

山东省高校统编教材

C语言程序设计 实验教程 (第二版)

■ 山东省教育厅组编



中国石油大学出版社

山东省高校统编教材

C 语言程序设计实验教程

(第二版)

主 编 宋吉和

中国石油大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

C 语言程序设计实验教程/宋吉和主编. —东营: 中国石油大学出版社, 2006.1

ISBN 7-5636-2149-0

I. C… II. 宋… III. C 语言—程序设计—高等学校—教学参考资料 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 000057 号

C 语言程序设计实验教程 (第二版)

主 编 宋吉和

责任编辑: 刘玉兰

出 版 者: 中国石油大学出版社 (山东 东营, 邮编 257061)

印 刷 者: 胶州市印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社 (电话 0546-8392062)

开 本: 185 × 260 1/16 印张: 13 字数: 333 千字

版 次: 1998 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 2006 年 3 月第 2 版第 8 次印刷

定 价: 16.80 元

版权所有, 翻印必究。举报电话: 0546-8391810

本书封面覆有中国石油大学出版社标志的激光防伪膜。

本书封面贴有中国石油大学出版社标志的激光防伪标签, 无标签者不得销售。

编者的话

C 语言是国际上广泛流行的计算机高级程序设计语言,由于 C 语言既是一门非常成功的系统描述语言,又是一门相当有效的通用程序设计语言,深受程序员的喜爱,所以,从 C 语言诞生至今虽然只有几十年的历史,但其发展速度和应用范围却是任何一种程序设计语言所无法比拟的。作为现代计算机语言的代表之一,C 语言展现出强大的生命力。

作为一门优秀的程序设计语言,许多高校已经不仅在计算机专业中开设 C 语言课程,而且在非计算机专业也开设了 C 语言课程,但是由于 C 语言的概念比较复杂,对于初学者来讲,特别是非计算机专业的初学者来讲,往往会感觉学习起来比较困难,非常需要一本入门较容易的教材。

1997 年,山东省教委曾组织有关人员推出了一套计算机基础教育教材,《C 语言程序设计》及其配套实验教材《C 语言程序设计学习指导与上机实验》就是其中之一。该教材曾在我省高校中普遍采用,为推动计算机教育发挥了重要作用。但是,任何一本好的教材也都需要不断地修改完善,以使其适应不断完善的教学环境和不断进步的教学理念。因此,2006 年初,我们在 1997 年第一版教材的基础上改写出版了《C 语言程序设计》第二版。而对于一门计算机语言,程序设计和实验是两个最重要的环节,学习 C 语言的最终目的,就是要学会用 C 语言编写源程序以解决实际问题,因此,我们编写了这本与之配套的《C 语言程序设计实验教程》。本教材每一章的内容均分为学习要点、习题解答和实验指导三部分,是学习 C 语言的一本重要辅助教材。

参加本版教材编写的人员都是长期工作在教学第一线,从事本课程教学多年,教学经验十分丰富的教师,参编人员有宋吉和、王绍卿、李增祥、崔孝凤、冷淑霞、孙福振、周洁、解红、李业刚、巨同升、薛磊江,全书由山东理工大学宋吉和主编、统稿。

由于编者水平有限,书中难免出现错误和不当之处,敬请各位专家、同行和广大读者提出宝贵意见,以使本教材在再次修订时得到完善和提高。

编 者

2006 年 1 月

目 录

第 1 章 概 述	1
第一单元 学习要点	1
1.1 程序设计与程序设计语言	1
1.2 C 语言简介	1
1.3 C 语言的特点和 C 程序的构成	2
1.4 简单程序设计的步骤和一般方法	2
1.5 算法及其描述	3
第二单元 习题解答	4
第三单元 实验指导	5
实验一 掌握 Turbo C 2.0 程序设计集成环境的使用	5
第 2 章 C 语言基础	10
第一单元 学习要点	10
2.1 C 的数据类型	10
2.2 常量	10
2.3 变量	10
2.4 各类数值型数据间的混合运算	12
2.5 运算符和表达式	12
第二单元 习题解答	14
第三单元 实验指导	16
实验一	16
实验二	17
第 3 章 顺序结构程序设计	20
第一单元 学习要点	20
3.1 C 语句简介	20
3.2 C 语句分类	20
3.3 赋值语句	20
3.4 常用输入输出函数	20
3.5 程序设计的一般步骤	21
3.6 顺序结构程序设计举例	22
第二单元 习题解答	22
第三单元 实验指导	26
实验一 数据输入/输出的概念在 C 语言中的实现	26
实验二 顺序程序的设计练习	27
第 4 章 选择结构程序设计	28

第一单元 学习要点	28
4.1 if 语句	28
4.2 if 语句应用举例	30
4.3 switch 语句	30
4.4 switch 语句应用举例	31
4.5 语句标号和 goto 语句	31
第二单元 习题解答	31
第三单元 实验指导	42
实验一 简单选择结构的实现	42
实验二 多分支选择结构的实现	42
第 5 章 循环结构程序设计	44
第一单元 学习要点	44
5.1 while 循环	44
5.2 do-while 循环	44
5.3 for 循环	45
5.4 循环的嵌套	45
5.5 break 语句和 continue 语句	46
5.6 循环结构程序举例	46
第二单元 习题解答	46
第三单元 实验指导	57
实验一	57
实验二	57
第 6 章 数 组	59
第一单元 学习要点	59
6.1 一维数组	59
6.2 二维数组及多维数组	60
6.3 字符串和字符数组	60
6.4 程序举例	61
第二单元 习题解答	61
第三单元 实验指导	78
实验一	78
实验二	79
第 7 章 函 数	81
第一单元 学习要点	81
7.1 C 的库函数简介	81
7.2 函数的定义、调用和声明	81
7.3 函数参数和返回值	82
7.4 函数的嵌套调用和递归调用	82
7.5 变量的作用域	83
7.6 变量的存储类别	83

7.7 程序举例	84
第二单元 习题解答	84
第三单元 实验指导	95
实验一 函数的值传递	95
实验二 函数的递归调用	97
实验三 函数变量的使用	98
第 8 章 编译预处理命令	101
第一单元 学习要点	101
8.1 宏定义	101
8.2 文件包含	102
8.3 条件编译	102
第二单元 习题解答	103
第三单元 实验指导	109
实验一	109
第 9 章 指 针	110
第一单元 学习要点	110
9.1 基本概念	110
9.2 指针变量的定义与引用	110
9.3 指针与数组	112
9.4 指针与字符串	112
9.5 指针与函数	113
9.6 指针数组和指向指针的指针	114
第二单元 习题解答	115
第三单元 实验指导	136
实验一 指针的简单应用	136
实验二 指针与数组	137
实验三 数组、指针和函数综合编程	139
第 10 章 结构体、共用体、枚举类型及其他	145
第一单元 学习要点	145
10.1 结构体的定义及引用	145
10.2 结构体数组	146
10.3 结构体与指针	146
10.4 位段的概念	147
10.5 共用体的概念	147
10.6 枚举类型	148
10.7 类型标识符的自定义	148
10.8 链表的概念及程序举例	148
第二单元 习题解答	149
第三单元 实验指导	173
实验一	173

实验二	174
第 11 章 文 件	175
第一单元 学习要点	175
11.1 文件的概念	175
11.2 文件类型指针	175
11.3 文件的打开、关闭与检测函数	175
11.4 文件的读写操作函数	176
11.5 文件的定位	178
第二单元 习题解答	179
第三单元 实验指导	196
实验一 文件的打开与关闭	196
实验二 fread 函数和 fwrite 函数的使用	197
实验三 综合实验	198

第 1 章 概 述

本章主要了解 C 语言的历史和发展,重点掌握程序设计的基本概念和程序设计的一些基本方法。

本章的难点:C 程序的构成和程序设计的一般步骤。

第一单元 学习要点

1.1 程序设计与程序设计语言

1. 程序设计的概念

用程序设计语言编写程序,解决问题的过程称为程序设计。程序设计一般要考虑两大要素,即算法和数据结构,所谓“算法”就是在求解一个实践问题时,计算机工作的过程和步骤。数据结构主要讨论如何组织需要处理的数据,从而提高程序运行的效率和精度。

2. 程设计语言的概念

程序是由一条条计算机指令组成的,是用某种计算机能够理解并执行的计算机语言来书写的,这些语言称为程序设计语言。一般地,计算机程序设计语言分为机器语言、汇编语言 and 高级语言。

机器语言是计算机惟一能够直接识别的计算机语言,机器语言中的每条指令(又称语句)都是以二进制形式表示的,因此,机器语言执行速度最快,但是,用机器语言编写程序难度很大,直观性很差,修改调试也非常不方便。

为了解决机器语言编写程序中的困难和缺点,人们开始用一些形象化的符号来代替机器语言中的指令,以便于记忆。这些用符号和数字组成的指令,被称为汇编语言指令,汇编语言指令的集合称为汇编语言。显然,汇编语言只是将机器语言“符号”化了,因此与机器语言相比,更便于记忆和理解,给编写程序带来较大方便。

机器语言和汇编语言统称为低级语言,低级语言没有摆脱机器指令的束缚,给计算机应用的普及和推广带来不少麻烦。

更接近人们的自然语言和数学公式的计算机语言称为高级语言。高级语言非常直观,便于阅读和理解,当程序出错时,调试起来也很方便。

1.2 C 语言简介

1963 年,英国的剑桥大学推出了 CPL (Combined Programming Language) 语言,1967 年,对 CPL 语言进行了简化,推出了 BCPL (Basic Combined Programming Language) 语言,1970 年,美国贝尔实验室的 Ken Thompson 以 BCPL 语言为基础,进一步简化,设计出了很简单且更加接近计算机硬件的 B 语言。在 1972 年到 1973 年间,贝尔实验室的 D.M.Ritchie 在 B 语言的基础上设计出了 C 语言。此后,C 语言先后进行了多次改进,先后被移植到大、中、小、

微型机上，并且迅速得到推广，现在已经成为世界上应用最广泛的计算机语言之一。

1.3 C 语言的特点和 C 程序的构成

1.3.1 C 语言的特点

C 语言的特点很多，归纳起来，主要有以下几点：

(1) C 语言简单、紧凑，使用方便。

(2) C 语言有非常丰富的运算符。

(3) C 语言对语法限制不太严格，从而使程序设计的自由度很大，这对于初学者来说，会感觉在学习 C 语言初级阶段时，其难度比学习其他高级语言要更难一些，因此，在使用 C 语言编写程序时，要求程序员对程序设计更熟练一些。

(4) C 语言允许直接访问物理地址，可以进行位运算，从而可以实现汇编语言的大部分功能。因此有人把 C 语言称为“中级语言”，C 语言既有高级语言的特点，又可以完成低级语言的许多功能。

(5) C 语言生成的目标代码质量高，程序执行效率高，而且，C 语言编写的程序可移植性较好。

C 语言与其他语言相比较，学习起来难度稍大些，用 C 语言编写程序，对于程序员的要求相对来讲较高，但 C 语言的功能强大，而且在使用 C 语言编写程序时，限制少，灵活性大，特别是用 C 语言不仅可以编写应用程序，也可以编写系统软件。

1.3.2 C 程序的构成

C 程序在编写时，主要掌握以下格式和规范：

(1) C 程序是由函数构成。

C 程序是由函数组成的，一个 C 程序至少包含一个主函数（main 函数），函数是 C 程序的基本单位。

(2) 每个函数都可以由两部分组成，即函数的说明部分和函数体。

函数的说明部分包括函数名、函数类型、函数的参数说明等。

(3) 函数体位于函数说明部分之后，由一对大括号括起来。

函数体一般由两部分组成，即变量定义部分和执行部分。

(4) 主函数 main 可以位于整个程序的开头，也可以放在最后或中间，但是，不论主函数的位置在何处，C 程序总是从主函数开始执行，主函数执行完毕，整个程序将结束运行。

(5) C 程序书写格式非常自由，一行可以书写多个语句，也可以将一个语句分写在多行，但是每个语句或数据说明后必须有一个分号“;”作为结束符号。

(6) 可以使用“/*.....*/”对 C 程序的任意部分做注释。

(7) 一个复杂的语句行可以写成多行，此时可以使用反斜杠“\”来表示续行。

1.4 简单程序设计的步骤和一般方法

对于简单程序，程序设计的一般步骤可以概括为：

1. 建模

即找出解决该问题的数学模型或数学公式。主要有两个步骤：

(1) 设变量；

(2) 确定公式。

2. 确定算法

所谓算法就是计算机解题的步骤，可以概括为：

- (1) 为已知变量赋值；
- (2) 根据公式求未知量；
- (3) 输出计算结果

该算法用 N-S 图描述为：

为已知变量赋值
求未知量
输出结果

3. 编程

C 程序的一般结构为：

```
main()
{
    变量说明部分;
    执行部分;
}
```

4. 程序的调试

上述程序编写完毕后，必须进行调试，找出其中的错误。程序调试的具体方法见附录。

1.5 算法及其描述

算法是程序设计的重点，也是今后学习的重要内容。编写程序必须掌握算法的一些基本概念及算法的描述。

1.5.1 算法的描述

目前，程序设计的算法通常采用三种方法描述，即：自然语言描述法、程序流程图和 N-S 图。

1. 自然语言描述法

自然语言描述的特点是更加接近人的思维，但是用自然语言来描述算法，书写起来较长，在描述复杂问题时不直观，容易引起二义性，因此，在程序设计中使用较少。

2. 传统的流程图

利用传统流程图来描述算法的最大特点是直观，而且画法非常灵活，在程序设计早期是非常流行的，但是其缺点也很明显：

- (1) 不容易表示算法的层次结构；
- (2) 不容易表示数据结构和程序之间的关系；
- (3) 由于用箭头表示程序的流向，容易引起随意的转移控制；
- (4) 容易误导程序设计者过早地考虑程序设计的局部细节，而忽略了程序的全局结构。

3. N-S 图

N-S 图主要用矩形框和分隔线来描述算法，它保留了传统流程图形象直观的特点，可以使初学者在程序设计中养成良好习惯，缺点是修改起来不太方便。

1.5.2 常用算法描述举例

主要了解实际的 N-S 图的画法及其相关算法，其他实际算法将在后面的章节结合实例加以介绍。

第二单元 习题解答

1.1 程序设计语言分为哪三种？各有什么特点？

答：一般地，程序设计语言分为机器语言、汇编语言和高级语言三种。

机器语言是计算机唯一能够直接识别的计算机语言，机器语言中的每条指令（又称语句）都是以二进制形式表示的，因此，机器语言执行速度最快，但是，用机器语言编写程序难度很大，直观性很差，修改调试也不方便。

为了解决机器语言编写程序中的困难和缺点，人们开始用一些形象化的符号来代替机器语言中的指令，以便于记忆，这些用符号和数字组成的指令，被称为汇编语言指令，汇编语言指令的集合称为汇编语言。显然，汇编语言只是将机器语言“符号”化了，因此，与机器语言相比，其更便于记忆和理解，给编写程序带来较大方便。

更接近人们的自然语言和数学公式的计算机语言称为高级语言。高级语言非常直观，便于阅读和理解，当程序出错时，调试起来也很方便。

1.2 C 语言有哪些特点？

答：归纳起来，C 语言的特点主要有以下几点：

- (1) C 语言简单、紧凑，使用方便；
- (2) C 语言有非常丰富的运算符；
- (3) C 语言对语法限制不太严格，从而使程序设计的自由度很大；
- (4) C 语言允许直接访问物理地址，可以进行位运算，因此可以实现汇编语言的大部分功能；
- (5) C 语言生成的目标代码质量高，程序执行效率高，而且，C 语言编写的程序可移植性较好。

1.3 C 程序由哪些部分组成？

答：

- (1) C 程序由函数构成。

C 程序是由函数组成的，一个 C 程序至少包含一个主函数（main 函数），函数是 C 程序的基本单位。

- (2) 每个函数都可以由两部分组成，即函数的说明部分和函数体。

函数的说明部分包括函数名、函数类型、函数的参数说明等。应该注意，每个函数名后面必须跟一对圆括号，圆括号内，根据实际需要，可以没有任何参数。

- (3) 函数体位于函数说明部分之后，由一对花括号括起来。

函数体一般由两部分组成，即变量定义部分和执行部分。

- (4) 主函数 main 可以位于整个程序的开头，也可以放在最后或中间，但是，不论主函数的位置在何处，C 程序总是从主函数开始执行，主函数执行完毕，整个程序将结束运行。

1.4 结构化程序设计都有哪几种结构？

答：结构化程序设计有三种结构：顺序结构、选择结构（或称为分支结构）、循环结构。

1.5 什么是算法？通常用哪几种方法来描述算法？各有什么特点？

答：所谓算法就是计算机解题的步骤，程序设计的算法通常采用三种方法描述，即自然语言描述法、程序流程图和 N-S 图。

1. 自然语言描述法

自然语言描述的特点是更加接近人的思维，但是用自然语言来描述算法，书写起来较长，在描述复杂问题时不直观，容易引起二义性，因此，在程序设计中使用较少。

2. 传统的流程图

利用传统流程图来描述算法的最大特点是直观，而且画法非常灵活，在程序设计早期是非常流行的，但是其缺点也很明显：

- (1) 不容易表示算法的层次结构；
- (2) 不容易表示数据结构和程序之间的关系；
- (3) 由于用箭头表示程序的流向，容易引起随意的转移控制；
- (4) 容易误导程序设计者过早地考虑程序设计的局部细节，而忽略了程序的全局结构。

3. N-S 图

主要用矩形框和分隔线来描述算法，它保留了传统流程图形象直观的特点，可以使初学者在程序设计中养成良好习惯，缺点是修改起来不太方便。

1.6 模拟例 1.2，编写一个 C 程序，已知某圆环的内圆半径为 15，外圆半径为 30，求该圆环的面积。

答：

1. 建模

设变量 r1 表示内圆半径，r2 表示外圆半径，s 表示圆环面积。确定公式

$$s=\pi*(r_2^2-r_1^2)$$

2. 算法

r1=15
r2=30
$s=\pi*(r_2^2-r_1^2)$
输出 s

3. 编程

```
main()
{ int r1,r2;
  float s;
  r1=15;
  r2=30;
  s=3.14*(r2*r2-r1*r1);
  printf("\n s=%f",s);
}
```

第三单元 实验指导

实验一 掌握 Turbo C 2.0 程序设计集成环境的使用

一、实验目的

- (1) 掌握 Turbo C 2.0 程序设计集成环境的使用。
- (2) 学会简单程序的调试。

二、实验要求

- (1) 预习教材第 1 章和附录 I、附录 II 有关内容;
- (2) 实验前, 准备好一个本人编写的 C 程序;
- (3) 通过实验, 掌握 C 程序的一般结构、C 程序调试的一般步骤等, 为今后其他实验打下基础。

三、实验内容

在 Turbo C 集成环境中调试程序的方法, 在附录 I 中已经作了详细介绍, 在此补充一下 Windows 环境下程序调试的一般过程和方法。

1. 启动 Turbo C 集成环境

首先找到 Turbo C 的安装文件夹 (一般在 C 盘名为 TC 的文件夹下), 然后找到 TC.EXE 文件, 双击 TC.EXE, 即可进入 Turbo C 集成环境 (见图 1.1)。

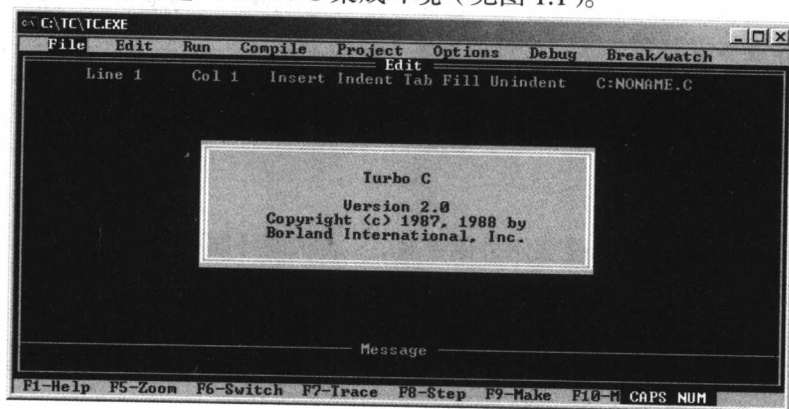


图 1.1 Turbo C 集成环境

在图 1.1 中, 标题栏下方的第一行为 Turbo C 集成环境的主菜单, 主要有 File (文件管理)、Edit (源程序编辑)、Run (程序运行)、Compile (编译) 等菜单项, 中间部分有两个窗口, 一是编辑窗口, 我们要输入或修改源文件时, 在此窗口下进行; 二是信息窗口 (Message), 在程序运行或编译出错时系统在此窗口显示有关提示信息。最下面一行为快捷键提示信息, 例如, “F1 - Help” 表示直接按下 F1 键系统将给出帮助信息, “F10 - Menu” 表示直接按下 F10 键可以激活主菜单。

2. 激活 Turbo C 集成环境菜单的方法

在 Turbo C 集成环境中, 菜单的使用方法有两种:

- (1) 先按 F10 键, 然后使用左、右箭头键移动亮条, 按回车键选中。
- (2) 按 Alt+各项英文单词的第一个字母。如 Alt+R 则直接选中了 Run 项; Alt+E 则直接选中了 Edit 项。

3. C 程序的编辑

先选择主菜单中的 File 项, 然后选择 New, 新建一个 C 程序, 此时光标会进入编辑窗口, 然后输入如下源程序:

```
main()
{
    printf("\n      *****");
    printf("\n      *                      *");
    printf("\n      *      Hello!          *");
}
```

```

printf("\n      *                      *");
printf("\n      *****");
}

```

在编辑状态，可以使用下表中的常用键对源程序进行编辑：

键 名	功 能	键 名	功 能
上箭头	光标上移一行	退格键	删除光标前面的一个字符
下箭头	光标下移一行	Ctrl+Y	删除一行
左箭头	光标左移一个字符	回车键	换行
右箭头	光标右移一个字符	Ctrl+N	插入一行
PgUp	光标上移一页	Ctrl+T	删除光标左边的一个词
PgDn	光标下移一页	Ctrl+QY	从当前光标处删到本行行末
End	光标移到本行最后	Ctrl+KB	定义块首
Home	光标移到本行开头	Ctrl+KK	定义块尾
Ctrl+QE	光标移到本窗口开始	Ctrl+KC	块复制
Ctrl+QX	光标移到本窗口底部	Ctrl+KV	块移动
Ctrl+QP	光标移到上次光标位置	Ctrl+KY	块删除
Ctrl+A	光标左移一词	Ctrl+KH	隐藏/显示字块
Ctrl+F	光标右移一词	Ctrl+KT	单个词标记
Ctrl+QR	光标移到文件开始处	Ctrl+QA	查找且替换
Ctrl+QC	光标移到文件结尾处	Ctrl+QF	查找
Ctrl+QB	光标移到字块开始处	Ctrl+QN	寻找标记处
Ctrl+QK	光标移到字块结尾处	Ctrl+KW	将字块写到一个文件中
Ins	插入/改写转换键	Ctrl+KR	将指定文件读到当前光标处
Del	删除当前光标处的一个字符	Ctrl+U	撤消正进行的操作

4. C 程序的运行

选择主菜单“Run”项（见图 1.2），然后选择其二级菜单中的“Run”或直接按 Ctrl+F9 键，就可运行正在编辑的程序。

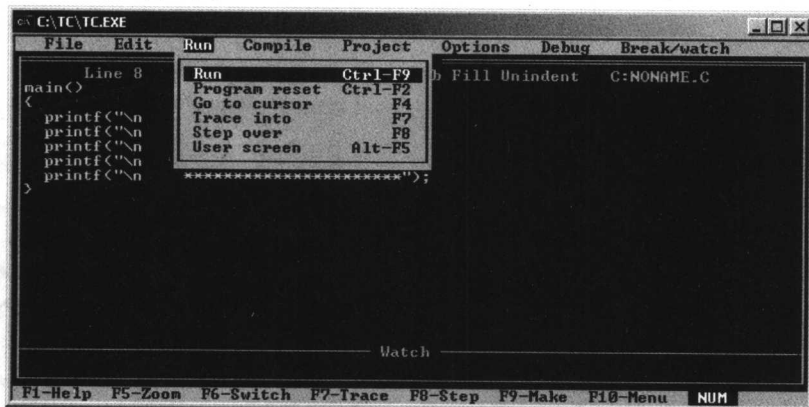


图 1.2 选择“Run”项示意图

5. 察看结果

如果程序有错误，在信息窗口将显示相关的错误信息，这时，选择主菜单中的“Edit”项，回到编辑窗口，对源程序进行编辑、修改，直到没有错误信息显示为止。

程序运行后，如果没有任何错误信息提示，则表示该程序已经正常运行，要察看运行结果，

可以选择主菜单的“Run”项，然后再选择其中的二级菜单“User Screen”项（见图 1.3）。

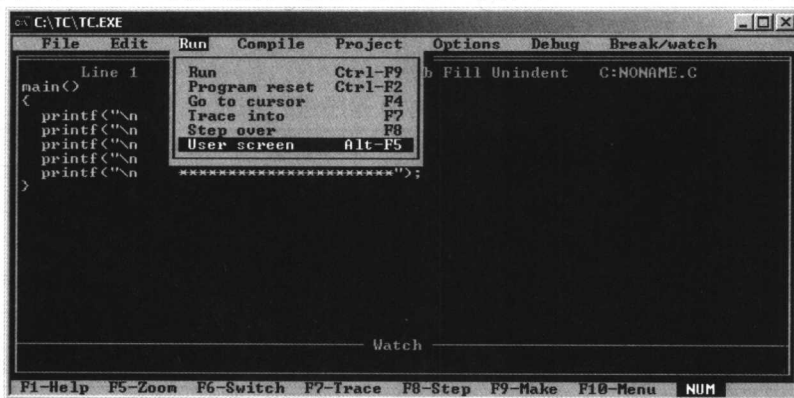


图 1.3 选择“User Screen”项示意图

选择了“User Screen”项后，系统将进入用户屏幕，见图 1.4。在用户屏幕，我们就可以看到程序的运行结果了。

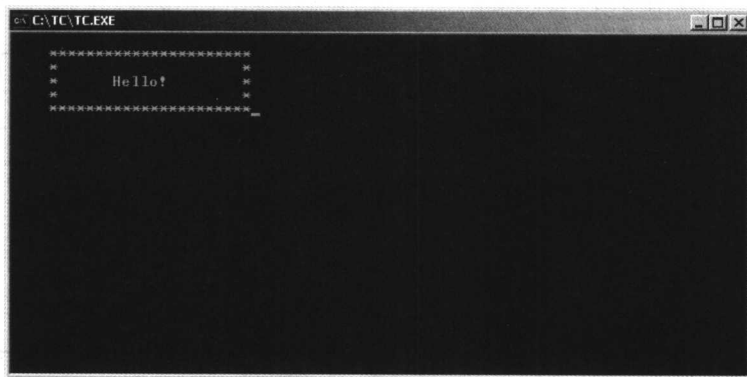


图 1.4 用户屏幕示意图

结果察看完毕，按任意键返回编辑状态。

6. 保存文件

程序调试完毕后，选择“File”项，再选择二级菜单中的“Save”项，将刚才编辑完毕的 C 程序存盘（见图 1.5）。

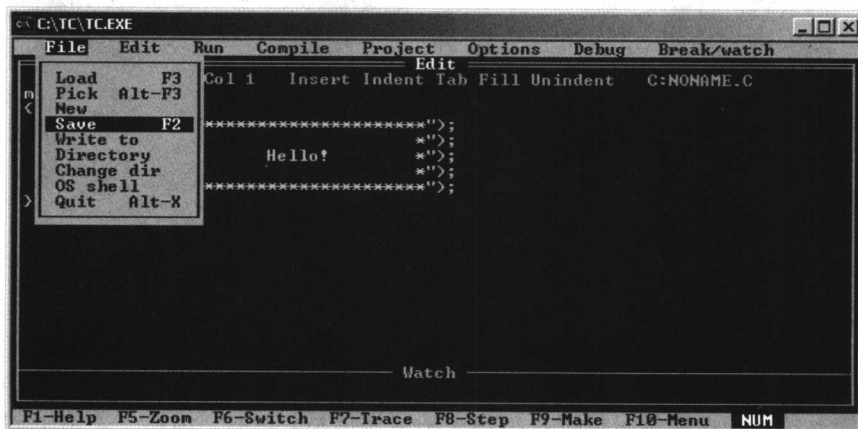


图 1.5 保存文件示意图

7. 按照上述过程，调试运行自己准备的程序

四、思考题

1. 如何对已经存盘的 C 程序进行编辑?
2. 存盘时, 默认的文件名是什么? 默认的文件夹是哪个?
3. 不进入 Turbo C 集成环境, 能不能运行已经编译通过了的程序?