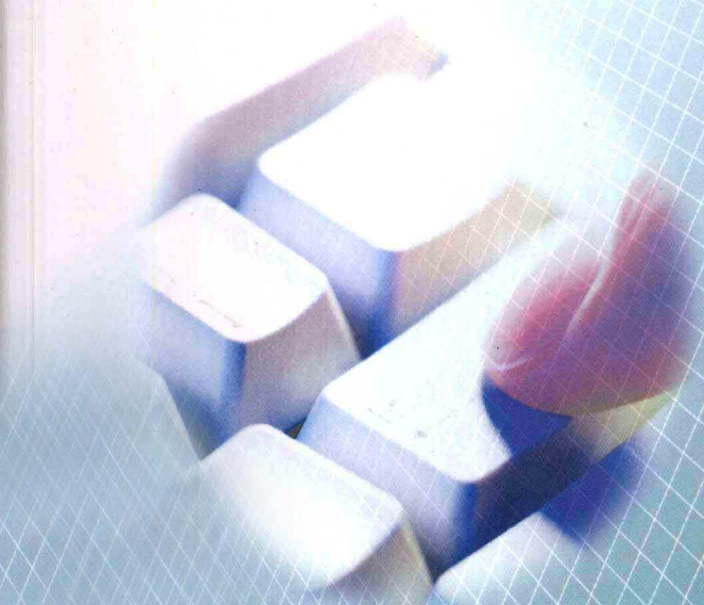
21世纪应用型本科院校规划教材

C语言程序设计

CYUYANCHENGXUSHEJI

主编 陈舜青
饶琛



南京大学出版社

21世纪应用型本科院校规划教材

C语言程序设计

主　编　陈舜青　饶　琛
副主编　赵晓静　蔡晓丽　王维丽

南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计/陈舜青主编. —南京:南京大学出版社,2008.8
21世纪应用型本科院校规划教材
ISBN 978-7-305-05219-4

Ⅰ.C… Ⅱ.陈… 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124368号

内容提要

C语言是高等学校普遍开设的一门计算机基础课程。本书是根据C语言课程教学大纲的要求编写的教材。在对C语言的数据类型、运算符与表达式等基本知识进行讲解的基础上,介绍了结构化程序设计的思想和方法,对构造类型数据的应用及变量的存储类型和指针等重要知识点也进行了详细的介绍。本书最后配了多种类型的习题。另备教学配套资料,主要包括课堂教学课件、教材例题中的源程序、习题电子稿,便于教师课堂教学和学生课后复习、上机练习,欢迎来函索取(yghe@press.nju.edu.cn)。

本书例题后"程序运行情况"中的划线部分为用户输入内容,其余内容为程序运行中显示的提示信息或运行结果。

作者主编的另一本《C语言实验指导与习题解析》(南京大学出版社)可以和本书配合使用,能帮助读者更好地消化、理解有关的知识。

本书适合于高等学校学生使用,也可作为各种计算机应用培训班学员的学习参考书,还可供C语言自学者或参加各种C语言考试的读者学习使用。

出 版 者 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路22号 邮 编 210093
网 址 http://press.nju.edu.cn
出 版 人 左 健

丛 书 名 21世纪应用型本科院校规划教材
书 名 C语言程序设计
主 编 陈舜青 饶 琛
责任编辑 何永国 编辑热线 025-83303587

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京紫藤制版印务中心
开 本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 492千
版 次 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷
印 数 1～3000
ISBN 978-7-305-05219-4
定 价 38.00元

发行热线 025-83592169 025-83592317
电子邮件 sales@press.nju.edu.cn(销售部)
nupress1@public1.ptt.js.cn

前　言

计算机C语言是一种基础性程序设计语言，它具有强劲的生命力、能极好地支持结构化、模块化等软件工程的开发，可移植性强，是一种应用广泛的计算机语言。C语言的标准已经推进到C99。

程序设计是一种技术，也是一项工程。除了计算机专业的C语言是必修课之外，很多非计算机专业也开设C语言课程，该课程对学生将专业知识与计算机编程相结合具有较大帮助作用。本书不仅介绍了C语言的基本语法知识，还注重思维方法的培养以及应用现代软件工程思想进行程序开发能力的训练。本书选择了比较典型的例题，强调对问题的分析过程和规律性问题的研究，使读者能举一反三，不断积累解决复杂问题的能力。

本书充分考虑了读者在学习时容易理解，力求概念准确、科学性强、容易自学。《C语言实验指导与习题解析》(南京大学出版社)可以和本书配合使用，使课堂教学、实验和实践之间的关系更为密切。同时，还提供了相关多媒体教学素材、习题电子稿和例题源程序，形成一套立体化的教学资源。

本书第1章和第4章由蔡晓丽编写，第2章和第8章由赵晓静编写，第3章由王维丽编写，第5章和习题由陈舜青编写，第6章、第7章和第9章以及附录由饶琛编写；由主编陈舜青、饶琛共同统稿，副主编赵晓静完成校对。

希望读者对书中疏漏和不当之处予以批评指正，欢迎同行和读者对本书内容提出修改建议，我们将不胜感激。

作　者

2008年7月

目 录

第 1 章　C 语言概述

学习目标与要求

(1) 了解 C 语言源程序的格式、风格和程序结构
(2) 掌握 C 语言程序的运行方法
(3) 掌握用流程图及 N-S 图描述算法

1.1　C 语言的发展

上个世纪 70 年代初，美国电话电报公司(AT&T)贝尔实验室的 D. M. Ritchie 设计出了 C 语言。它既保持了之前出现的 BCPL 语言和 B 语言的优点(精练，接近硬件)，又克服了它们的缺点(过于简单，数据无类型等)。早期的 C 语言主要是用于编写 UNIX 操作系统，该系统的 90%以上的代码都用 C 语言完成。后来，C 语言多次做了改进，但主要还是在贝尔实验室内部使用。直到 1977 年不依赖于具体机器的 C 语言编译文本《可移植 C 语言编译程序》出现，使 C 语言移植到其他机器时所做的工作大大简化，这也推动了 UNIX 系统在各种机器上实现。UNIX 和 C 语言在发展过程中相辅相成。

1978 年贝尔实验室正式发表了 C 语言。同时由 Brain W. Kernighan 和 Dennis M. Ritchie 合著了著名的《The C Programming Language》一书，该书中介绍的 C 语言被人们广泛地采用。但是，它并不是一个完整的标准 C 语言，在编译器开发的过程中，C 语言的很多实现细节需要厂商自行决定。

1983 年美国国家标准学会根据在 C 语言问世以来各种版本对 C 语言的发展和扩充，制定了一个新的 C 语言标准，通常称之为 ANSI C。1987 年又公布了新标准，即 87 ANSI C。国际标准化组织 ISO 采用了 87 ANSI C 标准，将其编号为 ISO/IEC 9899:1990。从那以后，C 语言还陆续进行了一些补充修正。C 语言的最新标准于 1999 年发布，被称做 ANSI C99 或者 ISO/IEC 9899:1999。本书也是基于 ANSI C 99 进行叙述。

1.2　C 语言的特点

1. C 语言简练、紧凑，使用方便、灵活。C 语言共有 32 个关键字，9 种控制语句，程序书写自由，主要用小写字母表示。它把高级语言的基本结构和低级语言的实用性结合起来。C 语言可以像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作，而这三者是计算机最基本的工作单元。C 语言程序比其他许多高级语言简练，源程序短，因此输入程序时工作量小。

2. 运算符丰富。C语言共有34种运算符，包括括号、赋值、强制类型转换等。运算符丰富使得编程人员可以实现在其他高级语言中难以实现的运算。

3. 数据类型丰富。C语言具有现代语言的各种数据结构，它提供的数据类型有：整型、浮点型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等，引入了指针的概念，使程序效率更高。

4. 具有结构化的控制语句。结构化语言的显著特点就是代码及数据的分隔化，即程序的各个部分除了必要的信息交流外彼此独立。结构化方式可以使程序层次清晰，便于使用、维护以及调试。C语言是完全结构化和模块化的语言，它以函数作为程序的模块单位。这种结构化C语言描述能力强，非常适于教学。

5. 程序设计自由度大，语法限制不太严格。C语言中为了使编程者有较大的自由度，通常放宽了语法检查，如对数组下标越界不作检查，整型数据、字符型数据及逻辑量可以通用等等。这就需要编程人员仔细检查，保证程序的正确，而不能完全依赖编译程序检查。

6. 可直接访问物理地址，进行位操作，能实现汇编语言的大部分功能，可直接对硬件进行操作。因此，C语言兼有高级语言和低级语言的特点和功能，可以用来编写系统软件，有人也称它为“中级语言”。C语言的特长主要就体现在对操作系统和系统实用程序以及需要对硬件进行操作的场合。

7. 生成目标代码质量高，程序执行效率高。一般只比汇编程序生成的目标代码效率低10%～20%。

8. 用C语言编写的程序可移植性好，基本上不用修改就可用于各种型号的计算机和操作系统。C语言广泛地移植到了各种类型计算机上，从而形成了多种版本的C语言。目前最流行的C语言有以下几种：

- Microsoft C或称MS C
- Borland Turbo C或称Turbo C
- AT&T C

这些C语言版本不仅实现了ANSI C标准，而且在此基础上各自作了一些扩充，使之更加方便、完善。本书以Turbo C 2.0环境编程。

1.3 C语言程序的结构

1.3.1 基本程序结构

为了说明C语言源程序的基本结构，先看以下几个程序。这几个程序由简到难，表现了C语言源程序在组成结构上的特点。虽然有关内容还未介绍，但可从这些例子中了解到组成一个C语言源程序的基本部分和书写格式。

【例1-1】 输出一行信息。具体程序如下：

```
/* This is the first C program */
#include <stdio.h>
int main()
```

```
{
  printf("www.vcok.com\n");
  return 0;
}
```

程序运行情况：

www.vcok.com

程序分析：

1. 该程序的第一行是注释信息。C 语言程序中，注释是为了增加程序的可读性和易懂性，人为增加的说明性信息。它主要用于说明程序的功能、用途、符号的含义或程序的实现方法等。C 语言中的注释不影响程序的功能和执行。注释从"/*"开始，由"*/"结束，在"/*"和"*/"中放置注释的内容。

2. #include 是文件包含命令，它可以将尖括号<>中指定的文件包含到源文件中，成为本程序的一部分。被包含的文件可以是由系统提供的，它们以 .h 为后缀，称为"头文件"或"标题文件"。C 语言的头文件中包括了各种标准库函数的函数原型。"stdio.h"是 C 编译系统提供的标准输入/输出文件，其全称是"standard input & output"。该语句的作用是告诉编译器 printf 函数的一些基本信息。

3. int main() 定义了一个名字为 main 的函数，表示"主函数"。当程序运行的时候，首先会从 main 函数开始执行，每一个 C 语言程序都必须有且仅有一个 main 函数。执行一个函数称为函数的调用，函数可以带参数，也可以不带参数。main 后面跟着空的()，表明 main 函数没有参数。函数可以有返回值，也可以没有返回值，在 main 函数前加上 void(空类型)，表明 main 函数没有返回值，加 int 表示这个函数的返回值是整型数。在 C 语言中，凡是不加类型说明的函数，自动按整型处理。

4. 函数体由花括号{ }括起来。

5. printf 是系统提供的标准输出函数，功能是把该语句中双撇号内的字符串送到显示器去显示。反斜杠"\"和字母 n 合起来称为换行符，如果遇到换行符，就会把其后面的内容移到屏幕的下面一行输出。该语句最后加上";"表示语句结束，C 语言规定：所有的语句必须以分号结尾，读者在开始进行 C 语言编程时，这一点务必注意！

6. "return 0;"语句的作用是结束 main 函数的运行，并向操作系统返回一个整数 0，作为程序的结束状态。实际上，任何整数都可以作为返回值。不过按照惯例，如果返回值为 0，就意味着程序运行一切正常。除 0 以外的其他数字，可以用来表示各种不同的错误情况(例如文件没有找到等)。系统中的其他程序可以检查这个返回值，用以判断程序是否成功运行。

【例 1-2】　求两数之差值，具体程序如下：

```
#include <stdio.h>
void main( )
{
  int value1,value2,dif;
  value1=60;
  value2=26;
```

```
    dif =value1-value2;
    printf("The difference of %d and %d is %d\n",value1,value2, dif);
}
```

程序运行情况：

The difference of 60 and 26 is 34

程序分析：

1. C语言要求函数中使用的变量必须在函数开始处声明，本例中通过语句"int value1, value2, dif;"声明了三个整型变量 value1、value2 和 dif。

2. 声明完变量后，分别给变量 value1 赋值 60，变量 value2 赋值 26，然后将两数相减的差存放到变量 dif 中。

3. printf 函数不但可以显示简单的文字，也可以显示变量的值。printf 函数后面的括号内有两部分内容。第一部分是用双撇号括起来的字符串，字符串中的普通字符原样输出，由%加上格式字符组成的格式说明部分代表在该位置将数据转换成指定的格式输出；第二部分列出需要输出的数据，数据可以是变量值，也可以是表达式，详见第 3 章 printf 函数格式。

【例 1-3】 用函数实现求两数的差。具体程序如下：

```
#include <stdio.h>
void main()                    /*主函数*/
{
  int find(int x , int y);                    /*声明 find 函数*/
  int value1, value2, dif;                    /*定义变量 value1、value2 和 dif*/
  scanf("%d,%d",&value1,&value2);             /*通过键盘输入 value1 和 value2 的值*/
  dif =find(value1,value2);                   /*调用 find 函数，将得到的值赋给 dif*/
  printf("The difference of %d and %d is %d\n",value1,value2, dif);      /*输出结果*/
}
int find(int x , int y)        /*定义 find 函数，函数值为整型，形式参数 x、y 为整型*/
{
  int z;                       /*find 函数中的声明部分，定义变量 z*/
  z=x-y;
  return (z);                  /*将 z 的值返回，通过 find 函数带回到调用函数的位置*/
}
```

程序运行情况：

60,26↙

The difference of 60 and 26 is 34

程序分析：

本程序包括两个函数：主函数 main 和被调用的函数 find。find 函数的作用是将 x 减去 y 的值赋给变量 z。return 语句将 z 的值通过函数 find 带回到 main 函数中调用 find 函数的位置。为了使编译系统能够正确识别和调用 find 函数，必须在调用 find 函数之前对 find 函数进行声明，即在 C 语言中函数必须先声明后使用，顺序不能颠倒或交叉。运行情况中，下划线部分为键盘输入部分；而符号"↙"表示回车，其余部分为输出，以下举例均相同。

main 函数中用到了标准输入函数 scanf。本例中用该函数输入变量 value1 和 value2 的值。“&”的含义是“取地址”，此 scanf 函数的作用是将键盘输入的两个值分别输入到变量 value1 和 value2 所占用的存储单元中。scanf 函数中双撇号括起来的“%d,%d”代表输入的两个数据以十进制整数形式输入。有关 scanf 函数的内容详见第 3 章。

程序执行到第 7 行时，调用了 find 函数，这时将实际参数 value1 和 value2 的值分别传送给 find 函数中的 x 和 y。经过运算得到的返回值 z 将返回到调用 find 函数的位置，即程序第 7 行的右侧，然后把这个值赋给变量 dif。

需要说明的是，有些编译环境对 scanf 和 printf 这两个函数可以省去对其头文件的包含命令，即 #include <stdio.h>。但不管什么情况都写上 #include <stdio.h>是一个良好的习惯，它可以避免由于编译系统的不同而发生语法错误。

通过上面三个例子的学习，相信读者对 C 语言程序的结构有了一个初步的认识，现在来总结一下：

1. C 语言程序由多个函数构成。
2. 每一个 C 语言程序都必须有且仅有一个 main 函数。
3. main 函数是程序的入口和出口，即从 main 函数开始执行，并从 main 函数结束程序。
4. 程序中可以加任意多的注释。
5. 引用 C 语言标准库函数，一般要用文件包含预处理命令将其对应的头文件包含进来。
6. 变量以及用户自己定义的函数，必须先定义后使用。
7. 函数包含两个部分：声明部分和执行部分，声明部分在前，执行部分在后，顺序不能颠倒，也不能有交叉。
8. C 语言中所有的语句必须以分号结尾。

1.3.2　C 语言程序的开发过程

C 语言程序的开发过程分为：编辑源程序、对源程序编译、连接目标代码生成可执行的程序以及运行可执行程序。

用高级语言编写的程序称为源程序，实际上计算机本身并不能直接理解这样的语言，必须将程序语言翻译成机器语言，计算机才能理解程序。将源程序翻译成机器语言的过程称为编译，编译的结果是得到源程序的目标代码。将目标代码与系统提供的函数和自定义的过程（或函数）连接起来，就可得到机器可执行的程序。机器可以直接执行的程序称为可执行程序或可执行文件。

例如通过编辑获得一个 C 语言源程序 pro1.c，然后通过编译得到二进制形式的目标程序 pro1.obj，接着将它与系统提供的库函数等连接，得到可以在计算机上直接执行的目标程序 pro1.exe。该过程可以用一个图表示（如图 1-1 所示），其中虚线表示文件的输

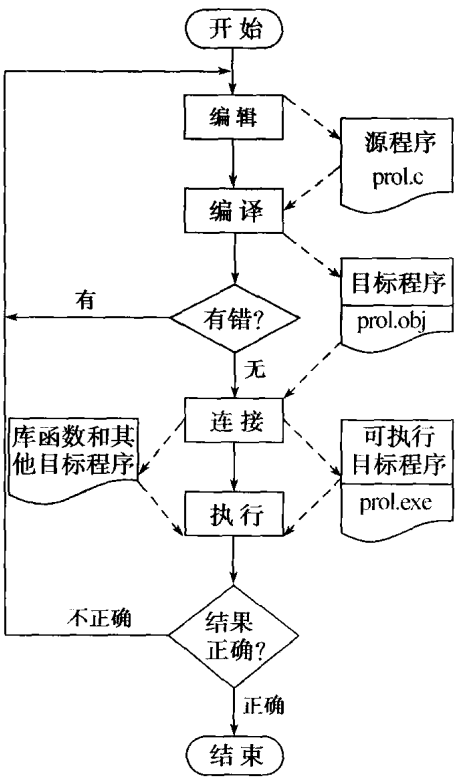


图 1-1　运行 C 语言程序的流程图

入/输出。

在现代软件开发环境中，编辑、编译、运行和调试过程通常由单个应用程序控制，这个应用程序被称为集成开发环境(Integrated Development Environment ，IDE)。IDE 通常基于窗口环境，通过 IDE 我们可以很方便地管理大型软件，在窗口中编辑文件，以及编译、连接、运行、调试程序。适合 C 语言的集成开发环境不止一种，常用的有 Turbo C 2.0、Turbo C++ 3.0、Visual C++等。无论使用哪种编译系统，只要用户感到方便、有效即可。

下面以 Turbo C 2.0 环境为例，介绍 C 语言程序调试和运行的具体步骤。

1. 进入 Turbo C 2.0 集成开发环境

用户只要双击 tc.exe 文件即可进入 Turbo C 2.0 环境，用 Alt+Enter 组合键在窗口模式和全屏模式之间切换，用 F10 键可以回到主菜单，用方向键“←”、“→”在主菜单中切换，按回车键后可以展开具体的下拉式菜单，用方向键“↑”、“↓”可在下拉式菜单中切换。

2. 编辑源文件

编辑源文件有两种情况：

(1) 如果是新建立一个源程序，可以在主菜单中用光标移动键将光标移到 File 菜单，接着在其下拉菜单中选择 New(如图 1-3 所示)并按回车，将进入图 1-2 所示的界面进行编辑，图的上部是编辑窗口。

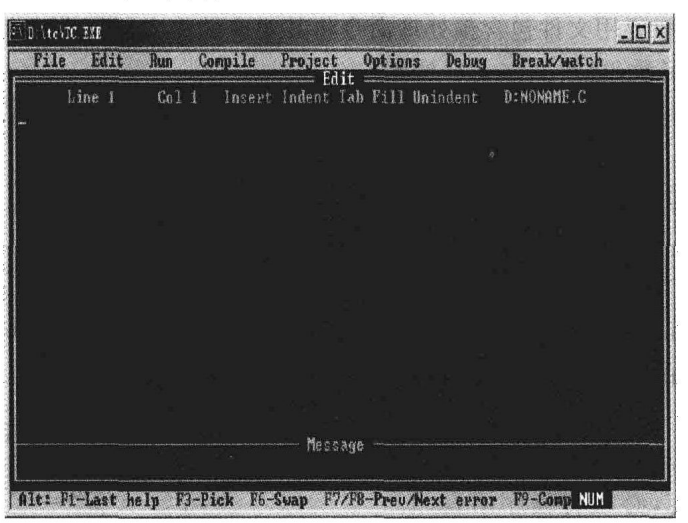


图 1-2 Turbo C 2.0 集成开发环境

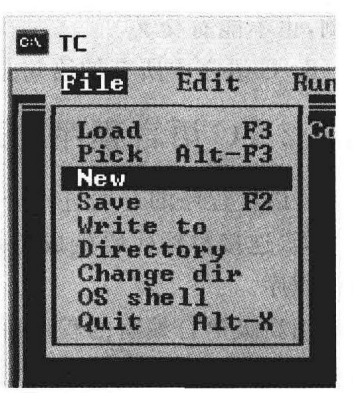


图 1-3 新建或打开一个文件

(2) 如果是对已有的源程序进行修改，应选择 File 菜单，然后在其下拉菜单中选择 Load 后按回车，此时屏幕上出现一个“Load File Name”对话框(如图 1-4 所示)，要求输入将要编辑的源程序的文件名，可以输入文件全称，例如：pro1.c；也可以省略扩展名.c，仅输入主文件名，例如：pro1，当输入并按回车键后，编辑窗口中的光标即被激活，进入了编辑状态。如果输入的文件名是新的，则表示创建一个新文件。此时，你可以将事先已编好的源程序输入到该窗口内。

在编辑(Edit)状态下，光标表示当前编辑的位置，用户可以插入、删除、修改自己的程序，编辑完后可以选择“File”→“Save”保存源文件，C 语言程序文件名以.c 为后缀。

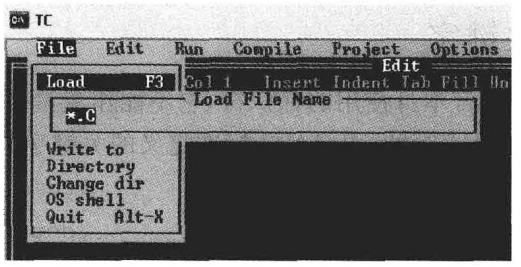


图 1-4　打开源程序对话框

3. 对源文件进行编译

为了将编辑好的源程序(以. c 为后缀)变成目标程序(以. obj 为后缀),要进行编译操作。C 语言的编译器一般由词法分析器、语法分析器和代码生成器组成。

词法分析器主要是对源程序进行词法分析,它按字符的方式阅读程序,识别一个个单词并分类,分析的结果交给语法分析器。语法分析器对得到的分析结果进行再分析,识别每个成分所扮演的角色。代码生成器将经过语法分析后没有语法错误的程序翻译成机器语言程序指令。

用户可选择 Compile 菜单,然后在其下拉菜单中选择 Compile 命令(或 Alt+F9)对源程序进行编译。编译后屏幕上会出现关于错误(error)和警告(warning)的信息(如图 1-5 所示)。按任意键后光标停留在出错的地方提醒用户修改。修改后编译,直到正确为止。

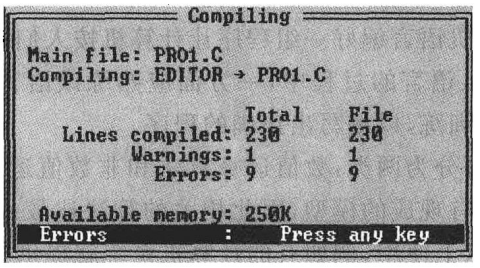


图 1-5　对源程序进行编译

4. 连接库函数及目标程序

为降低程序开发中低水平重复所带来的低效率,C 语言程序中通常是模块化设计,将相对独立的功能通过一个个程序单元实现。这些程序单元分别经过编译得到的目标程序还不能直接执行,必须将目标程序和源程序中用到的库函数以及源程序包含的其他文件的目标程序连接起来。具体操作时用户可选择 Compile 菜单,然后在其下拉菜单中选择 Link 命令,或者用"Compile"→"Make"(或按 F9 功能键)一次完成编译和连接操作。

5. 执行程序

用户可选择"Run"→"Run"(或 Ctrl+F9)执行以. obj 为后缀的可执行文件。如果需要输入数据,屏幕会自动切换到运行窗口等待用户输入,运行结束后马上回到程序编辑窗口。用户要看清楚结果,可按 Alt+F5,按任意键后又回到编辑窗口。如果程序运行结果有误,可重复步骤 2 至 4,直至得到正确结果。要退出 Turbo C 2.0 环境,可选择"File"→"Quit"或按快捷键 Alt+X。

1.3.3 C语言的关键字

关键字就是已被编程语言本身使用的标识符，它不能作变量名、函数名等其他用途。在C语言中，所有的关键字都是小写的，由ANSI标准定义的关键字共有32个，分别是：

auto	break	case	char	const
continue	default	do	double	else
enum	extern	float	for	goto
if	int	long	register	return
short	signed	sizeof	static	struct
switch	typedef	union	unsigned	void
volatile	while			

不同的编译器对C语言的关键字有不同的扩充，Turbo C扩充了11个关键字，即：

asm	_cs	_ds	_es	_ss	pascal
cdecl	far	huge	interrupt	near	

1.3.4 算法

为了用计算机解决问题，人们有必要将需要用计算机解决的问题分解成相互独立的几部分，每部分通过简单的语句或结构来实现，这个过程就是制定算法。广义地说，算法是指为解决一个问题而采取的方法和步骤。在结构化程序设计中，首先要确定的就是解决问题的算法，然后通过某种计算机语言编好一组程序让计算机按人们指定的步骤有效地工作，从而解决问题。所以在学习C语言的过程中，一方面应熟练该语言的语法，另一方面要认识到算法的重要性，加强思维训练，以编写出正确的程序。

计算机能执行的算法可分为两类：数值运算算法和非数值运算算法。数值运算算法用于求数值解，由于数值运算有现成的模型，因此相关的算法比较成熟、人们把常用的数值运算算法汇编成册或存在磁盘上使用，例如有的计算机系统就提供了“数学程序库”，以方便人们使用。非数值运算应用的面比数值运算更广，如图书检索、人事管理等，人们只对一些典型的算法（如排序）作比较深入的研究。其他非数值算法需要人们根据新问题的特点，举一反三，设计出相应的算法。

对同一个问题有不同的解题方法和步骤，因此算法并不唯一，它们有优劣之分。一般人们都希望采用方法简单、运算步骤少的算法。

下面通过一个简单的例子介绍如何表示一个算法。

【例1-4】 从键盘输入三个整数，找出其中最大的那个数。

分析：可以采用两两比较的方式逐步得到最大的数，假定输入的三个变量分别是x、y、z，变量max用来存放最大的那个数。先比较x和y，将较大的数放入max中，再将max与z比较，将数值大的放入max中。算法步骤如下：

1. 输入三个整数，分别赋值给变量x、y、z
2. 比较x和y的大小，如果x<y，则max=y；否则max=x
3. 比较max和z的大小，如果max<z，则max=z
4. 输出max的值