

21
世纪

高等学校计算机应用型本科规划教材精选



C语言 程序设计



高福成 主编
李娜 于萍 贺仁宇 陈更力 副主编



清华大学出版社

21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选

C 语言程序设计

	高福成	主 编
李 娜	于 萍	
贺仁宇	陈更力	副主编

清 华 大 学 出 版 社
北 京

内 容 简 介

本书以 C99 标准为依据,以 Visual C++ 6.0 集成开发环境为平台,以程序设计常用算法为主线,以程序设计的需要带动语言知识的学习,系统地介绍 C 语言程序设计的基本知识、基本数据类型和数据运算、逻辑运算与程序控制、数组和字符串、函数、指针、复合数据类型和类型定义、文件和编译预处理等内容。全书以短小的实例解释 C 语言中的重点和难点问题,尽量推介语言发展中的新元素,摒弃那些陈旧的知识,通过丰富的程序设计实例,使读者得到程序设计思维方法和实际编程的系统训练,有效提高应用计算机解决本专业领域实际问题的能力。

本书可作为大专院校 C 语言程序设计课程教材,全国计算机等级考试培训班教材和考试复习参考书,也可供相关工程技术人员参考。

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/高福成主编. —北京:清华大学出版社,2009.8

(21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选)

ISBN 978-7-302-20392-6

I. C… II. 高… 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(2009)第 101094 号

责任编辑:索 梅 赵晓宁

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.75 字 数:486 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:031116-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收

邮编：100084

电子邮箱：jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

电话：010-62770175-4608/4409

邮购电话：010-62786544

教材名称：C 语言程序设计

ISBN 978-7-302-20392-6

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案(素材)，有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案(素材)，希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tsinghua.edu.cn>)上查询。

21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选

编写委员会成员

(按姓氏笔画)

王慧芳

朱耀庭

孙富元

高福成

常守金



“教育部、财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见”(教高[2007]1号)指出:“提高高等教育质量,既是高等教育自身发展规律的需要,也是办好让人民满意的高等教育、提高学生就业能力和创业能力的需要”,特别强调“学生的实践能力和创新精神亟待加强”。同时要求将教材建设作为质量工程的重要建设内容之一,加强新教材和立体化教材的建设;鼓励教师编写新教材,为广大教师和学生提供优质教育资源。

“21世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选”就是在实施教育部质量工程的背景下,在清华大学出版社的大力支持下,面向应用型本科的教学需要,旨在建设一套突出应用能力培养的系列化、立体化教材。该系列教材包括各专业计算机公共基础课教材;包括计算机类专业,如计算机应用、软件工程、网络工程、数字媒体、数字影视动画、电子商务、信息管理等专业方向的计算机基础课、专业核心课、专业方向课和实践教学的教材。

应用型本科人才教育重点面向应用、兼顾继续升造,力求将学生培养成为既具有较全面的理论基础和专业基础,同时也熟练掌握专业技能的人才。因此,本系列教材吸纳了多所院校应用型本科的丰富办学实践经验,依托母体校的强大教师资源,根据毕业生的社会需求、职业岗位需求,适当精选理论内容,强化专业基础、技术和技能训练,力求满足师生对教材的需求。

本丛书在遴选和组织教材内容时,围绕专业培养目标,从需求逆推内容,体现分阶段、按梯度进行基本能力→核心能力→职业技能的培养;力求突出实践性,实现教材和课程系列化、立体化的特色。

突出实践性。丛书编写以能力培养为导向,突出专业实践教学内容,为有关专业实习、课程设计、专业实践、毕业实践和毕业设计教学提供具体、翔实的实验设计,提供可操作性强的实验指导,完全适合“从实践到理论再到应用”、“任务驱动”的教学模式。

教材立体化。丛书提供配套的纸质教材、电子教案、习题、实验指导和案例,并且在清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)提供及时更新的数字化教学资源,供师生学习与参考。

课程系列化。实验类课程均由“教程+实验指导+课程设计”三本教材构成一门课



IV

C语言程序设计



程的“课程包”，为教师教学、指导实验，学生完成课程设计提供翔实、具体的指导和技术支持。

希望本丛书的出版能够满足国内对应用型本科学生的教学要求，并在大家的努力下，在使用中逐渐完善和发展，从而不断提高我国应用型本科人才的培养质量。

丛书编委会

2009年6月

前言

FOREWORD



C 语言曾以高效、灵活、功能丰富、表达力强和移植性好等特点,在计算机语言中著称于世,并成为此后程序设计语言进化的模板。在面向对象程序设计已经成为软件开发主流的今天,C 语言在程序开发中逐步被其后代所取代已经是不争的事实,但在开发系统程序(如操作系统和嵌入式系统等)和底层应用程序(如接口程序、通信和自动控制等)时,仍然占有重要的一席之地。目前,仍有相当大的学习 C 语言的人群。

程序设计语言只是进行程序设计与编程的一个工具。我们要强调语言知识的学习,很难想象一个对语言功能没有深入了解的人能够真正使用它。但是,我们更强调如何用语言这个工具来解决实际问题,在用中学,学中用,在学习语言的过程中了解这种语言是如何支持编程技术的,并通过编程实践的训练,使自己成为一名优秀的编程人员 and 设计人员。

本书是一本给初学者介绍 C 语言的大学基础教材,希望奉献给那些想学习 C 语言的读者,尤其是那些理工科的学子们。本书有如下特点:

(1) 随着 C 语言新标准 C99 的颁布,原先沿用的 ANSI C 标准,已引起许多热衷于学习 C 程序设计人群的不满,因此,更新教材内容、使用更新的开发环境,已成为 C 语言教学的一个迫切需要解决的问题,也是培养优秀 C 编程人员 and 设计人员的当务之急。为此,本书使用 VC++ 6.0 开发环境,这使得 C99 标准中的部分改进与扩充功能得到支持。

(2) 以提高程序设计能力为目标,以程序设计方法学为依据,以综合、创新设计为重点,本着把程序设计逻辑思维方法作为一种科学方法来训练,把语言知识作为一种工具和技能来培养的理念,根据程序设计的需要安排语言知识的介绍,通过大量的常用算法,重点介绍程序设计的步骤和方法,引导学生理解理论、掌握方法,在编程实践中熟悉语言,提高设计能力和创新能力。

(3) 强化实践环节,各章中典型例题的筛选和编排围绕三个层次进行:一是阅读程序的能力;二是根据指定算法编制程序的能力;三是针对实际问题自行设计算法和程序的能力。特别是第二种能力的培养,既是应用型本科生的迫切需要,也是本书的重点目标。

(4) 每章都提供了开头的学习目标和章末的学习总结,希望以此引导读者如何掌握每一章的重点和难点。

(5) 每章配有大量的练习题,其中问答题用于指导本章学习概貌,选择题用于验证对基本概念的掌握,填空题用于考核读者阅读程序的水平,程序改错题和编程题用于检测读者调试程序 and 解决实际问题的能力。

参加本书编写工作的有高福成(第 1、第 4 章和附录)、陈更力(第 2 章)、于静(第 3 章)、于萍(第 5 章)、贺仁宇(第 6 章)、李娜(第 7 章) and 王金伟(第 8 章 and 第 9 章)。

在本书编写过程中,作者参阅了国内外许多相关著作及网上的有关热点讨论,从中吸收

了新的思路、新的内容和新的要求,力图将 C 语言中最精彩和最实用的内容展现在读者面前。但由于作者水平和能力有限,书中可能有许多遗漏甚至错误之处,恳请读者提出宝贵意见,联系方式 gaofc126@126.com。

本书的出版得到《21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选》丛书编委会的指导和支
持,也得益于清华大学出版社广大员工的辛勤劳动,编著者一并表示真诚的感谢。

编 者

2009 年 7 月

目 录

CONTENTS



第 1 章 C 程序设计的初步知识	1
1.1 C 语言的发展历史	1
1.2 C 程序的基本结构和书写风格	3
1.2.1 一个最简单的 C 程序	3
1.2.2 C 程序的基本结构	3
1.2.3 C 程序的书写风格	5
1.3 简单的 C 程序设计	6
1.3.1 赋值语句	6
1.3.2 格式输出函数	6
1.3.3 格式输入函数	7
1.3.4 库函数和标题文件	7
1.3.5 简单程序设计举例	8
1.4 C 程序的开发过程	8
1.5 Visual C++ 6.0 集成开发环境的使用	9
1.6 本章小结	10
习题 1	11
第 2 章 基本数据类型与数据运算	12
2.1 基本数据类型	12
2.2 常量与变量	14
2.2.1 直接常量和符号常量	15
2.2.2 变量	16
2.3 整型数据	17
2.3.1 整型常量	17
2.3.2 整型变量	18
2.4 实型数据	19
2.4.1 实型常量	19
2.4.2 实型变量	20
2.5 字符型数据	22
2.5.1 字符常量	22
2.5.2 转义字符	22

2.5.3	字符变量	23
2.5.4	字符数据在内存中的存储形式及使用方法	23
2.5.5	字符串常量	24
2.6	变量的初始化	25
2.7	算术运算符和算术表达式	25
2.7.1	C运算符简介	26
2.7.2	算术运算符和算术表达式	26
2.7.3	算术表达式计算中不同类型数据之间的混合运算	29
2.8	赋值运算符和赋值表达式	30
2.9	逗号运算符和逗号表达式	32
2.10	sizeof 运算符	33
2.11	不同类型数据的输入输出	33
2.12	本章小结	42
	习题 2	43
第 3 章	逻辑运算与程序控制	46
3.1	关系运算和逻辑运算	46
3.1.1	关系运算符和关系表达式	46
3.1.2	逻辑运算符和逻辑表达式	47
3.2	结构化程序设计的概念	49
3.2.1	结构化算法描述	49
3.2.2	基本程序控制结构	51
3.3	选择结构程序设计	53
3.3.1	if 语句	53
3.3.2	switch 语句	57
3.3.3	条件表达式	59
3.3.4	选择结构的嵌套	60
3.4	循环结构程序设计	63
3.4.1	for 循环	63
3.4.2	while 循环	65
3.4.3	do-while 循环	68
3.4.4	多重循环	69
3.5	其他程序控制语句	71
3.5.1	break 语句	71
3.5.2	continue 语句	72
3.5.3	goto 语句	73
3.6	常用算法	73
3.6.1	枚举法	73
3.6.2	求素数	74

3.6.3 递推法	75
3.6.4 累加、连乘	76
3.6.5 求最大值和最小值	77
3.7 本章小结	77
习题 3	78
第 4 章 数组和字符串	83
4.1 数组的概念	83
4.2 数组的定义和初始化	84
4.2.1 数组的定义和存储结构	84
4.2.2 数组的初始化	86
4.2.3 通过初始化定义隐含尺寸数组	87
4.3 数组的基本操作	89
4.3.1 数组元素的引用	89
4.3.2 数组的赋值	89
4.3.3 数组的输入和输出	90
4.4 常用字符串处理函数	94
4.5 常用算法	97
4.5.1 数据统计	97
4.5.2 排序	99
4.5.3 数据检索	101
4.5.4 数组中数据的插入和删除	103
4.5.5 字符串处理	105
4.6 本章小结	106
习题 4	106
第 5 章 函数	110
5.1 模块化程序设计原则	110
5.1.1 模块化程序设计	110
5.1.2 C 语言程序模块结构	111
5.2 函数的定义和调用	111
5.2.1 函数的定义	111
5.2.2 函数的调用	113
5.3 函数间的数据传递	116
5.3.1 参数传递	116
5.3.2 函数返回值传递	121
5.3.3 全局变量传递	121
5.4 变量和函数的存储类型	123
5.4.1 变量的存储类型	123

5.4.2 函数的存储类型	126
5.5 函数的嵌套调用和递归调用	127
5.5.1 嵌套调用	127
5.5.2 递归调用	128
5.6 常用算法	130
5.6.1 数制转换	130
5.6.2 文本的加密和解密	131
5.6.3 非线性方程求解	132
5.6.4 数值积分	133
5.6.5 Hanoi 塔	135
5.7 本章小结	136
习题 5	137
第 6 章 指针	143
6.1 理解内存地址	143
6.1.1 程序对象的地址	143
6.1.2 程序内存映像	145
6.1.3 地址运算	147
6.2 指针的定义和指针运算	147
6.2.1 指针变量的定义	147
6.2.2 指针变量的初始化	148
6.2.3 指针变量的运算	149
6.2.4 多级指针	151
6.2.5 通用指针和指针类型强制转换	151
6.3 指针与数组	153
6.3.1 指针和一维数组	153
6.3.2 指针和多维数组	156
6.4 指针与字符串	159
6.4.1 字符指针和字符串	159
6.4.2 指针数组和字符串	161
6.5 指针和函数	163
6.5.1 指针作函数参数	163
6.5.2 指针作函数返回值	169
6.5.3 函数指针	170
6.6 动态内存分配	172
6.6.1 动态内存分配函数	172
6.6.2 动态存储管理需要注意的问题	175
6.7 本章小结	175
习题 6	175

第 7 章 复合数据类型和类型定义	181
7.1 结构类型	181
7.1.1 结构类型的定义和存储模式	181
7.1.2 结构变量、结构数组和结构指针的初始化	186
7.1.3 结构成员的引用	190
7.1.4 结构类型数据在函数间的传递	196
7.1.5 结构类型的简单应用	200
7.1.6 递归结构和动态链表操作	202
7.2 联合类型	210
7.3 位运算和位段结构类型	218
7.3.1 位运算	218
7.3.2 位段结构类型	223
7.4 枚举类型	227
7.5 类型定义	229
7.6 本章小结	233
习题 7	234
第 8 章 文件	239
8.1 文件概述	239
8.2 文件的打开和关闭	241
8.3 文件的读写操作	245
8.3.1 文件读写函数	245
8.3.2 标准输入输出文件指针	255
8.4 文件的顺序存取和随机存取	256
8.4.1 文件位置指针的定位函数	256
8.4.2 文件的顺序存取	260
8.4.3 文件的随机存取	261
8.5 文件检测函数	262
8.6 本章小结	264
习题 8	264
第 9 章 编译预处理	268
9.1 编译预处理命令	268
9.2 宏定义	269
9.2.1 不带参数的宏	269
9.2.2 带参数的宏定义	272
9.3 文件包含	276
9.4 条件编译	277

9.4.1 条件编译形式一	277
9.4.2 条件编译形式二	280
9.4.3 条件编译形式三	281
9.5 本章小结	282
习题9	282
附录A VC++ 6.0 操作指导	286
A.1 单文件C程序的开发	286
A.2 编辑已有的项目和程序	291
A.3 多文件C程序的开发	293
A.4 项目中文件的插入和删除	295
附录B C语言运算符集	296
参考文献	297



C程序设计的初步知识

本章学习目标

- 熟悉 C 程序的结构特点和书写风格。
- 掌握 C 语言关键字和标识符的命名方法。
- 了解 C 编译系统提供的头文件的功能。
- 学会用赋值语句和格式输入输出函数编制简单的 C 程序。
- 掌握 Visual C++ 6.0 集成环境的使用。

本章主要介绍 C 语言和 C 程序设计的初步知识,这些知识在后续章节中还会出现,学习完这些内容后,读者对 C 程序将会有有一个初步的了解。

1.1 C 语言的发展历史

C 语言的祖先是 ALGOL60(ALGOriThm Language)。ALGOL60 是 1960 年由国际计算机委员会设计的一种面向过程的结构化程序设计语言,用它编写的程序具有可读性和可移植性好的特点。但是,它不能直接对硬件进行操作,不宜用来编写系统程序。系统程序主要用汇编语言编写,而汇编语言是面向机器的,用它编写的程序可读性和可移植性都比较差。为此,人们开始考虑设计一种集高级语言和低级语言功能于一身的语言,以便使用它来编写可读性和可移植性都比较好的系统程序。

1963 年,英国的剑桥大学和伦敦大学首先将 ALGOL60 发展成 CPL(Combined Programming Language),该语言已比较接近于硬件,但规模较大,难以实用。

1967 年,剑桥大学的 Martin Richards 将 CPL 改制成 BCPL(Basic Combined Programming Language)。BCPL 比 CPL 大为简化,既具有结构化程序设计语言的特点,也能直接处理与硬件相关的数据,被软件人员用作系统程序的描述语言。

1970 年,美国贝尔实验室的 Ken Thompson 将 BCPL 修改成 B 语言(Boiling CPL down to its basic good feature),并用 B 语言开发了第一个高级语言 UNIX 操作系统,在 DEC 公司的 PDP-7 小型机上运行。

1972 年,Dennis M. Richie 将 B 语言修改设计成 C 语言。C 语言既保持了 BCPL 和 B 语言的精练和接近于硬件的特点,也克服了它们过于简单、数据无类型等缺点。1973 年,

Ken Thompson 和 Dennis M. Richie 又合作将 1969 年用汇编语言编写的 UNIX 操作系统改用 C 语言编写,其中 C 语言代码占 90% 以上,只保留了少量汇编语言代码。这样就使得 UNIX 操作系统向其他类型的机器上移植变得相当简单。到 20 世纪 70 年代中期,UNIX 操作系统和 C 语言作为软件设计的良好工具而开始风靡世界。

1978 年,以 UNIX 第 7 版中的 C 编译程序为基础,Brian W. Kernighan 和 Dennis M. Richie 合著了影响深远的名著《The C Programming Language》。这本书中介绍的 C 语言成为后来广泛使用的 C 语言版本的基础,称为 K&R C 语言或传统 C,并作为 C 编译器所支持的最基本的 C 语言部分。其后的十几年中,适用于不同机种和不同操作系统的 C 编译系统相继问世,从而把 C 语言的应用推向了更加广泛普及的阶段。1983 年,美国国家标准局 ANSI 制定了 C 语言标准,称为 ANSI C 或现代 C。1988 年,K&R 修改了他们的经典著作《The C Programming Language》,按 ANSI C 标准重新编写了该书。1989 年,ANSI C 标准(ANSI X3.159—1989)正式颁布。C 标准化的一个目的是扩展 K&R C。这个标准包括了一些新的特性,也使用新的函数库标准。后来,ANSI C 标准被 ISO(国际标准化组织)采纳成为 ISO 9899,简称 C89,其第一个版本文件在 1990 年出版。

在 ANSI 标准化后,C 语言的标准在一段相当长的时间内都保持不变。虽然 Normative Amendment1 在 1995 年曾经开发了一个新的 C 语言版本,简称为 C95,但这个版本很少被人所知。到了 20 世纪 90 年代,随着 C++ 标准在不断更新,C 语言标准又得到改进,这就是 ISO/IEC 9899:1999(1999 年出版),俗称 C99,该标准于 2000 年 3 月被 ANSI 采用。

但是,各个公司对 C99 的支持所表现出来的兴趣不同。当 GCC 和其他一些商业编译器支持 C99 的大部分特性时,微软和 Borland 却似乎对此不感兴趣,例如,VC++ 6.0 就不完全支持 C99。

C 语言是一种面向过程的语言,意思是用 C 语言编程时,必须按照算法的实现过程逐条语句编写,通知计算机一步一步怎么做。进入 20 世纪 80 年代后,面向对象的程序设计概念日益普及。所谓面向对象,是通过类和对象把程序所涉及的数据结构和对它施行的操作有机地组织成模块,对于数据和对数据的处理细节进行最大限度的封装,从而使开发出来的软件易重用、易修改、易测试、易维护、易扩充。正如其他传统的程序设计语言都在发展自己面向对象的新版本一样,C 语言也在发展的同时,朝着支持面向对象程序设计(Object Oriented Programming, OOP)的方向迈出了步伐。1986 年,美国 AT&T 贝尔研究所的 Bjarne Stroustrup 推出了 C 语言的超集 C++ 语言,也叫“带类的 C”。

随着信息时代的到来,由于设计 Internet 上的 Web 浏览器的需要,1994 年出现了 Java 语言,它不仅支持 OOP,而且具有软硬件平台无关性的特点,适合于进行网络开发。Java 脱胎于 C++,被称为 C++ 的衍生语言。2000 年,Microsoft 公司推出了 Microsoft Visual Studio. NET,它是一个具有公共语言子集的开发平台,实现了多种语言及其类库的无缝集成,使应用程序的开发更容易、更简单。C# 是专为这一平台推出的全新语言,它也派生于 C 和 C++,并具有语法简洁、面向对象、与 Web 紧密结合、卓越的安全性能、灵活性和兼容性俱佳等特点,成为 .NET 平台一流的网络编程工具。

从面向过程的 C 到面向对象的 C++,继而是 Windows 平台上可视化的 C++ 开发工具 Visual C++,直到网络平台上面向对象的 Java 和 C#,C 语言在程序开发中逐步被其后代所取代已经是不争的事实,但在开发系统程序(如操作系统和嵌入式系统等)和底层应用程序