

计算机系列教材

C语言程序设计 实验教程

武建华 邱桔 严冬松 编著

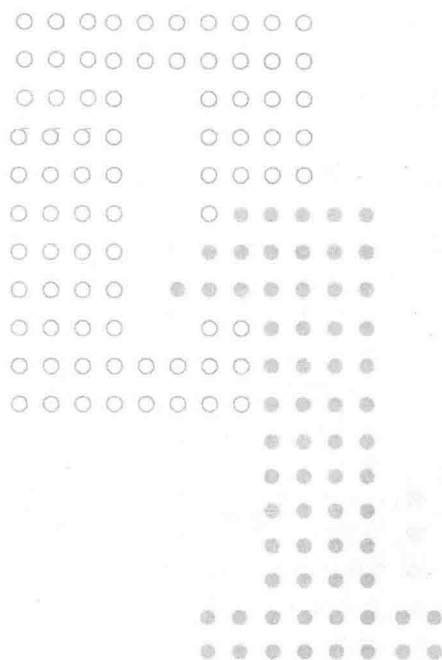
清华大学出版社



计算机系列教材

武建华 邱桔 严冬松 编著

C语言程序设计 实验教程



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

学好计算机程序设计语言,最有效的方法就是上机编程练习。要提高编程能力,需要不断加强计算机语言基础和算法基础,不断提升逻辑思维能力和程序调试技巧,并保持对编程的兴趣。本书在充分考虑这些要素的基础上,以 Visual C++ 6.0 为实验平台,讲述 C 程序初步、输入输出、分支结构、循环结构、数组、函数、指针、结构体、位运算与文件,在每章中以基本知识提要、实验、练习题 3 个部分来组织内容。最后一章给出综合实验。全书阐述深入浅出,条理清晰,符合学习者认知规律,适合对 C 语言编程感兴趣的初学者,是 C 语言程序设计实验课的理想教材。

本书可作为高等学校理工类各专业程序设计实验教材,也可作为科技人员学习 C 语言程序设计的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计实验教程/武建华,邱桔,严冬松编著. —北京:清华大学出版社,2018

(计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-51212-7

I. ①C… II. ①武… ②邱… ③严… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 211451 号

责任编辑:张 民 战晓雷

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市国英印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:11.25

字 数:259 千字

版 次:2018 年 12 月第 1 版

印 次:2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价:29.00 元

产品编号:080104-01

前 言

C 语言作为计算机高级程序设计语言,有顽强的生命力和应用空间,在我国高等学校中广泛被设置为必修课程,其重要性毋庸置疑。尽管学习 C 语言的教材种类繁多,各有特色,但 20 多年的教学经验让作者深刻认识到编程实践是学好程序设计语言的最有效方法。要提高编程能力,需要不断加强计算机语言基础和算法基础,不断提升逻辑思维能力和程序调试技巧,并保持浓厚持久的编程兴趣。本书的编写充分考虑了这些要素,具有如下特点:

- (1) 注重基础知识和基本算法的学习和提高,奠定解决问题的方法基础。
- (2) 突出从问题到程序的抽象映射训练,培养学生的抽象思维及逻辑思维能力。
- (3) 实验内容从易到难,循序渐进,逐步提高学生的编程及调试能力。
- (4) 体现一定的工程应用背景,与后继面向对象程序设计实训课程相衔接。

在本书前 9 章中以基本知识提要、实验、练习题 3 个部分来组织内容。在基本知识提要部分,点到为止,提纲挈领,帮助学生复习和抓住主要知识点。在实验部分,按实验内容、实验要求、设计分析、操作指导、进一步实验 5 个环节描述,反映了从问题到分析再到代码的映射过程。其中,在操作指导环节中,给出了实验内容的基础代码和运行结果,而在进一步实验中,提高实验内容难度,需要学生自学必要的知识,独立完成实验。这是一个逐步提高的过程。在练习题部分,结合本章的知识点,给出习题,巩固本章所学内容。第 10 章给出一个综合实验。

希望读者通过编程实践认识到:学习 C 语言,不仅要精通 C 语言的语法,具有较高的编程技能,而且要以 C 语言为实践工具,了解和学习计算机程序设计的思想和方法,从而能够举一反三,具备解决实际问题的能力,具备快速学习新的计算机语言的能力。

本书主要面向没有编程知识和编程经验的初学者。作为实验教材,本书要配合 C 程序设计理论课程的教材来学习使用。

需要强调的是,在学习编程的实践过程中,不仅要多读程序,多写程序,而且亲自动手调试程序是更重要的。通过实际的编程以及积极的思考,学习者可以较快地掌握 C 语言的知识体系,积累许多宝贵的编程经验;通过不断实践和大量的编程练习,逐步成长为解决实际问题的 C 语言编程高手,这对后续课程的学习和个人编程水平提升都是必不可少的环节。

本书由武建华、邱桔、严冬松共同执笔,全书的统稿工作由武建华负责。在编写过程中,为确保内容的正确性,作者参阅了不少参考文献,在此对相关作者表示感谢。学生杨蓉蓉完成了部分程序代码的调试。尽管我们尽了很大的努力,但限于水平,疏漏之处在所难免,欢迎同行专家和读者批评指正。

作 者

2018 年 5 月

目 录

第 1 章 开发环境与 C 程序初步	1
1.1 开发环境	1
1.1.1 C 程序的上机步骤	1
1.1.2 VC++ 6.0 编程环境	1
1.1.3 调试方法	4
1.2 C 程序初步基本知识提要	5
1.2.1 C 语言的特点	5
1.2.2 C 语言标识符	6
1.2.3 C 程序的组成	6
1.3 实验 1: 两个简单的 C 程序	6
1.3.1 字符串加密	6
1.3.2 3 个数的最大值	8
练习题	9
第 2 章 输入输出	11
2.1 输入输出基本知识提要	11
2.1.1 数据类型	11
2.1.2 常量和变量	12
2.1.3 运算符与表达式	12
2.1.4 输入输出语句	13
2.2 实验 2: 输入输出	14
2.2.1 三角形面积	14
2.2.2 温度转换	16
练习题	17
第 3 章 分支结构	20
3.1 分支结构基本知识提要	20
3.1.1 if 语句	20
3.1.2 switch 语句	23
3.1.3 算法	24

3.1.4 算法描述工具和算法的评价	24
3.2 实验 3: 分支结构	26
3.2.1 百分制成绩转换为等级	26
3.2.2 二次方程	28
3.2.3 乌龟旅行	29
练习题	31
第 4 章 循环结构	35
4.1 循环结构基本知识提要	35
4.1.1 while 循环结构	35
4.1.2 do-while 循环结构	36
4.1.3 for 循环结构	37
4.1.4 循环结构的嵌套与优化	39
4.1.5 break 和 continue 语句	40
4.2 经典算法	40
4.2.1 穷举法	40
4.2.2 迭代法	42
4.3 实验 4: 循环结构	43
4.3.1 棋盘上的魔数	43
4.3.2 猴子吃桃	45
4.3.3 韩信点兵	46
4.3.4 牛顿迭代法	47
4.3.5 二分法	48
4.3.6 百钱买百鸡	49
练习题	51
第 5 章 数组	55
5.1 数组基本知识提要	55
5.1.1 一维数组	55
5.1.2 二维数组	59
5.1.3 字符串与字符数组	62
5.2 排序与查找算法	64
5.2.1 排序算法	64
5.2.2 查找算法	68
5.3 实验 5: 数组	70
5.3.1 数组元素排序	70
5.3.2 按条件筛选数组元素	72

5.3.3	数组元素逆置	73
5.3.4	二分法查找	75
5.3.5	字符数组操作	77
5.3.6	随机数数组操作	79
练习题		81
第 6 章 函数		84
6.1	函数基本知识提要	84
6.1.1	库函数	84
6.1.2	用户自定义函数	85
6.1.3	嵌套调用与递归调用	87
6.1.4	变量的属性	89
6.1.5	宏定义	90
6.2	实验 6: 函数	92
6.2.1	求组合数	92
6.2.2	求对数和的平方根函数	94
6.2.3	打印数字三角形	95
6.2.4	二-十进制数的转换	96
6.2.5	验证哥德巴赫猜想	97
6.2.6	梯形法求函数 $f(x)$ 定积分	99
练习题		100
第 7 章 指针		104
7.1	指针基本知识提要	104
7.1.1	指针变量	104
7.1.2	数组的指针表示	105
7.1.3	指针数组	107
7.2	实验 7: 指针	108
7.2.1	有序数据	108
7.2.2	转置矩阵	110
7.2.3	计算分数	112
练习题		115
第 8 章 结构体		119
8.1	结构体基本知识提要	119
8.1.1	结构体变量	119
8.1.2	结构体数组	122

8.1.3 指针与结构体.....	124
8.1.4 动态存储分配.....	126
8.1.5 单链表.....	127
8.2 实验 8: 结构体	129
8.2.1 学生成绩.....	129
8.2.2 链表建立与删除.....	131
练习题.....	135
第 9 章 位运算与文件	140
9.1 位运算与文件基本知识提要	140
9.1.1 位运算.....	140
9.1.2 文件.....	140
9.2 实验 9: 位运算与文件	144
9.2.1 整数取位.....	144
9.2.2 文件合并.....	145
练习题.....	149
第 10 章 综合实验	152
练习题.....	157
附录 A 各章练习题参考答案	166
参考文献	170

第1章 开发环境与C程序初步

实验目的

- 熟悉C语言上机实验环境。
- 掌握运行C程序的过程。
- 掌握C程序的结构和书写格式。
- 了解C程序的特点。

1.1 开发环境

Microsoft Visual C++ 6.0(以下简称VC++ 6.0)是Microsoft公司推出的以C++语言为基础的集成编程系统,发行至今一直被广泛应用于项目的开发。它不仅支持C++,也兼容C语言。因此,在本实验教材中,选择VC++ 6.0为实验平台。本节介绍如何在该平台上完成C程序的编写和调试。

1.1.1 C程序的上机步骤

编写C程序首先要定义和理解所要解决的问题,然后是设计算法和编写程序。一个程序的运行一般需要经过如下的几个步骤。

(1) 编辑源程序。在程序编辑界面,将C语句逐条输入并保存在事先设置好的文件中,文件的扩展名为“.c”。包含C语句的文件称为源程序。

(2) 编译程序。在运行C程序之前,必须通过C编译器将源程序翻译成计算机能够理解的机器指令,这些机器指令构成源程序的目标文件。

(3) 链接程序。在链接过程中,将C程序的目标文件和C运行库中的其他文件(如源程序中调用的输入输出函数等)进行组合,从而形成可执行文件。

(4) 运行程序。运行可执行文件,观察程序的输出结果。

在上述步骤中,除非是编写最简单的程序,否则,不可避免地会出现一些错误,这些错误可能是编译时出错、链接时出错或运行时出错。此时,需要返回到编辑状态,通过恰当运用调试方法去修改程序中存在的错误,并对程序重新编译、链接和运行,直到得出正确的结果。C程序的上机步骤如图1-1所示。

1.1.2 VC++ 6.0 编程环境

在VC++ 6.0环境下编写和运行C程序的步骤如下:

- (1) 启动VC++ 6.0,进入主界面,如图1-2所示。

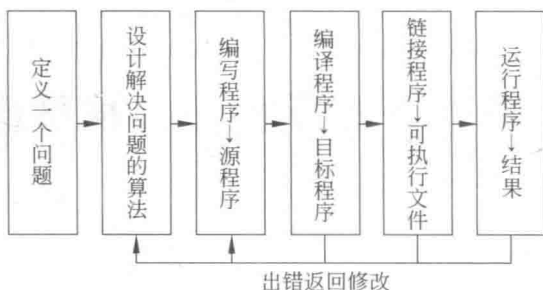


图 1-1 C 程序上机步骤

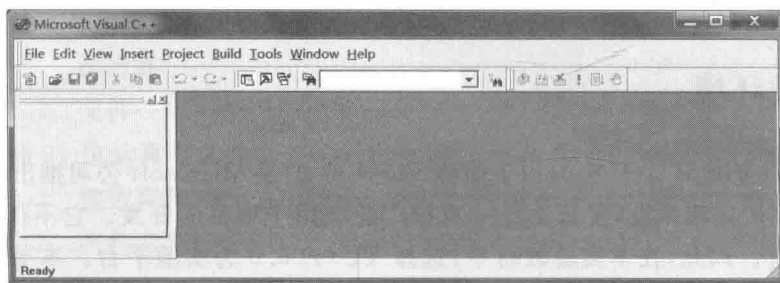


图 1-2 VC++ 6.0 主界面

(2) 选择 File→New 命令,打开 New 对话框,选择 Files 选项卡中的 C++ Source File,并在 File 文本框中输入文件名,扩展名为“.c”,选择保存文件的路径,建立新的 C 程序文件,如图 1-3 所示。

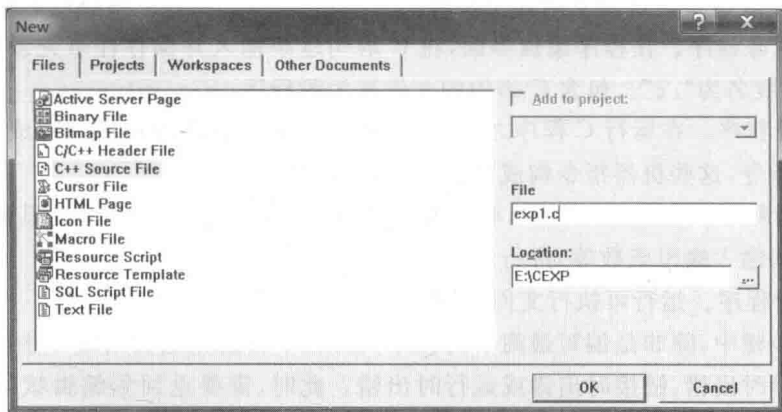


图 1-3 C 程序文件与保存路径

(3) 单击 OK 按钮,进入 C 程序编辑界面,逐行输入 C 程序代码,注意 C 程序的缩进书写风格,这样便于阅读程序和检查错误,如图 1-4 所示。编辑界面光标的上下左右移动、复制粘贴等操作和普通的文字编辑界面类似,编辑操作简单易行。代码录入完成并检查无误后,单击工具栏中的保存按钮保存文件。

(4) 选择 Build→Compile 命令编译源程序。在 VC 窗口的下方消息区,会显示编译

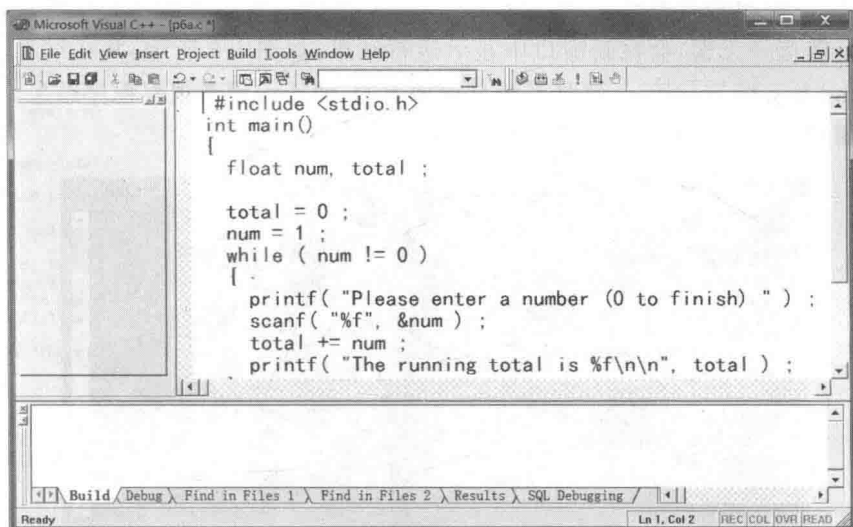


图 1-4 编辑源程序

的结果,如图 1-5 所示。如果编译时出错,在该消息区就会出现所有的错误和警告发生的代码位置和可能的错误原因。编译错误通常是违反了 C 语言的语法规则引起的,比如缺少分号、保留字写错、大括号不匹配等。若双击某行错误提示信息,则程序光标会立刻跳转到发生错误的代码行,提示编程者在本行内查找程序错误。因为各种错误之间存在关联,系统提示的出错行上可能没有错误,可在出错位置前面查找程序问题。修改完后重新编译,如果没有错误,在消息区显示“0 error(s), 0 warning(s)”,提示编译通过。

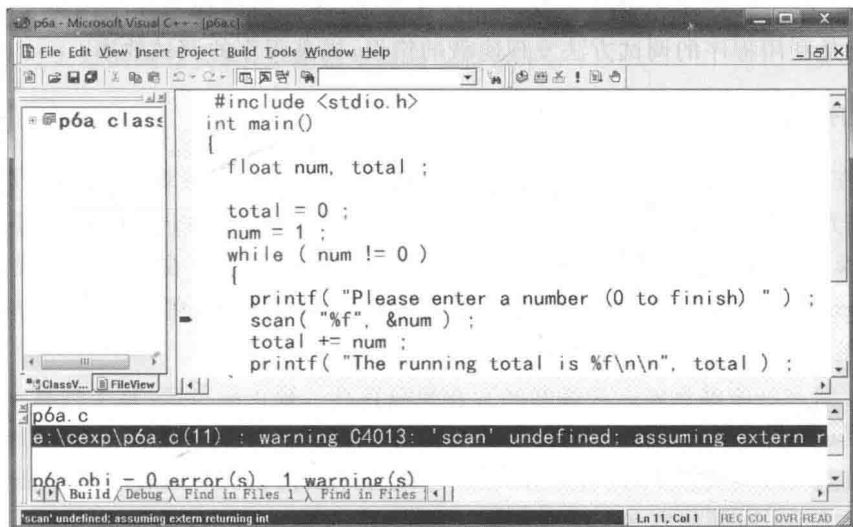
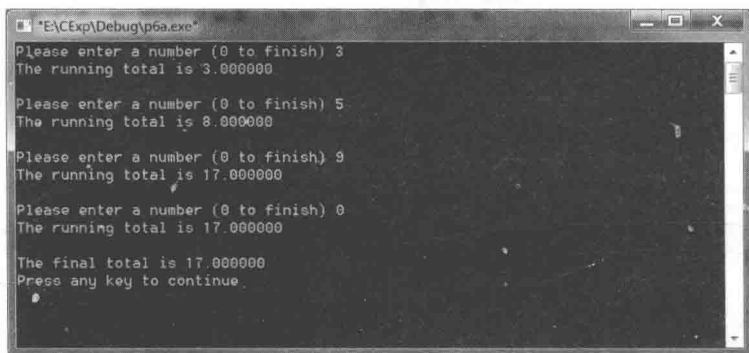


图 1-5 编译源程序

(5) 链接运行程序。选择 Build→Execute 命令,或者单击工具栏中的“!”按钮运行程序。若出现链接错误,往往是自定义函数名写错、包含文件路径出错等原因造成的。若

运行结果不正确、出现死循环等,多是运行错误,需要使用调试程序的方法确定程序中存在的错误。若运行无误,会在新窗口中显示运行结果,如图 1-6 所示,并在结果的后面出现 Press any key to continue,这是系统自动加上的,便于编程者观察程序结果,按任意键就可关闭窗口。



```
E:\C\Exp\Debug\p6a.exe
Please enter a number (0 to finish) 3
The running total is 3.000000

Please enter a number (0 to finish) 5
The running total is 8.000000

Please enter a number (0 to finish) 9
The running total is 17.000000

Please enter a number (0 to finish) 0
The running total is 17.000000

The final total is 17.000000
Press any key to continue.
```

图 1-6 程序运行结果

注意,若想新建另一个程序,必须选择 File→Close Workspaces 命令关闭上一个程序的工作区,才能正确完成下一个程序的编译和运行,否则,将始终是第一个程序的运行结果。

1.1.3 调试方法

程序通过编译、链接和运行后若仍然存在错误,除了要检查程序中的算法是否正确外,更多的是利用程序的调试方法发现隐蔽的错误,提高程序的调试效率。

1. 程序暂停

如果在程序的执行过程中,想让程序执行到某一行暂停,以便观察程序运行中变量的值,可以将光标移动到相应行,然后按 Ctrl+F10 组合键(或 Ctrl+F10+Fn 组合键),如图 1-7 所示,当在 while 语句处让程序暂停(箭头指示位置)时,可在左下方监视窗口观察到变量 num 的当前值为 1。继续单击编译工具按钮,箭头消失,可以观察整个程序编译完成后的情况。

2. 设置断点

设置断点后,调试程序时执行到该点就中断程序的执行。可以在程序的任何一个语句上作断点标记,以便观察各个变量的值,判断此时变量的值是否是所期望的。按 F9 键可以设置一个断点,再按一次取消设置。

3. 单步跟踪

当程序在断点处暂停时,可以用单步跟踪方式调试程序。选择 Build→Start Debug

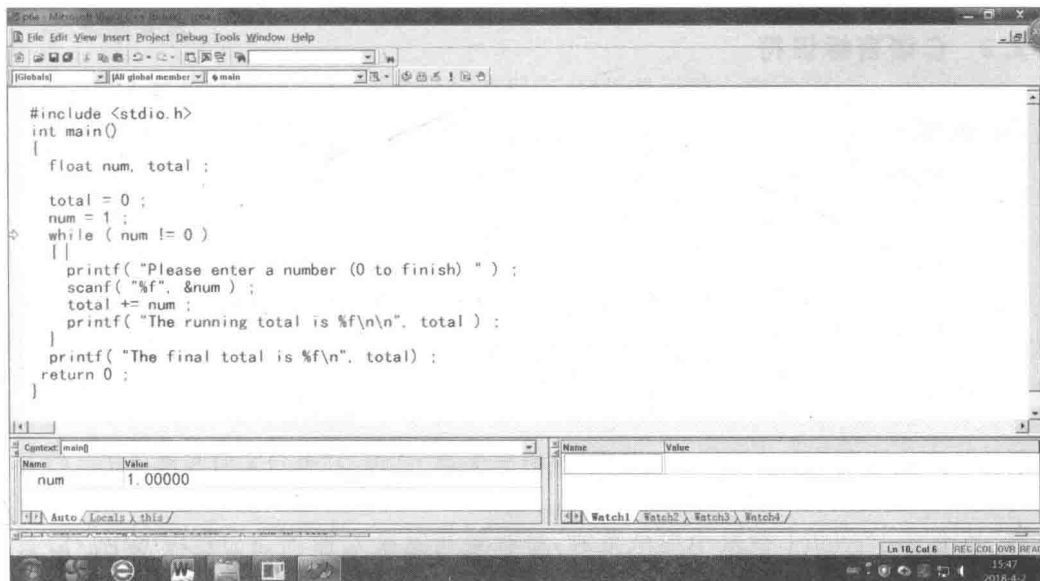


图 1-7 程序暂停

→Step Over 命令(或按 F10 键)可以一步一步跟踪程序的执行过程,同时观察变量的变化情况。当遇到自定义函数时,不进入函数内部执行。选择 Build→Start Debug→Step Into 命令(或按 F11 键)也可以一步步执行程序,但当遇到自定义函数时,就进入函数体内单步执行。

调试程序也可以在估计出错的地方用输出语句查看某些变量的值,判断此时变量的值是否是所期望的。调试程序是一个需要耐心和经验的过程,也是程序设计最基本的技能,需要通过大量的编程实践,才能逐步提高编程水平。

1.2 C 程序初步基本知识提要

1.2.1 C 语言的特点

C 语言自 1972 年于美国贝尔实验室诞生以来,获得了广泛的应用。C 语言的主要特点如下:

- (1) 运算符丰富,表达能力强。具有高级语言和低级语言双重数据计算能力。
- (2) 数据类型丰富,适于结构化程序设计。C 语言提供的程序控制结构和以函数为主的程序设计风格保证了 C 程序具有良好的结构,可以编写可靠性高、可读性好、易于维护的程序。
- (3) 可移植性好。在一种计算机系统中用 C 语言编写的程序只要略加修改甚至无须修改就可以转换并运行在完全不同的计算机系统中。
- (4) 简洁有效。C 语言基本组成部分精练、简洁。与其他语言编写的程序相比,C 程序更加简洁有效。

1.2.2 C 语言标识符

标识符用于表示程序中各种对象的名字。标识符的构成规则如下：

- (1) 必须以字母(a~z, A~Z)或下画线“_”开始。
- (2) 后面可以跟随任意的字母、数字或下画线。
- (3) 大写字母和小写字母代表不同的标识符。

C 语言的标识符可以分为 3 类：C 语言的关键字、预定义标识符和用户标识符。关键字和预定义标识符在 C 语言中具有特殊的含义和作用,不能另作他用,如整型数据类型标识符 int、库函数名 printf()等。

1.2.3 C 程序的组成

C 程序是由函数组成的。C 语言语句较少,许多功能是通过函数完成的。C 语言提供了丰富的库函数和自定义函数功能,使程序设计灵活且结构清晰。

例如,一个 C 程序如下：

```
#include "stdio.h"
int main()
{
    int x;
    scanf("%d",&x);
    printf("x=%d\n",x);
    return 0;
}
```

说明：

- (1) C 程序是从 main()函数开始的；
- (2) 整个程序执行的顺序为 main()→scanf()→printf(),所以说 C 程序由函数组成。

1.3 实验 1: 两个简单的 C 程序

本实验 1 学时。

1.3.1 字符串加密

1. 实验内容

将 china 译成密文,加密规则是:字符串中的每个字母用字母表中它后面第 4 个字母代替。例如,字母 a 后面第 4 个字母是 e,因此用 e 代替 a。最终,china 应译为 glmre。

2. 实验要求

(1) 输入事先已编好的程序,并运行该程序,分析是否符合要求。

(2) 将加密规则修改为:字符串中的每个字母用字母表中它前面第4个字母代替,例如,e用a代替,z用u代替,d用z代替,c用y代替。修改程序并运行。

3. 设计分析

用赋初值的方法使 c1、c2、c3、c4、c5 这5个变量的值分别为 'c'、'h'、'i'、'n'、'a',经过运算,输出 c1、c2、c3、c4、c5 这5个变量值。

4. 操作指导

(1) 在E盘创建文件夹“C语言”和子文件夹“实验1”,用于存放本章所有实验的程序项目。

(2) 启动 VC++ 6.0,进入集成开发环境,在菜单栏中选择 File→New 命令,弹出 New 对话框。

(3) 选择 Files 选项卡中的 C++ Source File,在 File 文本框中输入文件名 expl,扩展名为“.c”,在 Location 文本框中指定该项目保存的位置,或单击浏览按钮,选择文件夹路径“E:\C语言\实验1”。

(4) 单击 OK 按钮后,集成开发环境自动打开源代码编辑窗口,这样就进入编程环境,可输入程序代码。

程序代码:

```
/* 实验 1-expl.c */
#include <stdio.h>
int main()
{
    char c1,c2,c3,c4,c5;
    scanf("%c%c%c%c%c",&c1,&c2,&c3,&c4,&c5);
    printf("%c%c%c%c%c\n",c1+4,c2+4,c3+4,c4+4,c5+4);
    return 0;
}
```

(5) 选择菜单 Build→Compile expl.c 命令,编译程序,无错后再选择 Build→Execute expl.exe 命令运行程序,在弹出的程序窗口中输入 china,按回车键就可以看到运行结果了,如图 1-8 所示。实验要求(2)的内容由学生自己完成。



图 1-8 实验 1 的 expl.c 程序运行结果

5. 进一步实验

(1) 若要求将 world 译成密文,加密规则同上,请编写程序。

(2) 若要求对任意一串字符做加密处理,程序应怎样修改?

1.3.2 3 个数的最大值

1. 实验内容

编写一个 C 程序,输入 3 个整数,输出其中最大者。

2. 实验要求

- (1) 记录在调试过程中发现的错误、系统给出的出错信息和对策,分析讨论对策成功或失败的原因。
- (2) 总结 C 程序的结构和书写规则。
- (3) 总结运行 C 程序的步骤。

3. 设计分析

定义 3 个变量 a、b、c 存放 3 个整数,再定义一个变量 max 存放最大值。程序首先将 a 和 b 中的较大者赋给 max,然后比较 max 和 c 的值,把大数放到 max 中,这样 max 中存放的就是 3 个数据的最大值。

4. 操作指导

- (1) 在菜单栏中选择 File→Close Workspaces 命令,关闭前一个程序的运行空间。
 - (2) 在菜单栏中选择 File→New 命令,弹出 New 对话框。
 - (3) 选择 Files 选项卡中的 C++ Source File,在 File 文本框中输入文件名 exp2,扩展名为“.c”,在 Location 文本框中指定该项目保存的位置,或单击“浏览”按钮,选择文件夹路径“E:\C 语言\实验 1”。
 - (4) 单击 OK 按钮后,输入程序代码。
- 程序代码:

```
/* 实验 1-exp2.c */
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a,b,c,max;
    scanf("%d%d%d",&a,&b,&c);
    if(a>=b)
        max=a;
    else
        max=b;
    if(c>=max)
        max=c;
    printf("%d\n",max);
    return 0;
}
```

(5) 运行程序。程序经过编译和链接后,输入“10 20 30”,运行结果如图 1-9 所示。

5. 进一步实验

在 exp2.c 运行时输入下列数据,观察程序的运行结果。对于超出指定范围的数,系统是如何处理的?

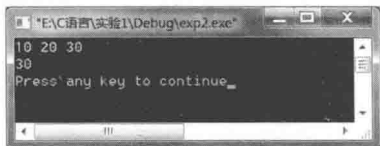


图 1-9 实验 1 的 exp2.c 程序运行结果

```
-200 0 200
-20000000000 0 20000000000
-22000000000 0 22000000000
```

练习题

一、单项选择题

1. 假设所有变量均为整型,则表达式 $(a=2,b=5,++b,a+b)$ 的值是()。

- A. 7 B. 8 C. 6 D. 2

2. 若有以下定义,则能使值为 3 的表达式是()。

```
int k=7,x=12;
```

- A. $x\%=(k\%=5)$ B. $x\%=(k-k\%5)$
C. $x\%=k-k\%3$ D. $(x\%=k)-(k\%=5)$

3. 若定义 $\text{int } a=3, b=4, c=5;$, 则表达式 $!(a+b)+c-1\&\&b+c/2$ 的值为()。

- A. 0 B. 1 C. 3 D. 6

4. 表达式 $(1<2)?2:(3>4)?5:6$ 的值为()。

- A. 2 B. 5 C. 6 D. 1

5. 能正确表示 $a \geq 10$ 或 $a \leq 0$ 的关系表达式是()。

- A. $a \geq 10 \text{ or } a \leq 0$ B. $a \geq 10 | a \leq 0$
C. $a \geq 10 || a \leq 0$ D. $(a \geq 10, a \leq 0)$

6. 以下表达式中()的值为 0(设 $\text{int } a=1, b=0;$)。

- A. $a=0$ B. $b==0$ C. $b=1$ D. $a==1$

7. 以下()是不正确的转义字符。

- A. `\\` B. `\"` C. `'\081'` D. `'\0'`

8. 设 $\text{int } a=2, b;$, 则执行“ $b=a==!a;$ ”语句后, b 的值为()。

- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

9. 已知字符变量 x 的值为某一小写英文字母, 以下表达式中, () 的值是其对应的大写字母。

- A. $x+'G'-'g'$ B. $x+'a'-'A'$ C. $x+32$ D. $x-32$

10. 以下程序片段的输出结果为()。