

北京希望电脑公司计算机技术丛书

实用 C 语言 编程技巧 与 应用范例



谷晓鸥 殷荃等编
沈铁齐 武小鹏审

海洋出版社

北京希望电脑公司计算机技术丛书

实用 C 语言编程技巧与应用范例

谷晓鸥 殷 荃 等编
沈铁齐 武小鹏 审

海洋出版社

1993 年 · 北京

内 容 提 要

本书详细介绍了 C 语言命令、功能、编程方法及应用等内容。它不仅适合于初学者学习的 C 语言, 而且对于已有一定 C 语言基础的读者要进一步提高编程能力也有很大的参考价值。

本书中选取了大量的实例、练习以及应用题, 集中了软件工程的规则并强调了用结构化程序设计方法编程。除各章节外, 本书还包括如下几个内容: 运行完整的程序并输出执行结果以说明所讨论的内容; 针对每一章列举了常见错误、编程技巧、有关此章的小结、练习与答案等等内容。本书还给出了 C 语言在一些领域的应用实例、以及 C 语言的最新发展——面向对象的程序设计语言 C++。

本书内容全面, 叙述清晰, 使用查阅方便, 是 C 语言程序设计人员的极为有用的工具书, 是计算机应用人员、大专院校师生必备的参考书。

(京) 新登字 087 号

JS406/12

北京希望电脑公司计算机技术丛书

实用 C 语言编程技巧与应用范例

谷晓鸥 殷 荃 等编
沈铁齐 武小鹏 审校

* * *

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街 1 号)

海洋出版社发行 北京四季青印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 41.25 字数: 978 千字

1993 年 3 月第一版 1993 年 3 月第一次印刷

印数: 1-3000

* * *

ISBN 7-5027-3740-5 / TP · 206 定价: 35.00 元

前 言

C 语言是近年来在国内外得到迅速推广使用的一种现代语言。C 语言功能丰富、表达能力强、使用灵活方便、应用面广、目标程序效率高、可移植性好，既具有高级语言的优点，又具有低级语言的许多特点，因此，特别适合于写系统软件。事实上，在工业上已将 C 语言作为系统实现语言，特别是面向对象语言 C++ 的出现，必将使其占据主导地位。

由于 C 语言牵涉到的概念比较复杂，规则繁多，使用灵活，容易出错，所以对从没编过程序或很少编程的初学者来说，学习起来感到非常困难，希望能有一本适合于初学者学习的 C 语言教材，本书就是为适应这部分读者的需要而编写的。

本书的核心是强调使用结构化程序设计方法实现程序的清晰和易读。本书头四章介绍计算机、程序设计以及 C 语言的一些基本概念。所有的讨论都是以结构化程序设计方法为基础展开的，因此很少甚至没有程序设计的初学者从一开始就学到了正确的程序设计方法。有经验的程序员，如使用结构化程序设计语言 PASCAL 或 PL/1 编程的程序员，由于他们从没有系统地以结构化程序设计的思想学习和使用这些语言，因此不能编写出最好的程序来。而本书可以使他们系统地掌握使用 C 语言进行结构化程序设计的方法。因此，不论初学者还是有经验的程序员都将认为本书是有益的和有趣的。

C 语言是当今最为广泛使用的一种程序设计语言。本书介绍的是 ANSI C——目前美国国家标准协会 (ANSI) 和国际标准化组织都承认的 C 语言标准版本。

本书中选取了大量的实例，练习以及应用题，集中了软件工程的规则并强调了用结构化程序设计方法编程。

除各章节外，本书还包括如下几个内容：运行完整的程序并输出执行结果以说明所讨论的内容；针对每一章列举了常见错误 (CPES)、编程技巧 (GPPS)，以及有关此章的小结；练习与答案。

本书内容

节

本书中每一章由若干节组成，每一节阐述一个问题。文章及可执行程序描述了 C 语言的特征。在每一程序执行时，在其后跟着一个输出框，它可使读者确信程序的执行是按事先的要求进行的。把输出返回与程序语句相对照，这是学习并巩固学习内容的一个好的方法。仔细读书的同时，要尽量可能地多上机实践。

说明

本书中包含了大量的画线与表格。结构流程图的讨论，有助于读者使用控制结构及结构化程序设计。在有关数据结构的章节中，还使用了许多画线，以说明创建并维护重要的

数据结构。这些结构有表、队列、栈以及二叉树等。

有用的设计元素

这里包含四个设计元素以帮助读者将注意力集中在程序开发的重要方面上，即测试调试，执行与可移植。书中将这些分别记录在编程技巧 (GPPS)，常见错误 (CPES)，执行要点 (PERFS) 以及可移植要点 (PORTS) 中。

编程技巧 (GPPS)

编程技巧在书中作为 GPP 设计元素的内容，它提醒读者注意使用这些技术，以编写出好的程序。GPPS 中所叙述的，是多年实践经验的总结。

常见错误 (CPES)

读者特别是初学者在学习一门语言时容易犯一定的常见错误。将读者的注意力集中在这些常见错误上，将有助于读者减少编程中的错误。

执行要点 (PERFS)

对一个初学者来说，其学习目标就是要编写一个清晰、易懂的程序。然而，读者往往侧重的是：运行速度最快，使用内存最少，需要的敲击键数最小，以及其它一些修饰。其实读者真正关心的是程序的执行。他们想要知道怎么做才能变化程序，所以，书中包含了执行要点 (PERFS) 以适应改善程序的执行。

可移植要点 (PORTS)

编程者在开发软件时，通常要开发多个版本以适合在不同的计算机或操作系统上运行。所以，程序的可移植性是非常重要的。可移植就是开发的软件可以在许多不同的计算机系统上运行而无需修改。许多人把 C 语言作为开发可移植软件的最好语言。当开发可移植软件时，需要仔细认真的设计。本书包含了可移植要点 (PORTS)，将多年开发可移植软件的经验提供给读者。

小结

在每章的后面，都逐条列举了关于此章的小结，这有助于读者复习并加深对有关本章的重要内容的理解。

练习

本书中包含了大量的练习，有助于读者加深对概念的理解，学习并掌握编程方法，积累编程技巧，提高编程水平。

各章节的简介

第一章，“概念”，讨论了什么是计算机，它是如何工作的，以及什么是计算机程序，介绍了结构化程序设计，还介绍了程序设计语言发展的历史，即从机器语言、汇编语言到高级语言发展的历史。本章还讨论了原始的 C 程序设计语言。

第二章，“C 语言初步”，简单介绍了 C 语言的基本特点，同时举出几个简单的实例，在这些实例中使用了判断语句和算术运算符。学习完本章后，读者将懂得如何编写简单、

但却是完全的 C 程序。

第三章,“结构化程序设计”,是本书中重要的章节之一,特别是对计算机专业的读者。本章中介绍了用于解决问题的算法(伪代码),用结构化程序设计方法编写程序的重要性,它可使程序易懂、易调试、易维护、易实现。还介绍了结构化程序设计的基本控制结构,它们是:顺序结构,选择(if和if/else)结构,以及循环(while)结构。介绍了自顶向下逐步求精的技术,它是编写结构化程序的关键。本章还介绍了两个程序设计工具,即结构化流程图和结构化伪代码。

第四章,“程序控制”,进一步介绍了结构化程序设计以及附加控制结构,详细介绍了循环,比较了计数控制循环与标记控制循环,介绍了for语句,switch语句以及do/while语句。本章还介绍了逻辑运算符。

第五章,“函数”,介绍了设计与构造程序模块。C语言中包含有标准库函数,用户自定义函数,递归以及值调用功能。本章中所介绍技术是编写结构化程序必不可少的,特别是对系统程序员和应用程序员在开发大型程序或软件时必不可少。函数可以使程序员将复杂程序分解为相互关联的简单程序。本章中还介绍了随机数,在练习中介绍了汉诺塔问题。

第六章,“数组”,介绍了数组是由具有同一数据类型的相关数据元素组成的数据结构。本章中列举了许多有关一维数组和二维数组的实例,通过这些实例可使读者认识到,结构数据的使用同在开发结构化程序时使用控制结构一样的重要。

第七章,“指针”,介绍了指针是C语言中一个重要的概念,也是C语言的一个重要特征。本章详细介绍了指针运算符,引用调用,指针表达式,指针算术运算,指针与数组的关系,指针数组以及函数指针。

第八章,“字符与字符串”,介绍了C标准库函数中用于处理字符与字符串的函数,这些函数可以处理字符、字符串、文本以及内存块。

第九章,“标准输入/输出”,详细介绍了函数printf与scanf所有的格式。介绍了printf的输出格式,例如,浮点数表示,列对齐,右对齐与左对齐,插入文字信息,强制写加号,前缀0、输出,使用指数形式,使用八进制和十六进制数,以及控制字段宽度与精确度。介绍了所有printf的转义序列。介绍了scanf所有的输入格式,包括输入指定类型的数据以及在输入流中跳过指定的字符个数。介绍了所有scanf的格式说明以及scan集。

第十章,“结构、联合、位操作以及枚举”,介绍了许多重要的特征。结构中可包含各种类型的数据项。在第十一章中,用结构形成由记录组成的文件。联合可在不同的时候使同一内存单元用于不同的数据类型。枚举常量是一个用标识符表示的整数常量集。本章还介绍了位运算符以及位域。

第十一章,“文件”,介绍了文件的概念,文件存取方式,如何创建、更新以及如何使用C语言程序处理文件。

第十二章,“数据结构”,介绍了动态数据结构,动态数据结构的种类,如链表、栈、队列、二叉树等。

第十三章,“预处理”,介绍了C语言预处理功能,它是C编译系统的一部分。C语言允许在程序中使用几种特殊的命令。在C编译系统对程序进行通常编译前,先对程序中

这些特殊的命令进行预处理，然后再将预处理的结果和源程序一起进行通常的编译处理。本章还介绍了预处理的主要功能。

第十四章到第十八章介绍了 C 语言的应用，包括 C 语言在排序和查找中的应用、统计分析、语言解释器、用 BTREE 建立一个索引文件模式、C 语言在人工智能中的应用等内容。

第十九章，“C 语言的移植和调试”，介绍了程序移植和调试的基本方法。

第二十章，“高级课题”，介绍了几个高级课题，这些问题在一般的教材中是没有的。本章介绍的很多问题都与具体的操作系统有关，如 UNIX 和 DOS。

第二十一章，“面向对象的程序设计和 C++”，简要介绍了面向对象程序设计和 C++ 的基本概念与内容。

参加本书编写工作的还有张记录，沈燕，黄江，孙清，刘军，李标等同志，对此作者表示诚挚的感谢。

目 录

第一章 概念	1
1.1 什么是计算机	1
1.2 计算机组织	1
1.3 批处理、多道程序设计和分时处理	2
1.4 个人计算、分布计算和客户 / 服务器计算	2
1.5 机器语言、汇编语言和高级语言	2
1.6 C 语言的历史	3
1.7 C 标准库	5
1.8 其它高级语言	5
1.9 结构化程序设计	5
1.10 C 语言基本环境	5
1.11 关于 C 语言的注意事项	7
1.12 并发 C	7
1.13 面向对象的程序设计和 C++	8
1.14 小结	8
1.15 编程技巧	9
1.16 自我练习与答案	9
1.17 习题	10
第二章 C 语言初步	12
2.1 一个简单的 C 程序: 输出一个文本行	12
2.2 另一个简单的 C 程序—加两个整数	13
2.3 内存储器的概念	17
2.4 C 中的算术运算	18
2.5 等号和关系运算符	19
2.6 小结	23
2.7 常见错误	24
2.8 编程技巧	24
2.9 自我练习与答案	24
2.10 习题	27
第三章 结构化程序设计	29
3.1 算法	29
3.2 伪代码	29
3.3 控制结构	30
3.4 If 选择结构	30

3.5	If/Else 选择结构	30
3.6	While 循环结构	33
3.7	制定算法	34
3.8	自顶向下, 逐步求精法	35
3.9	结构化框图	39
3.10	设计一个程序流程图	41
3.11	流程图: 法则	42
3.12	一个完整的实例	42
3.13	增量、减量以及赋值运算符	47
3.14	小结	49
3.15	常见错误	51
3.16	编程技巧	51
3.17	自我练习与答案	51
3.18	习题	55
第四章	程序控制	57
4.1	引言	57
4.2	循环的必要条件	57
4.3	计数控制循环	57
4.4	for 循环结构	59
4.5	关于 for 结构的几点说明	62
4.6	for 结构的实例	63
4.7	switch 语句	66
4.8	do/while 循环结构	71
4.9	break 语句和 continue 语句	72
4.10	逻辑运算符	74
4.11	结构程序设计小结	76
4.12	小结	81
4.13	常见错误	82
4.14	编程技巧	82
4.15	练习与答案	83
4.16	习题	86
第五章	函数	88
5.1	引言	88
5.2	C 语言中的程序模块	88
5.3	数学函数库	89
5.4	函数	90
5.5	函数定义	91
5.6	函数原型	93
5.7	头文件	96

5.8	函数调用、赋值调用与赋地址调用	97
5.9	随机数发生器	97
5.10	实例：一个随机的游戏	103
5.11	存储类别	106
5.12	引用标识符的规则	107
5.13	递归	109
5.14	使用递归的实例：斐波那契 (Fibonacci)	112
5.15	递归与迭代的比较	113
5.16	小结	115
5.17	常见错误	117
5.18	编程技巧	117
5.19	自我练习与答案	118
5.20	习题	123
第六章	数组	127
6.1	数组	127
6.2	数组定义	128
6.3	数组举例	129
6.4	数组做函数参数	136
6.5	数组排序	140
6.6	实例：用数组计算平均数，中位数以及态	142
6.7	数组查找	146
6.8	多维数组	148
6.9	小结	149
6.10	常见错误	150
6.11	编程技巧	150
6.12	自我练习与答案	151
6.13	习题	153
第七章	指针	157
7.1	引言	157
7.2	指针变量的定义及初始化	157
7.3	指针运算符	158
7.4	用引用调用函数	160
7.5	用引用调用函数的冒泡排序	164
7.6	指针表达式与指针的算术运算	165
7.7	指针与数组间的关系	167
7.8	指针数组	168
7.9	实例	170
7.10	函数指针	173
7.11	小结	176

7.12 常见错误	178
7.13 编程技巧	178
7.14 自我练习与答案	178
7.15 习题	181
第八章 字符与字符串	184
8.1 引言	184
8.2 字符与字符串的基础	184
8.3 字符处理库	185
8.4 串转换函数	191
8.5 标准输入/输出库函数	196
8.6 串处理库中的字符串操作函数	200
8.7 串处理库中的比较函数	202
8.8 串处理库中的查找函数	203
8.9 串处理库中的内存处理函数	209
8.10 串处理库中的其它函数	214
8.11 小结	215
8.12 常见错误	218
8.13 编程技巧	218
8.14 自我练习与答案	218
8.15 习题	220
第九章 标准输入/输出	222
9.1 引言	222
9.2 流	222
9.3 用 printf 进行格式化输出	222
9.4 输出整数	223
9.5 输出浮点数	224
9.6 输出字符串与字符	225
9.7 其它一些格式说明	226
9.8 用字段宽度以及精度输出	227
9.9 在格式控制串中使用标志	229
9.10 输出文字及转义序列	232
9.11 用 scanf 进行格式化输入	233
9.12 小结	239
9.13 常见错误	240
9.14 编程技巧	240
9.15 自我练习与答案	241
9.16 习题	243
第十章 结构、联合、位操作以及枚举	245
10.1 结构定义	245

10.2	结构初始化	246
10.3	结构成员的存取	247
10.4	函数使用结构	248
10.5	Typedef	249
10.6	联合	249
10.7	位运算符	251
10.8	位域	259
10.9	枚举常量	262
10.10	小结	264
10.11	常见错误	265
10.12	编程技巧	266
10.13	自我练习与答案	266
10.14	习题	268
第十一章	文件处理	270
11.1	数据层次结构	270
11.2	文件和流	271
11.3	生成顺序存取文件	272
11.4	从顺序存取文件读取数据	277
11.5	随机文件	281
11.6	建立随机文件	282
11.7	写随机文件	284
11.8	读随机文件	287
11.9	实例: 一个事务处理程序	289
11.10	小结	294
11.11	常见的错误	295
11.12	编程技巧	296
11.13	自我练习与答案	296
11.14	习题	298
第十二章	数据结构	301
12.1	引言	301
12.2	自相关结构	301
12.3	动态内存分配	301
12.4	链表	302
12.5	栈	311
12.6	队列	316
12.7	树	321
12.8	小结	328
12.9	常见错误	329
12.10	编程技巧	329

12.11	自我练习与答案	329
12.12	习题	330
第十三章	预处理程序	332
13.1	引言	332
13.2	#include 预处理命令	332
13.3	#define 预处理命令: 符号常数	333
13.4	#define 预处理命令: 宏	333
13.5	条件编译	335
13.6	#error 和#pragma 预处理命令	336
13.7	#和##操作符	337
13.8	行号	337
13.9	预定义符号常量	337
13.10	Assert 宏	338
13.11	实例	338
13.12	小结	340
13.13	常见错误	341
13.14	编程技巧	341
13.15	自我练习与答案	341
第十四章	C 语言在排序和查找中的应用	344
14.1	引言	344
14.2	排序的基本概念	344
14.3	冒泡排序法	345
14.4	选择排序法	348
14.5	插入排序法	349
14.6	shell 排序法	350
14.7	Quicksort 排序法	352
14.8	字符串数组的排序	354
14.9	结构的排序	355
14.10	查 找	357
第十五章	统计分析	359
15.1	引 言	359
15.2	样本, 总体, 分布和变量	359
15.3	基本的统计方法	360
15.4	在屏幕上简单地绘图	366
15.5	预测与回归方程	371
15.6	开发一个完整的统计程序	374
15.7	应用统计程序	388
15.8	最后的想法	390
第十六章	语言解释器	391

16.1	引 言	391
16.2	表达式语法分析	391
16.3	小 BASIC 解释器	406
16.4	增强和扩充解释器	435
第十七章	用 BTREE 建立一个索引文件模式	436
17.1	概念	436
17.2	BTREE 模块的功能说明	440
17.3	BTREE 伪代码	441
17.4	异常和设计选择	445
17.5	BTREE 程序清单	446
17.6	BTREE 分析	484
17.7	测试 BTREE	485
17.8	一个简单的应用	486
17.9	小结	494
第十八章	C 语言在人工智能中的应用	496
18.1	引言	496
18.2	表示法及术语	497
18.3	组合爆炸	498
18.4	搜索技术	499
18.5	搜索方法的评价	499
18.6	图形表示法	500
18.7	深度优先搜索	501
18.8	广度优先搜索	511
18.9	启发式搜索	513
18.10	“登山”搜索	513
18.11	最小代价搜索	519
18.12	搜索方法的选择	521
18.13	求多个解	521
18.14	寻找“最佳”解	528
18.15	有关丢钥匙问题	534
第十九章	C 语言的移植和调试	538
19.1	C 语言移植	538
19.2	调试	540
19.3	通用调试理论	548
19.4	程序维护的艺术	549
第二十章	高级课题	551
20.1	UNIX 系统和 DOS 系统中的输入输出改向	551
20.2	可变长参数表	552
20.3	使用命令行参数	554

20.4	编译多个源文件程序的注意事项	554
20.5	使用 Exit 和 Atexit 终止程序	555
20.6	Const 和 Volatile 类型修饰符	557
20.7	整数和浮点数常量后缀	557
20.8	关于文件的进一步讨论	558
20.9	信号处理	559
20.10	动态内存分配: Calloc 和 Realloc 函数	563
20.11	小结	563
20.12	常见错误	565
20.13	自我练习与答案	565
20.14	习题	566
第二十一章	面向对象的程序设计和 C++	567
21.1	面向对象的程序设计	567
21.2	C++单行注释.....	568
21.3	C++中的说明.....	568
21.4	C++流式输入输出.....	569
21.5	直接插入函数	570
21.6	引用参数	571
21.7	使用 New 和 Delete 进行动态内存分配	573
21.8	缺省参数	574
21.9	类和对象	574
21.10	范围运算符	575
21.11	访问类成员	576
21.12	存取说明符	576
21.13	友元函数	576
21.14	构造函数和析构函数	577
21.15	继承和导出类	577
21.16	运算符重载	578
21.17	函数重载	578
21.18	多态和虚函数	579
21.19	实例	581
21.20	小结	599
21.21	常见错误	600
21.22	编程技巧	601
21.23	自我练习与答案	601
21.24	习题	602
附录 A	C 语言中的语法	603
A.1	词法	603
A.2	语法	607

A.3 预处理命令	613
附录 B 标准库	615
B.1 错误 <errno.h>	615
B.2 一般定义 <stddef.h>	615
B.3 诊断 <assert.h>	616
B.4 字符处理 <ctype.h>	616
B.5 数学 <math.h>	617
B.6 非局部跳转 <setjmp.h>	619
B.7 变量参数 <stdarg.h>	620
B.8 输入/输出 <stdio.h>	620
B.9 一般实用程序 <stdlib.h>	629
B.10 字符串处理 <string.h>	634
B.11 日期与时间 <time.h>	637
B.12 环境工具的限定	638
附录 C 运算符优先级以及结合性	642
附录 D ASCII 码表	643

第一章 概 念

1.1 什么是计算机

计算机是一种以比人脑快几百万倍，甚至上亿倍的速度进行计算和做出逻辑判断的机器。例如，很多现在的个人计算机能在每秒钟中执行数百万条加法指令。如果由人使用计算器进行这加法运算大至需一年时间，还无法保证计算的准确性。目前最快的超级计算机每秒钟可执行上百亿次加法运算——大约是 1000 个人工作一年的工作量。而且每秒钟执行万亿条指令的计算机也已在实验室中问世了。

计算机是在一组称为程序的指令的控制下工作的，这些程序是由称为程序员的人编写的。程序指示计算机如何工作。

组成计算机系统的各种设备（如键盘、显示器、磁盘和中央处理机等）称为硬件。在计算机上执行的程序称为软件。近年来，硬件的价格以惊人的速度下降，已经几乎到了使个人计算机成为人们日用消费品的程度。不幸的是，由于缺乏改进软件开发方法技术，软件的价格随着软件越来越复杂，而逐渐增长。在本书中，读者可以学到减少软件成本的程序开发方法——结构化程序设计、自顶向下逐步求精、函数化以及面向对象的程序设计。

1.2 计算机组织

无论什么类型的计算机,都是由下述六个逻辑单元组成的。

1. 输入单元。计算机通过输入单元从各种输入设备中获得信息（数据和程序），使这些信息可以被其它单元处理。当今计算机最主要的输入设备是类似于打字机的键盘。
2. 输出单元。输出单元把计算机已处理过的信息输出到各种输出设备上，以使这些信息可以在计算机以外使用。当今计算机最主要的输出设备是显示器和打印机。
3. 算术逻辑单元（ALU）。算术逻辑单元是计算机完成各种算术和逻辑运算的部件，如，加法运算、减法运算、乘法运算、除法运算以及比较两个数据是否相等等等。
4. 中央处理单元（CPU）。CPU是计算机的管理者，其任务是监督和控制计算机其它部分的行动。例如，CPU 告诉输入单元什么时候应把信息输入到内存，告诉 ALU 什么时候应该使用内存中的信息进行计算，告诉输出单元什么时候把内存中的信息输出到特定的输出设备上。
5. 内存储器单元。内存储器单元是计算机中相对容量较小的仓库。它可以保存由输入单元送到计算机里的信息，这些信息可以随时被处理。它也可以保存那些已经过处理，等待输出的信息。