验，同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的，具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中，本系列教材获得了较高的评价，并有多个品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中，除了保持原有特色外，针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中，核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题；实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

1）围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。

2）合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。

3）符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。

4）教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时，注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。

5）注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前　言

在20世纪70年代，C语言就因为其高效性、灵活性和适应性而广为应用，迅速成为软件开发最主要的程序设计语言之一。随着计算机技术的飞速发展，虽然C语言在软件开发领域中的地位已逐渐为可视化编程语言（如Visual Basic、Visual C ++、Delphi等）所替代，但是在工程应用领域，C语言依然有着强大的生命力。特别在教育领域，C语言仍是程序设计课程首选的入门语言。本书就是依据高校非计算机专业“C语言程序设计”课程教学大纲编写的专用教材。通过本门课程的学习，使学生掌握C语言程序设计的基础知识、基本概念，掌握C语言程序设计的思想和编程技巧，通过实践，提高分析问题和解决问题的能力，为后续课程的学习和应用开发打下扎实的高级语言理论和实践基础。

本书在编写中仔细考虑了内容的取舍，以教学大纲为依据，不刻意追求“系统性和完整性”，把应用性作为重点。在教学内容的叙述上，突出基本概念，将基本概念和方法的应用放在例题中，结合程序进行讲解。同时，借助“程序说明”和“注意”等教学提示，帮助学生理解教学内容，少走弯路。为了帮助学生掌握有关的基本概念和方法，每章精心选择了典型例题进行分析，选择难易适中的习题供学生课后练习。C语言程序设计是一门理论性、实践性均较强的课程，要注重上机编程实践，因此本书的每个章节后均提供上机实训题，题型包括改错题、程序填空题及编程题。这些练习和实训编程的内容紧扣大纲要求，既有基本练习题，也配有少量有一定难度的题目，教师可根据实际教学情况选用。

本书由吉顺如、刘新铭、辜碧容、唐政编写，吉顺如统稿。全书的例题和习题均上机进行了调试验证。

限于学识水平，且由于时间仓促，书中错误在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

为了配合教学，本书提供了电子教案，读者可在机械工业出版社网站www. cmpedu. com下载。

编　者

目　录

第1章　C语言概述

1.1　C语言的产生及特点

1.1.1　C语言的产生

20世纪60年代，随着计算机科学的迅速发展，高级程序设计语言Fortran、Algol60等得到了广泛的应用，然而，还缺少一种可以用来开发操作系统和编译程序等系统程序的高级语言，人们只能使用机器语言或汇编语言来编写这些程序，但机器语言和汇编语言存在着不可移植、可读性差、研制软件效率不高等缺点，给编程带来很多不便。于是，在20世纪70年代初，C语言应运而生。

C语言的出现是与UNIX操作系统紧密联系在一起的。它最早源于1968年发表的CPL(Combined Programming Language)语言。C语言的许多重要思想则来源于M. Richards在1969年研制的BCPL(Basic Combined Programming Language)语言，以及在BCPL语言的基础上，由K. Thompson在1970年研制、开发的B语言。K. Thompson用B语言为PDP-7计算机编写了第一个UNIX操作系统。随后D. M. Ritchie于1972年在B语言的基础上开发出C语言，并用C语言完成了在PDP-11计算机上实现的UNIX操作系统。UNIX操作系统的巨大成功也是C语言的巨大成功。

目前，从微型计算机到大型计算机都支持C编译程序。C编译程序不仅能在UNIX操作系统下运行，而且能在DOS、Windows和Linux操作系统下运行。由于C语言本身具有的优越性，它已经成为在各种计算机上、从系统软件设计到工程应用程序开发都能使用的一种高级程序设计语言。

1.1.2　C语言的特点

C语言主要有如下特点：

- 表达能力强且应用灵活。C语言是介于汇编语言和高级语言之间的一种程序设计语言。C语言既有面向硬件和系统、像汇编语言那样可以直接访问硬件的功能，又有高级语言面向用户、容易记忆、便于阅读和书写的优点。
- 程序结构清晰且紧凑。C语言是一种模块化程序设计语言，支持把整个程序分割成若干相对独立的功能模块，并且为模块间的相互调用以及数据传递提供了便利，这种模块化的程序结构与系统工程的结构要求相一致。
- 书写简单、易学。
- 目标程序的质量高。C语言提供了一个较大的运算符集合，并且其中大多数运算符可直接翻译成机器代码，因此，由它编写的源程序所生成的机器代码质量较高。
- 可移植性好。C语言通过调用输入/输出函数实现输入/输出功能。而这些函数属于独

立于 C 语言的程序模块库，因此，C 语言本身并不依赖于计算机硬件系统，从而便于在不同的计算机之间实现程序的移植。

- C 语言是结构化程序设计语言，有利于对程序流程实现有效的控制。
- C 语言提供了丰富的数据类型。它不仅有字符型、整型以及实型等基本数据类型，而且支持构造类型数据如数组和结构体等，从而可以适应不同的程序需求。
- C 语言支持指针和指针变量。允许通过指针和指针变量直接访问内存，从而使程序设计更具灵活性。

由于 C 语言具有上述众多特点，已经成为程序设计的主要语言之一，被广泛应用于微处理机和微型计算机的系统软件和应用软件的开发。

1.2 C 语言程序的结构及书写格式

几十年来所开发的 C 语言编译程序有多种版本，不同版本 C 语言的功能基本上一致，但也存在少量差异，主要体现在标准函数库中所含函数的种类、调用格式和功能上的稍许差别。本书以 1987 年美国国家标准 C 语言为基础，同时兼顾其他不同版本，以通用性、一致性的内容予以叙述。相关的示例均在 Turbo 公司推出的 Turbo C3.0 及 Microsoft 公司推出的 Visual C ++ 6.0 编程环境上调试通过。

1.2.1 C 程序的结构

习惯上，称用 C 语言编写的程序为 C 程序。C 程序通常是由一个或几个函数所组成的。下面是最简单的 C 程序示例。

【例 1 -1】从键盘输入 3 个整数，输出它们的和。

```
1:  main()                          /* 计算3个整数的和 */
2:      {
3:          int x,y,z,sum;
4:          scanf("%d,%d,%d",&x,&y,&z);
5:          sum = x + y + z;
6:          printf("sum = %d\n ",sum);
7:      }
```

上述程序中，左边一列数字序号和冒号是为了方便解释程序行而加上的，不属于程序本身。若将程序放在 VC ++ 6.0 环境中进行调试，须在 main( ) 函数前再加一条文件包含命令 #include <stdio.h>。本书以后的示例均按此格式书写，请读者在阅读程序时注意。

运行本例程序时，首先从键盘以十进制形式输入 3 个整数，然后求这 3 个整数之和，并将结果以十进制形式输出显示在屏幕上。

程序说明：

第 1 行：在 C 语言中，以/ * 开头，并以 * /结束的字符行是程序的注释部分，注释可以出现在程序的任何位置，用以帮助阅读和理解程序。运行程序时，注释部分将不被执行。

第 2 ~ 7 行：C 语言程序的基本结构为：

```
main( )
  {
    语句行
  }
```

其中,main( )表示主函数。每个C程序必须有一个而且只能有一个主函数。程序从main( )函数开始执行。main后面的圆括号“( )”是必需的。

花括号{ }内是主函数的函数体部分,函数体由C语言的语句序列构成。C语言中的语句大致分为两类:一类为说明语句,用来描述数据;另一类为执行语句,用来对数据进行操作。每个语句结束时,必须以分号“;”结尾。

第3行:数据类型说明语句。说明x、y、z、sum四个变量均为整数类型的数据。

第4行:执行语句。scanf( )是C语言提供的格式化输入函数。表示从键盘输入3个整数分别赋给变量x、y、z。其中的%d表示整数格式。

第5行:执行语句。将x+y+z的结果赋值给变量sum。

第6行:执行语句。printf( )是C语言提供的格式化输出函数。其中,\n表示输出结束后将光标移至下一行的开始处。

运行结果:

```
输入:1,2,3 <回车>
输出: sum =6
```

【例1-2】 采用模块结构,改写【例1-1】的程序。

```
1:  add(int x,int y,int z )
2:    {
3:      return(x+y+z);
4:    }
5:  main( )
6:    {
7:      int x,y,z;
8:      printf("Please Input Three Integers:\n");
9:      scanf("%d,%d,%d",&x,&y,&z);
10:     printf("sum = %d\n",add(x,y,z));
11:   }
```

程序说明:

第1~4行:定义函数add( ),括号中的x、y、z称为形式参数,该函数的功能是返回3个整数之和。

第3行:将x+y+z的结果返回给调用add( )函数的main( )函数。

第5~11行:主函数。

第8行:人机对话,显示必要的信息,提示用户输入3个整数。

第10行:输出结果。其中通过add(x,y,z)调用函数add( ),调用时,将用户输入的x、y、z的值传递给相应的形式参数,调用结束时,返回结果,由输出函数printf( )显示结果。

运行结果：

显示：Please Input Three Integers：
输入：1,2,3 <回车>
输出：sum = 6

与例 1 - 1 的程序比较，例 1 - 2 将 3 个整数求和的计算从主函数中分离出去，由一个函数 add( )实现这一功能，而主函数 main( )只承担输入数据、调用函数 add( )和输出结果的功能，称这种程序结构为模块化程序结构，相应地，称这种程序设计方法为模块化程序设计方法。模块化程序设计的特点是由不同的函数实现不同的功能，在主函数的统一调度下，实现既定目标。

一个模块化的 C 程序结构如图 1 - 1 所示。

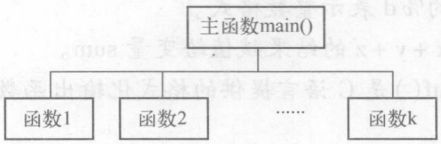


图 1 - 1　C 程序的模块化程序结构

习惯上称图中的函数 1、……、函数 k 为子函数。C 语言规定，主函数可以调用子函数，各子函数之间也可以互相调用，但子函数不可以调用主函数。

采用模块化程序设计的优点是：

- 程序结构清晰、层次分明。
- 易于调试。
- 便于删除或添加功能。
- 符合系统设计的要求。

1.2.2　C 程序的书写格式

C 程序的书写须遵循下列规则：

- 用 C 语言书写程序时较为自由，既可以一行写一个或多个语句，也可以一个语句分几行来写，但须注意：当一个语句分几行书写时，在换行前应加上“\”符，然后从下一行的开头继续。
- C 语言规定了若干有特定意义、为 C 语言专用的单词，称为关键字，如例 1 - 1 中的 main、int、scanf、printf 和例 1 - 2 中的 return 都是 C 语言的关键字。C 语言规定关键字必须使用小写字母。习惯上，书写 C 程序时均使用小写英文字母。
- 为了看清 C 程序的层次结构，便于阅读和理解程序，C 程序一般都采用缩进格式的书写方法。缩进格式要求在书写程序时，不同结构层次的语句，从不同的起始位置开始，同一结构层次中的语句，缩进同样个数的字符位置。从第 4 章开始，读者能从相关的例子中体会到采用缩进格式书写 C 程序的益处。
- 为了便于阅读和理解程序，应当在程序中适当地添加一些注释行。

1.3 C 程序的编译、调试和运行

程序员所编写的源程序(以 c 为文件扩展名)是无法直接投入运行的,必须由 C 编译程序对其进行编译,最终生成机器代码才能为计算机所识别并执行。C 编译程序首先对源程序进行语法检查,若没有发现错误,编译后将产生目标代码,并生成目标文件(以 obj 为文件扩展名)。若编译程序发现源程序有错误,则输出错误信息,此时,程序员应该对程序进行修改,纠正错误后,再进行编译,直到编译正确为止。需要指出的是:C 编译程序无法检查出用户程序中的算法错误,这类错误只能由用户根据实际问题以及凭经验加以判断和纠正。

经编译程序编译后产生的目标文件还是不能直接在计算机上运行,它仅仅是一个内存地址浮动的程序模块,还需要将程序重新定位在内存中确定的绝对地址上,此外,还必须将目标代码同源程序中所调用的标准函数库文件(如:scanf( )、printf( ))的目标代码结合起来。这个过程称为"连接",由 C 语言的连接程序完成,最后生成可执行文件(以 exe 为文件扩展名)。该可执行文件才可以在 DOS 系统下直接运行。整个过程如图 1-2 所示。

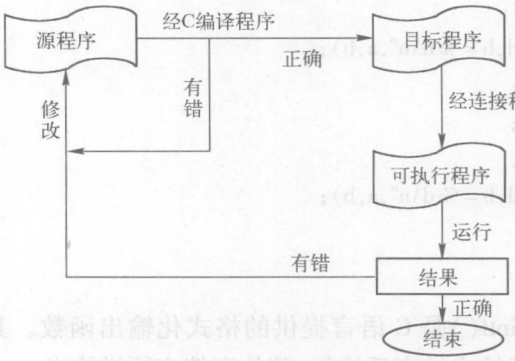


图 1-2 C 程序的编译、调试和运行

1.4 典型例题分析

【例 1-3】以下叙述正确的是(　　)。

A) 组成 C 程序的是函数

B) 组成 C 程序的是 main( ) 函数

C) C 程序总是从第一个函数开始执行

D) C 程序中,注释只能位于一条语句之后

解析:对 C 程序应明确:C 程序的基本单位是函数,C 程序由一个或几个函数构成,其中必须包含 main( ) 主函数。C 程序书写格式自由,每个函数在整个程序中的位置任意,main( ) 主函数不一定出现在程序的开始处,但不管 main( ) 主函数位于程序的何处,C 程序总是从 main( ) 函数开始执行,函数体必须以"{"开始,以"}"结束。程序的注释部分应包括在 /*…*/ 之间,/和 * 之间不允许留有空格,/* 和 */应当成对出现;注释部分允许出现在程序的任何位置,它对程序的执行不产生任何影响。

由此可知,答案是A)。

【例1-4】C源文件的扩展名为(　　)。

A) cpp　　B) txt　　C) c　　D) exe

解析:C源程序的扩展名为c,C++源程序的扩展名为cpp,文本文件的扩展名为txt,源程序经过编译、连接后得到可执行文件的扩展名为exe。

由此可知,答案是C)。

【例1-5】在C语言中,输出操作由(　　)完成。

A) scanf()　　B) printf()　　C) cout　　D) 输出语句

解析:C语言没有提供专门的输入输出语句,输入和输出都是由C语言提供的库函数来完成,其中scanf()是格式化输入函数,printf()是格式化输出函数,而cout是C++中的标准输出流对象。

由此可知,答案是B)。

【例1-6】写出下列程序的输出结果。

```
1:  main()
2:  {
3:    int a=2,b=5;
4:    printf("a=%d,b=%d\n",a,b);
5:        a=a+b;
6:        b=a-b;
7:        a=a-b;
8:    printf("a=%d,b=%d\n",a,b);
9:  }
```

解析:

第4行:执行语句。printf()是C语言提供的格式化输出函数。其中,双引号中的%d表示以整数格式输出,\n表示输出结束后换行,其他字符应原样输出。

第5行:赋值语句。执行之后变量a的新值为a和b之和7。

第6行:赋值语句。变量b值是变量a的原来值2。

第7行:赋值语句。变量a的最新值是变量b的原来值5。

由此可知,通过5、6、7三条赋值语句,使变量a、b的值交换。所以运行结果为:

```
a=2,b=5
a=5,b=2
```

【例1-7】写出下列程序的输出结果。

```
1:  main()
2:  {
3:    int a=2,b=5,t;
4:  printf("a=%d,b=%d\n",a,b);
5:    t=a;
6:    a=b;
7:    b=t;
```

```
8:      printf("a = %d,b = %d\n",a,b);
9:  }
```

解析：

第 5 行：赋值语句。执行之后变量 t 的值为 a 的值 2。

第 6 行：赋值语句。变量 a 的新值是变量 b 的值 5。

第 7 行：赋值语句。变量 b 的新值是变量 t 的值，即变量 a 的原来值 2。

由此可知，通过 5、6、7 三条赋值语句，也可以使变量 a、b 的值交换。所以运行结果为：

```
a = 2,b = 5
a = 5,b = 2
```

1.5 实验　C 程序运行环境及简单程序的运行

一、实验目的与要求

1）熟悉 C 语言集成编译环境。

2）掌握运行一个 C 程序的基本步骤，包括编辑、编译、连接和运行。

3）通过运行简单的 C 程序，初步了解 C 程序的特点。

4）理解一些最基本的 C 语句。

二、实验内容

1. 下面是一个简单的 C 程序，编辑、编译、连接和运行该程序，观察并记下屏幕的输出结果。

```
#include < stdio. h >                    /* 文件包含 */
main( )
  {
    int a,b;                           /* 定义整型变量 a,b */
    a = 10;                            /* 赋值语句 */
    b = a + 20;
  printf ("b = %d\n",b);               /* 输出函数 */
}
```

【使用 Visual C ++ 实验步骤】

第 1 步：进入 Visual C ++ 环境后，打开“文件”菜单，执行“新建”命令。

第 2 步：在“新建”对话框中选择“文件”选项卡，然后选择 C ++ Source File 选项。

第 3 步：在右边的目录文本框中输入准备编辑的源程序文件的存储路径，在文件文本框中输入准备编辑的 C 源程序文件名（如：sy1_1. c）。注意后缀是 . c。然后按“确定”按钮。

第 4 步：在光标闪烁的程序编辑窗口输入上面 C 程序（注意：/*　*/之间的内容为程序注释部分，不执行），程序输入完毕单击“文件”→“保存”，或单击工具栏上的“保存”按钮，也可以用〈Ctrl + S〉快捷键来保存文件。

第 5 步：选择菜单“编译”→“编译”命令，或单击工具栏上的“编译”图标，也可以按〈Ctrl + F7〉组合键，开始编译。观察调试信息窗口输出编译的信息，如果有错，则修改后再编译，直

至编译信息为:0 error(s),0 warning(s)表示编译成功。

第6步:单击〈F7〉键或工具栏图标,生成应用程序的.EXE文件(如sy1_1.exe)。

第7步:运行程序观察结果。选择菜单"编译"("执行"或单击工具栏上的执行图标,也可以使用〈Ctrl+F5〉快捷键。

【使用Turbo C实验步骤】

第1步:进入Turbo C环境后,打开File菜单,执行New命令。

第2步:输入上面C程序(注意:/* */之间的内容为程序注释部分,不执行)。

第3步:打开File菜单(按〈Alt+F〉组合键或〈F10〉键),执行Write to命令将程序存入班级学号文件夹中,文件名为:sy1_1.c。例如:D:\BG06101\sy1_1.c。

第4步:打开Options菜单(按〈Alt+O〉组合键),执行Directories命令,选择Output Directory,将其改为:例如:D:\BG06101\。

第5步:打开Compile菜单(按〈Alt+C〉组合键),执行Compile to OBJ命令。

第6步:打开Compile菜单(按〈Alt+C〉组合键),执行Make EXE file命令。

第7步:打开Run菜单(按〈Alt+R〉组合键),执行Run命令,按〈Alt+F5〉组合键,观察程序运行的结果。

第8步:打开File菜单(按〈Alt+F〉组合键),执行Exit命令或直接按〈Alt+X〉组合键退出TC,在Windows环境下,直接执行班级学号文件夹中的执行文件(sy1_1.exe),观察结果与第7步是否相同。

第9步:再进入TC,打开File菜单(按〈Alt+F〉组合键),执行Load命令,将班级学号文件夹中的sy1_1.c装入内存。

第10步:打开Run菜单(按〈Alt+R〉组合键),执行Trace into命令,观察程序单步执行时每条语句的功能。

TC上机操作时几个常用的命令须记熟:

命令:	〈Ctrl+F9〉	运行程序(编译、链接、运行三合一)
	〈Alt+F5〉	查看运行结果(即切换到用户屏幕)
	〈Esc〉	退出本级菜单
	文件(File)	菜单的9条命令

2. 改错题

1)下列程序的功能为:计算x+y的值并将结果输出。纠正程序中存在的错误,使程序实现其功能。

```
#include <stdio.h>
main()
  {
    int x,y;
    x=10, y=20
    sum=x+y;
    printf("x+y=%d",sum)
    printf("\n");
  }
```