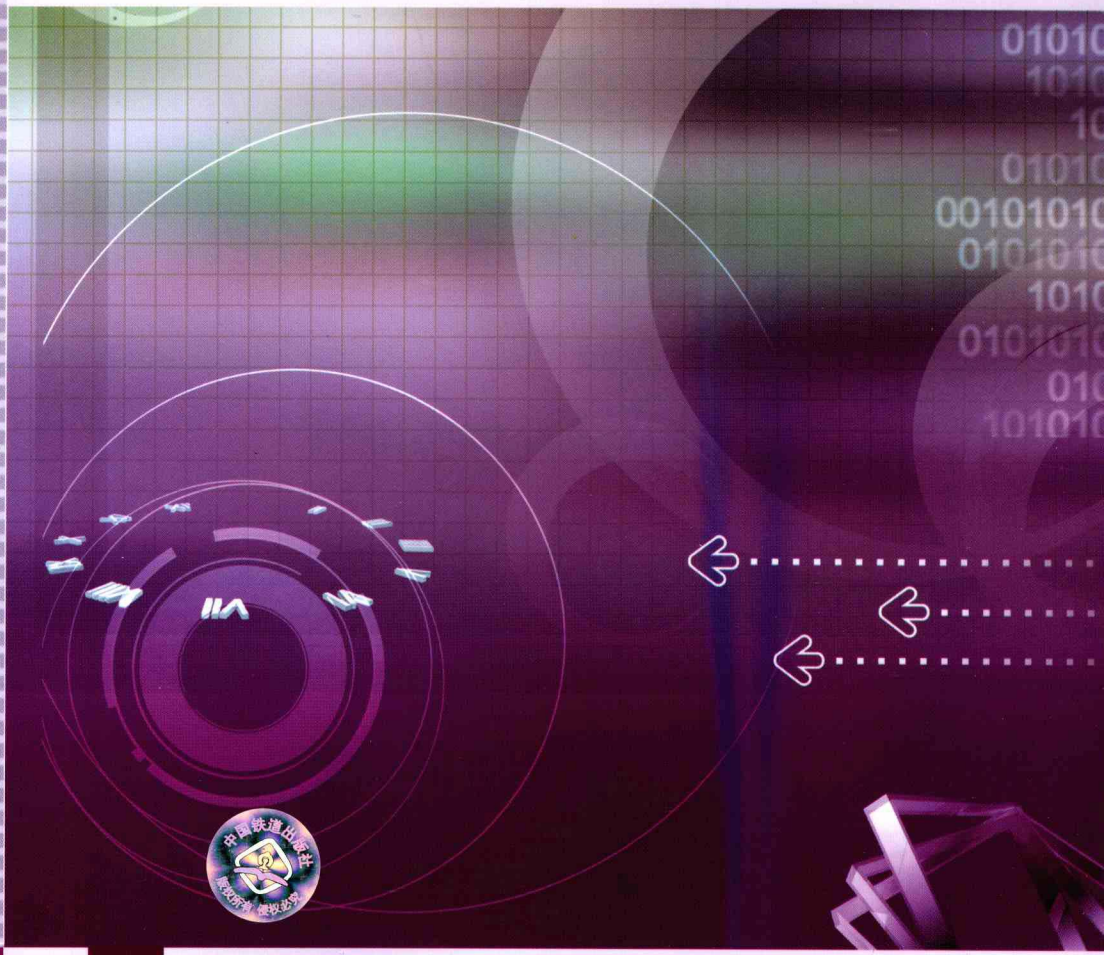
高职高专计算机实用教程系列规划教材

C语言程序设计

王 玉 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高职高专计算机实用教程系列规划教材

C 语言程序设计

王　玉　编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

C 语言是一种结构化的通用程序设计语言，目前在国际上的应用非常广泛。本书总结了作者多年的教学经验，按 C 语言课程的教学大纲要求，系统地讲述了 C 语言的基本内容，主要包括 C 语言的基础知识、C 语言的数据类型、运算符与表达式、C 语言程序的 3 种基本结构、变量、数组、用户自定义函数、结构体、共用体、指针和文件等。

本书内容逻辑性强、循序渐进、深入浅出，通过精心设计、仔细筛选了大量具有代表性的例题和习题，使读者既能掌握 C 语言的基本概念，又能融入程序设计方法学的思想，有助于读者拓宽编程思路。

本书适合作为高等职业技术学院计算机专业课程的教学用书，也可作为其他大中专学校、中等职业学校计算机教学参考书和计算机爱好者学习用书。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计/王玉编著. —北京：中国铁道出版社，2008.1
（高职高专计算机实用教程系列规划教材）
ISBN 978-7-113-08545-2

Ⅰ.C… Ⅱ.王… 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（2008）第 012906 号

书　　名：C 语言程序设计
作　　者：王　玉
出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市宣武区右安门西街 8 号）
策划编辑：严晓舟　秦绪好
责任编辑：王春霞　包　宁
封面设计：付　巍
封面制作：白　雪
印　　刷：化学工业出版社印刷厂
开　　本：787×1092　1/16　**印张**：16　**字数**：374 千
版　　本：2008 年 2 月第 1 版　2008 年 2 月第 1 次印刷
印　　数：1～5 000 册
书　　号：ISBN 978-7-113-08545-2/TP・2679
定　　价：24.00 元

前 言

C 语言是在国内外得到广泛使用的结构化程序设计语言，它既具有高级语言的特点，又具有低级语言的功能，目前许多大型开发工具都以 C 语言作为基础语言。由于 C 语言也是适合作为计算机领域许多后续课程的基础语言，所以学习 C 语言程序设计之后，对读者进一步学习后续的其他课程会有所帮助。

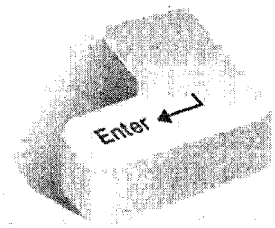
本书是学习 C 语言程序设计的基础教程，全书共分 11 章，在内容安排上遵循深入浅出、由简到繁、循序渐进的原则，分别介绍了 C 语言中的基本概念和语法规则，Turbo C 2.0 的概况，Turbo C 2.0 集成开发环境的使用，C 语言的特点、数据类型和表达式、顺序程序的设计、分支和循环等程序控制语句、数组及数组应用、函数应用、指针、编译预处理、结构体与共用体及文件操作等内容。学习一种程序设计语言的目的，在于使用这种语言编写程序，以便更好地利用计算机解决现实问题。因此本书主要着眼于对 C 语言的基本内容进行概括性的阐述，力求全书在内容上衔接自然、系统全面，通过大量实例体现出该语言的基本要领的运用，并结合图示分析了大量的例题，同时加以适当的注释，使读者学来得心应手。在每章之后还附有一定量的习题，使读者能随学随练，以巩固加深理解所学内容。本书适合作为高等职业技术学院计算机专业课程的教学用书，也可作为其他大中专学校、中等职业学校计算机教学参考书和计算机爱好者学习用书。

本书由王玉老师选题、统稿并整理。由于计算机科学技术发展迅速，加之编者水平有限，书中难免有疏漏与不足之处，恳请有关专家与广大读者批评指正。

编 者

2008 年 1 月

目 录



第1章 C语言概述

相关知识点

- C语言的特点
- C程序的基本结构
- C程序基本输入/输出语句
- C程序的编辑、编译连接和执行方法

核心技能点

- 能熟悉C程序的基本结构
- 能熟练使用输入/输出函数（scanf()和printf()）
- 能使用简单语句设计C程序
- 能熟练调试和运行C程序

1.1 C语言的发展与特点

我们知道，所有的软件都是用计算机语言编写的，而C语言也是众多高级语言中的一种，所以通过本节的学习，主要了解C语言的发展历程和其他高级语言相比所具有的特点。

1.1.1 C语言的发展

早期的操作系统等系统软件，主要是用汇编语言编写的，它依赖于计算机硬件，程序的可读性和可移植性都很差。若改用高级语言来编写，又难以实现汇编语言能直接对硬件进行操作的某些功能。为此，人们开始寻求一种既具有一般高级语言特性，又具有低级语言特性的语言。

1960年出现的ALGOL 60是一种面向问题的高级语言，它离硬件较远，不适宜用来编写系统程序。1963年英国的伦敦大学和剑桥大学在ALGOL 60的基础上推出了CPL语言，它接近硬件一些，但规模较大，难以实现。1967年剑桥大学的Martin Richards对CPL语言进行了简化，推出了

BCPL 语言。它是一种没有数据类型，或者说只有一种数据类型——机器字的单一数据型语言。1970 年美国贝尔实验室的 KenThomPson 以 BCPL 语言为基础，又作了进一步简化，设计出了很简单且很接近硬件的 B 语言（取 BCPL 的第一个字母），并在 PDP－7 机上实现了用 B 语言写的第一个 UNIX 操作系统。1971 年又在 PDP－11/20 机上实现了 B 语言，并写了 UNIX 操作系统。但 B 语言仍是单一数据型语言，过于简单，功能有限。1972 年美国贝尔实验室的 D.M.Ritchie 在 PDP－11 机上实现了 C 语言。他以 B 语言为基础，引进多种基本数据类型：字符、整数和浮点数，并导出数组、指针、结构、联合和函数，既保持了 BCPL 和 B 语言精练、接近硬件的优点，又克服了它们过于简单、数据无类型等缺点。1973 年，K.ThomPson 和 D.M.Ritchie 合作用 C 语言重写了 UNIX 操作系统，实现了 UNIX 第五版。它比原先的版本更易于理解、修改和扩充，并增加了多道程序设计功能，开创了 UNIX 系统发展的新局面。

C 语言在发展过程中与 UNIX 相辅相成，C 语言开创了 UNIX 的新局面，使其获得了巨大成功。UNIX 促成了 C 语言的发展，使其得到了迅速推广，从而形成一对繁荣与共的孪生兄弟。1978 年以后，C 语言逐渐独立于 UNIX 系统，独立于 PDP－11 机而蓬勃发展。以 1978 年发表的 UNIX 第七版中的 C 编译程序为基础，Brian W.kernighan 和 Dennis M.Ritchie（合称 K&R）合作出版了名著《The C Programming Language》，由它产生了 C 语言版本的基础，称为标准 C。1983 年，美国国家标准化协会（ANSI）将标准 C 作了扩充和发展，制定了新的标准，称为 ANSI C。1988 年 K&R 按照 ANSI C 标准又重写了他们的名著。目前人们常将 1978 年的标准 C 称为旧标准，将 ANSI C 称为新标准。随着 C 的发展，现在，C 语言已风靡全世界，成为世界上应用非常广泛的新型的现代主流程序设计语言，成为微、小、超小、大、超大和巨型等各类计算机共同使用的语言。C 语言的发展历史如图 1-1 所示。

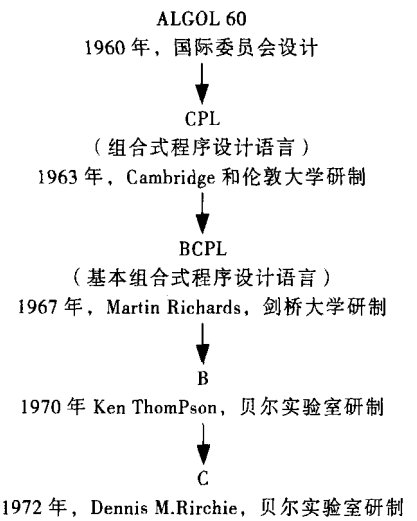


图 1-1　C 语言发展历史

1.1.2　C 语言的特点

C 语言之所以能具有强大的生命力，成为国际上公认的最重要的少数几种通用程序设计语言之一，固然与它产生的环境及历史背景有关，但起决定作用的是它自身的特点。概括起来，C 语言的特点是：简洁、灵活，表达能力强，代码质量高，是结构化程序，可移植性好。具体说可分成以下几点：

1．语言简洁

C 是一种小型语言，在程序设计中，小即是美。C 虽小却被公认为是比较强有力的语言。经精心选用，它总共只有 32 个关键字，9 种控制语句，压缩了一切不必要的成分，基本组成部分紧凑，表示方法简洁，使用一些简单、规整的方法就可以构造出相当复杂、功能很强的数据类型、语句和程序结构。如使用“{}”代替 begin、end 作复合语句或函数体的“括号”；用“++”表示加 1；“--”表示减 1 等。从语言内部实现角度看，C 语言本身不提供输入/输出机构，即没有在一般高级语言中的 read、write 语句和固定的文件存取方式，这些高级机构都通过显式函数调用来实现。

2. 表达方式灵活实用

C语言提供了多种运算符和获得表达式值的方法，对问题的表达也可通过多种途径得到，使用户在程序设计中有更大的主动性；语法限制不太严格，程序设计自由度大，如对数组下标越界不作检查，对变量类型使用灵活（整型量与字符型数据及逻辑型数据可以通用）等；另外语言格式自由、限制少，编写程序较自由；程序以小写字母为基础，易读易写等，充分体现出C语言灵活、实用、方便的特点。

3. 表达能力强

C语言有丰富的数据结构和运算符。包含了现代化语言所要求的各种数据结构：整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构类型和联合类型等，能用来实现各种复杂数据结构（如链表、树、栈等）的运算。运算符有34种，包含的范围很广，灵活使用各种运算符，可以实现其他高级语言难以实现的运算。C语言能直接访问物理地址，能进行位（bit）操作，能实现汇编语言的大部分功能，可以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许多优点，故有人称C语言为“高级语言中的低级语言”或“中间语言”，它既可用来编写系统软件，又可用来开发应用软件，是一种成功的通用程序设计语言。

4. 语言生成的目标代码质量高

相对汇编语言而言，许多高级语言生成的代码质量很低。但是，许多试验表明，针对同一问题，用C语言编写的程序，生成代码的效率仅比用汇编语言写的代码低10%～20%。由于用C语言描述问题比用汇编语言描述编程迅速，工作量小，可读性好，易于调试、修改和移植，而在代码质量上可与汇编语言相媲美，因此，C语言迅速成为人们进行程序设计和软件开发得心应手的工具。

5. 结构化程序设计

C语言是一种结构化语言，提供了编写结构化程序所需的基本控制流结构语句，如if...else、switch、while、do...while、for等；用函数作为程序设计的基本单位，实现程序的模块化；可以分别对各个源文件进行编译，再通过连接得到可执行的目标程序文件；提供多种存储属性，使得数据可以按需要在相应的模块中共享或隐藏。

6. 可移植性好

汇编语言因为依赖于机器硬件，所以根本不可移植。而一些高级语言，如FORTRAN等的编译程序也不可移植，它们从一种机器搬到另一种机器，基本上都要根据国际标准进行重新编写。而C语言目前在不同机器上出现，大部分都是C语言编译移植得到的。统计资料表明，不同机器上的C编译程序80%的代码是公共的。C语言的编译程序便于移植，就使一个环境上用C语言编写的许多程序，从该环境不加或稍加改动就可以搬到另一个完全不同的环境上运行。

综上所述，C语言的优点很多，但和其他程序设计语言一样，它也有其弱点，如运算符的优先级较多，有些还与常规约定不同，不便记忆；某些语法部分不易用形式化方法进行描述；各种C语言版本之间略有差别，缺乏统一的标准；C语言不是强类型的语言，它强调灵活、高效的同时，在一定程度上牺牲了某些安全性，如类型检验太弱，转换比较随便等。因此，C语言对程序设计员提出了较高的要求，尤其在使用C语言的某些高级手段时更是如此。但是，C语言的优点远远超过了它的弱点，这些优点使C语言具有强大的吸引力。实际经验表明，程序设计人员一旦接触了这种语言，并且有一定程序设计经验后，就会对它爱不释手。

1.2 C 语言程序结构

C 语言程序一般由若干个函数组成。函数是完成某个算法的一个程序段，它是 C 语言的基本构成单位。组成一个程序的若干个函数可以保存在一个或几个源程序文件中，这些文件都以.c 为文件扩展名。一个程序必须有且只能有一个 main 函数，它是该程序的主函数，运行 C 程序时，总是从 main 函数开始执行。

函数由函数头和函数体两部分构成。函数头主要包括函数名、函数标志和参数说明；函数体中是一组语句，包括说明语句和执行语句两大类。

【例 1.1】已知 a=1，b=2，写一个程序，计算并输出和值：sum=a+b+c。

```
01   /*
02   *file:simple.c
03   *sum=a+b+c
04   */
05   main()                                  /*主函数*/
06   { int a, b, c, sum;                     /*定义变量*/
07     a=1;b=2;                              /*赋值*/
08     scanf("%d",&c);                       /*输入*/
09     sum=a+b+c;                            /*求和*/
10     printf("sum=%d\n"sum);                /*输出*/
11   }
```

上述是一个完整的 C 程序。其中，第 1 行～第 4 行以“/*”开头到“*/”结尾之间的内容是一个注释，它可在一行写完或分多行写完，可写在程序的任何部位。注释的作用是帮助阅读和理解程序，编译时，注释行被忽略掉，即它不产生代码行。注释在 C 程序中是很有用的，一个好的程序设计者应该在程序中多使用注释来说明整个程序的功能和注意事项，以及有关算法等。注释可以用英语、汉语、汉语拼音或数学式子等任意形式表示，关键是要简洁明了。

第 5 行是函数头。其中 main 是函数名，它表明本函数是该程序的主函数。紧跟其后的括号“()”为函数标志，告诉编译程序这是一个函数。一个函数在其名称之后一定要有一对圆括号。

第 6 行开头的花括号“{”和第 11 行的“}”，分别表明函数体的开始和结束，这里函数体中包含了 6 个语句。

第 6 行为一个说明语句，说明 a，b，c 和 sum 为 4 个整型（int）变量，它是程序的变量定义部分。

第 7 行是两个赋值语句，使 a 和 b 的值分别为 1 和 2。

第 8 行是一个函数调用语句，调用 scanf 函数，它是 C 语言提供的标准输入函数，作用是输入变量 c 的值。scanf 是“输入函数”的名称，圆括号中是它的参数，“%d”是输入的“格式字符串”，用来指定输入时的数据类型和格式。这里，“%d”表示“十进制整数类型”，“&c”中的“&”的含义是“取地址”。

第 9 行赋值语句，使 sum 的值为 a+b+c，即求和赋值。

第 10 行也是一个函数调用，printf 是 C 语言提供的标准输出函数，printf 是“输出函数”的名称，函数中双引号内的“sum=%d\n”，在输出时，“sum=”原样输出，“%d”将由圆括号中最右端的 sum 的值取代，“\n”表示输出后换行。

本例程序比较简单，它只由一个主函数构成，其中用到了两个函数调用。scanf 和 printf 都是 C 语言提供的标准函数，称为库函数。通常，一个 C 程序除必须有一个主函数外，还可能有若干个其他函数，它们被主函数调用。

函数提供了一种方便方法，它把某些计算功能封装在黑盒子里，使用时无需考虑它的内部结构。正确地设计函数可能做到只要知道一个作业做什么就够了，而不需要知道它究竟怎么做。C 语言函数使用简单、方便，执行效率高。在 C 语言程序设计中，尽量用多个小函数构成一个大程序，是一种良好的程序设计风格。

下面给出一个求最大值程序的例子。

【例 1.2】写一个程序，输入 *a* 和 *b* 两个数，输出其中较大者的值。

```
01   main()                          /*主函数*/
02   {  int a,b,c ;
03      scanf("%d, %d",&a,&b);
04      c=max(a,b);
05      printf("max= %d\n",c) ;
06   }
07   int max(x,y)                    /*定义 max 函数，函数值为整型，x  y 为形式参数*/
08   int x,y ;                       /*定义形参类型*/
09   {  int z;                       /*定义函数中用到的变量 z*/
10      if(x>y)z=x;
11      else z=y;
12      return(z);                   /*将 z 的值返回*/
13   }
```

本例程序由主函数 main 和被调用函数 max 构成：max 函数的作用是将 *x* 和 *y* 中较大者的值赋给变量 *z*。返回语句 return 将 *z* 的值返回给主函数 main，返回值通过函数名 max 带回到主函数的调用处。

程序中第 4 行为主函数调用 max 函数，调用时先将实际参数 *a* 和 *b* 的值分别传递给 max 函数中的形式参数 *x* 和 *y*，执行 max 函数后得到一个返回值，主函数通过赋值语句将该返回值赋给变量 *c*。

第 5 行输出变量 *c* 的值。程序运行情况如下：

```
54,8                               /*输入 54 和 8 给 a 和 b*/
max=54                             /*输出 c 的值*/
```

综上所述，归纳得出 C 语言程序的结构如下：

（1）C 语言程序的基本单位是函数。一个 C 程序由一个或多个函数构成，其中必须有且只有一个 main 函数。主函数可以调用其他函数，被调用的函数可以是系统提供的库函数，也可以是用户自己编写的函数。C 的函数库十分丰富，ANSI C 提供了一百多个库函数。Turbo C 和 MS C 提供了三百多个库函数。主函数与被调用函数在程序中的位置，不论前后，可以任意放置。

（2）一个函数由函数头和函数体两部分构成。每个函数都有相同的形式，如：

```
函数名(参数表)
参数说明
{
   说明语句;
   执行语句;
}
```

① 函数头。又称函数说明部分。它包括函数名，函数标志（一对圆括号），参数表（函数形式参数名）和参数说明（定义形式参数类型）。其中前两项必须有，后两项可有可无。

② 函数体。由一对花括号括起来的若干语句组成。通常这些语句分为两类：一类为说明语句，又称变量定义，作用是定义函数中用到的变量。另一类为执行语句，又称执行部分，作用是完成一定的算法处理。其中有些函数可以没有变量定义部分，但常由若干执行语句构成执行部分。特殊情况下，可以既无变量定义也无执行部分，只与一对花括号构成一个空函数体，它与函数头一起组成一个空函数，即什么也不做，这也是合法的。

③ C 语言程序是用小写字母按自由格式书写的程序。通常一个语句写成一行，也可写成几行，一行内也可写多个语句。语句没有行号，也没有书写格式的限制。但是每个语句最后必须有一个分号，该分号是语句的终止符，它属于语句的一个组成部分，即使是程序的最后一个语句也应包含分号。

④ 可以用“/*… …*/”对 C 程序中的任何部分进行注释。对程序的关键部位写上简明必要的注释，是一种良好的程序设计风格。

1.3 C 程序的上机步骤

C 语言是一种编译型的高级语言，任何一个 C 程序必须经过其编译程序将其编译产生中间代码文件，再经过连接程序将中间代码文件与有关库文件进行连接，最终产生一个二进制形式的可执行程序文件。

1.3.1 源程序的编辑、编译、连接与执行

C 语言采用编译方式将源程序转换为二进制的目标代码。编写好一个 C 程序到完成运行一般经过以下几个步骤。

1. 编辑

所谓编辑，包括以下内容：① 将源程序逐个字符输入到计算机内存；② 修改源程序；③ 将修改好的源程序保存在磁盘文件中。编辑的对象是源程序，它是以 ASCII 码的形式输入和存储的，不能被计算机执行。

2. 编译

编译就是将已编辑好的源程序（已存储在磁盘文件中）翻译成二进制的目标代码。在编译时，还要对源程序进行语法检查，如发现有错，则在屏幕上显示出错信息，此时应重新进入编辑状态，对源程序进行修改后再重新编译，直到通过编译为止。编译后得到的二进制代码在 UNIX 下是扩展名为“.o”的文件，在 MS-DOS 下是扩展名为“.obj”文件。应当指出，经编译后得到的二进制代码还不能直接执行，因为每一个模块往往是单独编译的，必须把经过编译的各个模块的目标代码与系统提供的标准模块（如 C 语言中的标准函数库）连接后才能运行。

3. 连接

将各模块的二进制目标代码与系统标准模块经连接处理后，得到具有绝对地址的可执行文件，它是计算机能直接执行的文件。在 UNIX 下它以“.out”为扩展名（例如，f.out），在 MS-DOS 以下“.exe”为扩展名（例如，f.exe）。

4．执行

执行一个经过编译和连接的可执行的目标文件。只有在操作系统的支持和管理下才能执行它。如图 1-2 所示表示编辑、编译、连接和执行的过程。

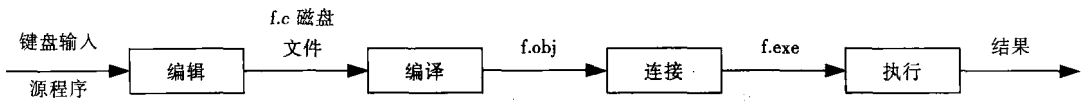


图 1-2　编辑、编译、连接和执行过程图

其中文件取名为 f，扩展名按 MS-DOS 的规则表示。

近来“集成化”的工具环境已将编辑、编译、连接和调试工具集于一身（例如 Turbo C），用户可以方便地在窗口状态下连续进行编辑、编译、连接、调试和执行的全过程。（见图 1-3）

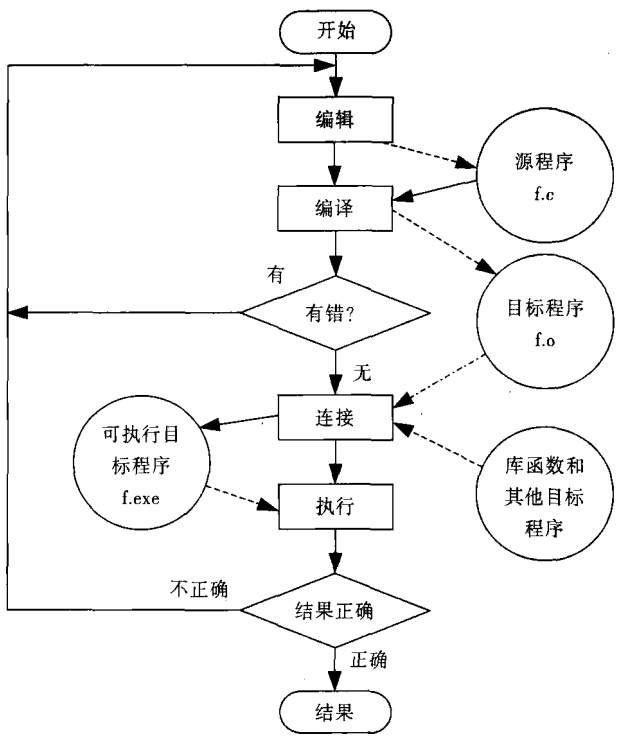


图 1-3　编辑、编译、连接、调试和执行的全过程

1.3.2　用 Turbo C 运行 C 程序的上机步骤

Turbo C 是在微机上广泛使用的编译程序。它具有方便、直观、易用的界面和丰富的库函数。它向用户提供一个集成环境，把程序的编辑、编译、连接和运行等操作全部集中在一个界面上进行，使用十分方便。

1．主菜单简介

为了能使用 Turbo C，必须先将 Turbo C 编译程序装入磁盘某一目录下，例如，放在 C 盘根目录下一级 TC 子目录下。