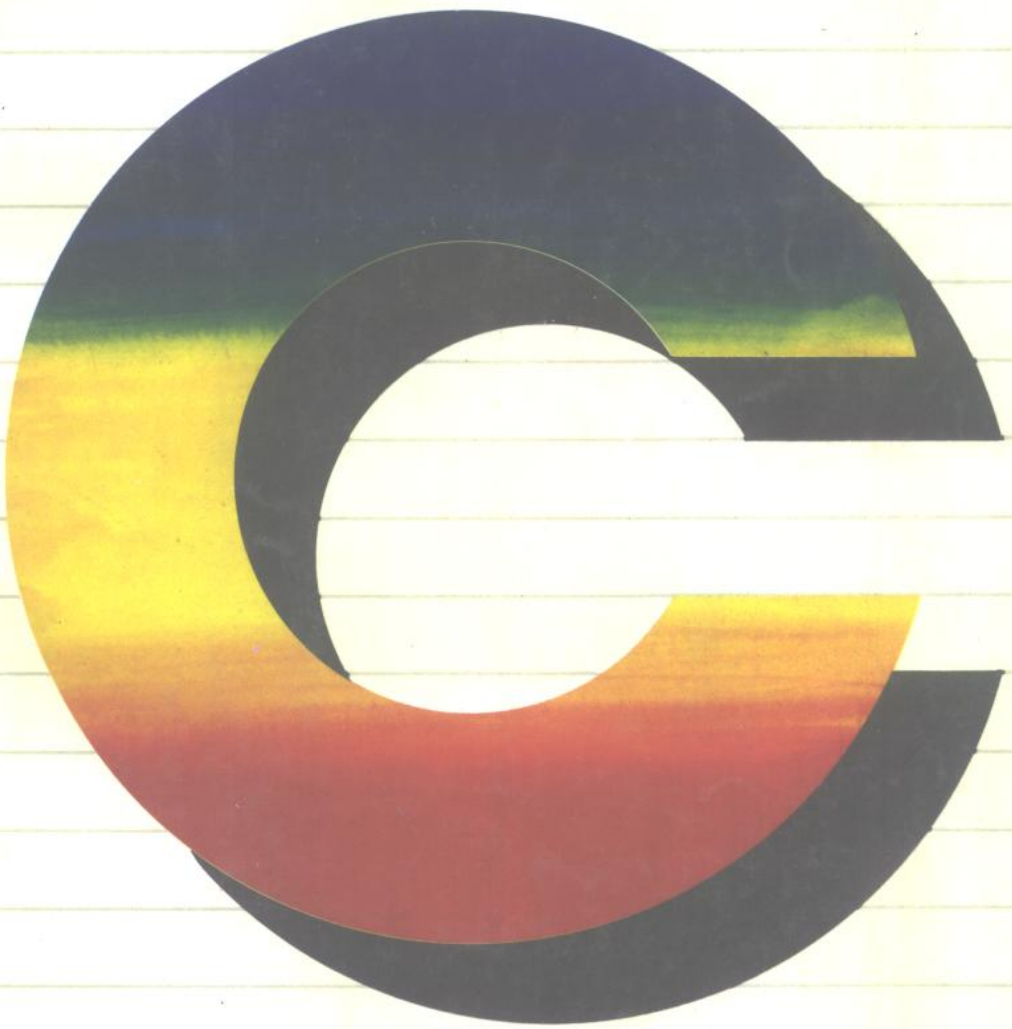
C程序设计与错误分析

刘振安　苏仕华　周淞梅　编著



中国科学技术大学出版社

C程序设计与错误分析

（修订版）

刘振安　苏仕华　周淞梅　编著

中国科学技术大学出版社
1995·合肥

图书在版编目(CIP)数据

C程序设计与错误分析(修订版)/ 刘振安等 编著.
—合肥:中国科学技术大学出版社,1995年8月
ISBN 7-312-00703-1

Ⅰ C程序设计……
Ⅱ 刘振安 苏仕华 周崧梅
Ⅲ ①C程序设计 ②错误分析 ③课程设计 ④Trubo C ⑤Unix
Ⅳ TP

中国科学技术大学出版社出版发行
(安徽省合肥市金寨路96号,邮编:230026)
中国科学技术大学印刷厂印刷
全国新华书店经销

开本:787×1092/16 印张:16.75 字数:410千
1995年8月修订版 1995年8月第2次印刷
印数:8 001 — 18 000册
ISBN 7-312-00703-1/TP·107 定价:15.00元

讓更多人學習計算機

讓更多人使用計算機

谷超豪

修订版前言

C语言的通用性和无限制性使得它对许多程序设计来说都比想象中的功能的语言更加通俗，更加有效。目前C语言已用于各个方面的程序设计，无论是设计系统软件(操作系统，编译系统等)，还是应用软件(图形处理)，数据处理(如企业管理)以及数值计算等都可以很方便地使用C语言。各大专院校及成人教育都开设了C语言课程，C语言的学习班就更普遍了，目前已经有愈来愈多的用户学习、使用C语言。

C语言的特点是多方面的。简单说来，有如下几个特点：

(1) C语言吸取了汇编语言的精华，使C语言对高级语言来讲是"低级"语言，由于它具有描述准确和目标程序质量高的优点，所以有很强的生命力。

(2) C语言继承和发扬了高级语言的长处，使C语言相对汇编来讲又是"高级"语言。

(3) C语言的规模适中，语言简洁，其编译程序简单而紧凑。它在运行时所需要的支持少，占用的存储空间也小。

(4) C语言的可移植性好，这是指程序从一个环境不加改动或稍加改动就可搬到另一个完全不同的环境上运行。汇编程序因依赖机器硬件，所以根本不可移植，而一些高级语言，如FORTRAN等编译的程序也是不可移植的。

由于上述几个突出优点使越来越多的人加入到学习、使用和研究C语言的行列之中。根据读者的要求，对原书进行了修订。订正了原来的错误，删去了一些章节，突出了用例题来阐述一些较难理解的概念，还增加了一些习题。

本书有如下特点：

1. 以实例为蓝线，以通俗的语言和简要的内容阐述了C语言的程序设计方法。
2. 理论联系实际。书中列举的例题简易，针对性强。实例由浅入深，有一定工程背景，能起到学以至用的效果。
3. 取材新颖，内容丰富，阐述系统。还精选了一些综合应用实例以加深对C语言的理解。
4. 本书以Turbo C为集成开发环境实验手段，并结合课文列举调试的具体方法。不仅给学习者提供了极大的方便，还使学习者能对编辑、编译、查错及连接运行C程序有完整的认识，以利编制自己的实用程序。同时也考虑到Unix用户上机的需要，增加了上机指南。书中的例题采用标准写法以适应Turbo C和Unix的编译程序。
5. 在课程设计中介绍了大程序的设计方法、C语言头部文件、工程文件、库管理及多个文件的编制和调试技术，使读者能很快掌握C语言的实用技术，这在C语言程序设计的教材中还是一种尝试。
6. 通过作者自己的经验，较系统地介绍了C语言编程错误及预防方法，以使读者尽快入门并掌握编制完整的C语言应用程序，这不仅对初学者大有好处，对具有一定经验的C语言程序设计者也大有益处。
7. 结合实例，介绍了使用集成环境及调试程序的具体方法。

8. 全书突出了结构化、模块化设计的基本思想。

9. 配备一定数量的基础习题，而且均是《C 语言实践》一书中的例题与习题解答中的题目，可与该书配套使用。全部程序与执行文件均存储于磁盘中提供给用户，既增加程序的正确性，又方便学习与教学。

这次修订将原书十三章改为十一章。原书的第十章(Turbo C 使用及实例)则化整为零，分散到有关章节，删去了一些读者目前还不需要的内容。

原书第十一章的课程设计实例改为现在的第十章，并对它进行了全面改写，增加了很多新内容，以实例说明大程序的设计、调试与测试方法。

原书第十二章的编程中的常见错误及排除方法改为现在的第十一章，并进一步充实提高。把程序测试放在第十章。

这次还在第一章增加了 Turbo C 集成开发环境调试程序的方法和 Unix 用户上机指南。充实了第六章与第八章的内容，较大幅度地改写了第七章，详细地解释了指针、指针函数与函数指针等问题。修改后的章节如下：

第一章是 C 语言综述；第二章介绍基本的数据类型和表达式；第三章在介绍简单程序设计的基础上，给出上机指南；第四章介绍逻辑运算和分支程序；第五章介绍循环程序设计；第六章介绍函数与变量类型；第七章介绍构造类型(数组和指针)；第八章介绍结构类型；第九章介绍文件；第十章是课程设计；第十一章是编程中的常见错误及排除方法，可以根据教学情况插到前面各章节中讲解，也可以作为课外读物以开拓视野。

这次修改由苏仕华负责第 1～5 章；刘振安负责第 6～11 章；周淞梅负责校对；最后由刘振安定稿。

在本书的写作过程中，得到许多领导的大力支持。北京工业大学副校长、博士生导师沈兰荪教授，我校计算机系主任、博士生导师陈国良教授，安徽大学副校长程慧霞教授审阅了书稿；我校校长汤洪高教授也给予大力支持。尤其是我校原校长、中国科学院院士、老一代科学家谷超豪教授，一直给予鼓励、帮助与支持，这次修订出版，又为本书重新提词，再次对他们表示衷心感谢。

读者也给予我们很多支持和鼓励，使我们受益匪浅。在此特向诸位表示感谢，并对被引用资料的作者再次表示感谢。

欢迎广大读者一如既往地关心我们，提出宝贵的意见。

作　者

1995 年 5 月于合肥

第一版前言

C 语言是一种通用的程序设计语言，它既不是“非常高级”的语言，也不是“低级”语言，而通常被称为“中级”语言，但并不意味着 C 语言功能差，难以使 用。C 语言的通用性和无限制性使得它对许多程序设计来说都比想象中的功能的 语言更加通俗，更加有效。目前 C 语言已用于各个方面的程序设计，无论是设计 系统软件(操作系统，编译系统等)，还是应用软件(图形处理)，数据处理(如企业管理)以及数值计算等都可以很方便地使用 C 语言。

C 语言的特点是多方面的。简单说来，它用如下几个特点：

(1) C 语言吸取了汇编语言的精华，使 C 语言对高级语言来讲是“低级”语言。由于它具有描述准确和目标程序质量高的优点，所以有很强的生命力。

(2) C 语言继承和发扬了高级语言的长处，使 C 语言相对汇编来讲又是“高级”语言。

(3) C 语言的规模适中，语言简洁，其编译程序简单而紧凑。它在运行时所需要的支持少，占用的存储空间也小。

(4) C 语言的可移植性好，这是指程序从一个环境不加或稍加改动就可搬到另一个完全不同的环境上运行。汇编程序因依赖机器硬件，所以根本不可移植，而一些高级语言，如 FORTRAN 等编译的程序也是不可移植的。

由于上述几个突出优点而使越来越多的人加入到学习和研究 C 语言的行列之中。而 C 语言以它的格式自由，限制较少，语句简洁等特点更使学习者爱不释手。

本书有如下特点：

1. 以实例为主线，以通俗的语言和简要的内容阐述了 C 语言的程序设计方法。
2. 理论联系实际。书中列举例题简易，针对性强。实例由浅入深，有一定工程背景，能起到学以至用的效果。
3. 取材新颖，内容丰富，阐述系统。还精选了一些综合应用实例以加深对 C 语言的理解。
4. 本书以 Turbo C 为集成开发环境实验手段，不仅给学习者提供了极大的方便，还使学习者对编辑、编译、查错及连接运行 C 程序有了完整的认识，从而编制自己的实用程序。
5. 介绍了 C 语言头部文件及多个文件的编制和调试技术，使读者能很快掌握 C 语言的实用技术，这在 C 语言程序设计的教材中还是一种尝试。
6. 通过作者自己的经验，较系统地介绍了 C 语言编程错误、错误分析方法及程序测试方法，以使读者尽快入门并掌握编制完整的 C 语言应用程序，这不仅对初学者大有好处，对具有一定经验的 C 语言程序设计者也大有益处。
7. 结合实例，介绍了使用集成环境及调试程序的方法。
8. 介绍了 C 语言与其它语言的接口。
9. 配备一定数量的基础习题和课程设计实例。

本书共分十三章。第一章介绍 C 语言程序的编辑、编译和运行；第二章介绍基本的数据类

型和表达式；第三章在介绍简单程序设计的基础上，又介绍了 Turbo C 集成开发环境及调试程序的方法；第四章介绍逻辑运算和分支程序；第五章介绍循环程序设计；第六章介绍函数与变量类型；第七章介绍构造类型(数组和指针)；第八章介绍结构类型；第九章介绍文件；第十章介绍 Turbo C 使用，集成环境下的 C 程序基本开发方法，建立和运行含有多个源文件的 C 程序，Turbo C 库函数、配套工具、实用子程序及 C 语言头部文件等等；第十一章介绍课程设计实例；第十二章介绍查错的一般方法；第十三章介绍 C 语言接口。在教学中，可以把第十章和第十二章的部分内容穿插到前面的教学中去，它们一方面是为了实验，另一方面是为了克服编程错误，所以大部分内容要学生自己去体会并在编程时进行实践。第十三章则不一定讲授，因为这一章是为了拓宽应用面。

本书第 1～2、4～6 章由苏仕华执笔；第 3 章由苏仕华、周淞梅执笔；第 8～9 章由苏仕华、刘振安执笔；第十章由周淞梅、刘振安执笔；第 7、11～13 章由刘振安执笔；最后由刘振安修改定稿。

在本书的写作过程中，得到许多领导的大力支持。安徽大学副校长、程慧霞教授，北京工业大学副校长沈兰荪教授，我校计算机系主任陈国良教授审阅了书稿；中央候补委员、科技大学常务校长汤洪高书记也给予大力支持。特此表示感谢并对被引用的资料的作者再次表示感谢。

本书是在谷校长的鼓励下，为普及我国的计算机教育事业而向读者提供的第三部著作。我们曾收到很多读者及同行的来信，给予我们很多支持和鼓励，使我们受益非浅。在此特向诸位表示感谢，欢迎广大读者一如既往地关心我们，提出宝贵的意见。

因我们才疏学浅，错误之处在所难免，敬请读者和同行批评指正。

作者

1993 年 2 月于合肥

目　次

第一章　C 语言概述

1.1　C 语言特点

C 语言是 70 年代初期美国贝尔(Bell)实验室 Dennis M. Ritchie 设计的一种程序设计语言，正式发表于 1978 年。

1970 年，Ken Thompson 在早期编程语言 BCPL 的基础上开发了一种新的语言，取名叫“B”。Dennis M. Ritchie 在“B”的基础上，于 1971 年开发了第一个 C 编译程序，1972 年开始使用(主要是在贝尔实验室内部使用)。以后，C 语言又经过多次改进，直到 1975 年用 C 语言编写的 UNIX 操作系统第六版公诸于世之后，C 语言才举世瞩目。

1978 年，Brian Kernighan 和 Dennis M. Ritchie 在 C 程序语言(The C Programming Language)一书中对 C 语言作了详尽的描述。随着微型计算机的日益普及，大量的 C 语言工具相继问世。然而这些工具没有统一的标准，还有不一致的现象。为了改变这种情况，ANSI 于 1983 年成立了一个专门委员会，为 C 语言制定了 ANSI 标准。TURBO C 不仅满足 ANSI 标准，还提供了一个集成开发环境，同时也按传统方式提供了命令行编译程序版本以满足不同用户的需要。

C 语言是一种通用的程序设计语言。C 语言的通用性和无限制性，使得它对许多程序设计者来说都显得更加通俗、更加有效。目前 C 语言已用于各个方面的程序设计，无论设计系统软件(操作系统，编译系统等)或应用软件(图形处理)，数据处理(如企业管理)或数值计算等都可以很方便地使用 C 语言。

C 语言有如下特点：

(1) C 语言吸取了汇编语言的精华，使 C 语言对高级语言来讲是“低级”语言(汇编语言是一种面向机器的程序设计语言，尽管它的编程相对高级语言来要麻烦得多，但由于它具有描述准确和目标程序质量高的优点，所以汇编语言仍然有很强的生命力)。

① C 语言提供了对位、字节以及地址的操作，使程序可以直接对内存及指定寄存器进行操作。

② C 语言吸取了宏汇编技术中的某些灵活的处理方法，提供宏代换 #define 和文件包含 #include 的预处理命令。

③ C 语言能很方便地与汇编语言连接。C 程序中引用汇编程序与引用 C 语言函数一样，这为某些特殊功能程序的设计提供了方便。

(2) C 语言继承和发扬了高级语言的长处，使 C 语言相对汇编来讲又是“高级”语言。

① 吸取了 ALGOL 的分程序结构思想。C 程序中，可用一对花括号“{ }”把一串语句括起来而成为复合句(分程序)，在括号内可定义变量。它还继承了 PASCAL 的数据类型，提供了相当完备的数据结构。

② 吸取了 FORTRAN 语言的模块结构思想。C 程序中，它的每一个函数都是独立的，可以单独编译。对设计一个大的程序来说，有利于分工编程和调试。

③ C 程序中的任何函数都允许递归，这样对某些算法实现起来就十分方便。

(3) C 语言的规模适中、语言简洁，其编译程序简单、紧凑。C 语言在表示上尽可能地简洁（比如用一对花括号 { } 代替 Begin _ End，运算符尽量缩写等），语言的许多成分都是通过显示函数调用来完成的，比如 C 语言中没有 I/O 设施，也没有并行操作；另一方面，它在运行时所需要的支持少，占用的存储空间也小。

(4) C 语言的可移植性好，这是指程序从一个环境不加或稍加改动就可搬到另一个完全不同的环境下去运行。汇编程序因依赖机器硬件，所以根本不可移植；而一些高级语言，如 FORTRAN 等编译的程序也是不可移植的。

(5) 生成的代码质量高，在代码效率方面可以和汇编语言相媲美。

C 语言的优点很多，但也有些不足之处。例如：运算符优先级太多，不便记忆；有些还与常规约定有所不同；类型检验较弱，转换比较随便，不太安全等。尽管如此，由于上述几个突出的优点，C 语言仍不失为一个实用的通用程序设计语言，学习和使用它的人越来越多。

1.2 简单的 C 程序分析

1.2.1 简单的 C 程序结构

用 C 语言编写的程序称为 C 语言源程序，简称 C 程序。C 程序一般是由一个或若干个函数组成，而这些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 作为文件扩展名。在组成一个程序的若干函数中必须有一个且只能有一个名为 main 的函数（称为主函数），在运行 C 程序时总是从 main 函数开始执行。一个函数在其名字之后一定要有一对圆括号，圆括号中的参数可有可无。我们首先看一个简单的 C 程序。

【例 1.1】 打印字符串。

```
/* 功能:打印字符串 */
main( )
{
  printf ( " Hello! How are you ? " );          /* 打印字符串 */
}
```

这是一个完整的 C 程序，以"/ * "开头到" * /"结尾之间的内容是注释，编译时不产生目标代码。

在【例 1.1】的程序中有一对花括号，类似于 PASCAL 语言中的"Begin _ End"，可以把它看作程序体括号，还可以用它括起任何一组语句构成一个复合句（或称分程序），要注意在一个函数中至少应有一对花括号。C 程序的一般函数或"main( )"之后应有一个"{"，在函数的最后应是一个"}"，在一个 C 程序或一个函数中，"{"和"}"必须是成对出现。

printf ("Hello ! How are you ?"); 语句是一个函数调用，调用名叫 printf 的库函数，括号内由双引号括起来的部分是所带的参数，即要打印的内容。printf 是标准输出函数，对应于输出设备终端显示器，上述语句表示要在终端输出字符串：

Hello ! How are you ?

在右括号")"之后的分号";"是语句结束标志。也就是说，C 语言与 BASIC 语言不一样，C 语言

必须用“;”号做为语句的结束标志。

1.2.2 C 函数简述

C 函数分为两类。一类是系统本身提供的库函数(标准函数),在编程时只要在需要的地方写上函数名,带上参数即可调用库函数,一般情况下要在主函数之前加上相应的蕴含函数库名。比如要调用数学库函数,就要在 main( )之前加上 #include <math.h>, C 语言有非常丰富的库函数;另一类叫做自定义函数,程序设计人员可根据编程的需要自行设计一段程序完成一个特定的功能,它相当于 FORTRAN 中的子例程子程序或函数子程序,等价于 PASCAL 中的函数或过程。

由此可见,C 语言中函数的概念类似于其它语言中的子例程或子程序的概念,有所不同的是 C 语言中的主函数也被称为函数并且将其定义为 main( )。因此必须记住:一个 C 语言程序是由一个或多个函数组成,其中必须有一个主函数 main( ),而且一个可执行的 C 语言程序总是从 main( )函数开始执行的。

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,要形成良好的设计风格,一般是用多个小函数或多个小程序构成一个大程序,每一个小函数或小程序完成一个独立的功能,单独编译和调试。请看下面的例子:

【例 1.2】 求 bin (n,k) = n! /(k! * (n—k)!)。

```
main( )
{
        int     n,k;
        n=7;
        k=5;
        printf( "bin(n,k) = %d\n",fac(n) / (fac(k) * fac(n—k) ) );
}

fac ( m )       /* 求 m 的阶乘,即 m! */
int.    m;
{       int     i,h;
        h=1;
        for ( i=1; i<=m; ++i )
                h=h * i;
        return(h);
}
```

以上是个求阶乘的函数 fac(m) 及调用它的主程序 (主函数)。

主函数中要求函数 bin(n,k)=n! /(k! * (n—k)!)调用该函数 3 次,即 fac(n)、fac(k)和 fac(n—k) 。从上例可以看出,每一个函数都有着基本相同的形式: