

高级语言程序设计

(C语言描述)(第2版)

吕国英 李茹 王文剑 等 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

高级语言程序设计

(C语言描述书(第2版))

吕国英 李茹 王文剑 等 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地讲述了 C 程序设计语言的基本内容,同时以 C 语言为平台通过大量例题重点讲解程序设计的基本方法和技巧。书中 C 程序设计语言与程序设计方法两部分内容相对独立,注重程序设计实践,内容独特,通俗易懂,本书是学习程序设计的理想读物。

本书具有较强的完备性,有配套的《高级语言程序设计实验指导与习题集》,包括“上机指导”、习题及其解答、成套的自测题和“程序设计课程设计大纲”(为三学期制中的小学期提供)等内容。

本书适合作为计算机及理科各专业开设程序设计课程的教材,也是编程爱好者的参考书和考研者的备考读物。

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

高级语言程序设计: C 语言描述 / 吕国英等编著. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2012.8

(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-29138-1

I. ①高… II. ①吕… III. ①C 语言-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 132833 号

责任编辑: 闫红梅 赵晓宁

封面设计: 傅瑞学

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 王静怡

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: 北京嘉实印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 27.75 字 数: 676 千字

版 次: 2008 年 3 月第 1 版 2012 年 8 月第 2 版 印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 43.00 元

产品编号: 047137-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

北京信息工程学院

赵 宏 教授

北京科技大学

孟庆昌 教授

石油大学

杨炳儒 教授

天津大学

陈 明 教授

复旦大学

艾德才 教授

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

扬州大学

南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学

南京邮电学院

苏州大学

江苏大学

中国矿业大学

武汉大学

华中科技大学

中南财经政法大学

华中师范大学

江汉大学

国防科技大学

中南大学

湖南大学

西安交通大学

长安大学

哈尔滨工业大学

吉林大学

山东大学

厦门大学

厦门大学嘉庚学院

云南大学

电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

李 云 教授

骆 斌 教授

黄 强 副教授

黄志球 教授

秦小麟 教授

张功萱 教授

朱秀昌 教授

王宜怀 教授

陈建明 副教授

鲍可进 教授

张 艳 副教授

姜 薇 副教授

何炎祥 教授

刘乐善 教授

刘腾红 教授

叶俊民 教授

郑世珏 教授

陈 利 教授

颜 彬 教授

赵克佳 教授

邹北骥 教授

刘卫国 教授

林亚平 教授

沈钧毅 教授

齐 勇 教授

巨永锋 教授

郭茂祖 教授

徐一平 教授

毕 强 教授

孟祥旭 教授

郝兴伟 教授

冯少荣 教授

张思民 教授

刘惟一 教授

刘乃琦 教授

罗 蕾 教授

蔡 淮 教授

于 春 讲师

曾华燊 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前，针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”，即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括：

（1）21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业，特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

（2）21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

（3）21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

（4）21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

（5）21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

（6）21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

（7）21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

（8）21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十年的努力，在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌，为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格，这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人：魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

第2版前言

近年来,随着各类程序(软件)设计大赛的广泛开展,C语言程序设计教学中“重语言轻设计”的教学状况得到了有效改善。本教材一直致力于改善这种教学缺陷,始终强调设计的重要性,因而受到广大相关专业在校学生和程序设计爱好者的好评。为了进一步提高本教材的质量,第2版在延续原有风格和优点的基础上,对第1版进行了以下方面的改进和调整。

1. 细化章节内容使结构更加合理

为了更好地贴近教学和未来应用的需求,教材由原来的7章增加到现在的9章。变动主要有:分解了程序设计语言基础的内容,加强了对基本原理和基本思想的讲解,将原来的第1章分解为C语言概述与数据类型和C语言的语句两章。其次,基于当前文字处理成为计算机科学的一个重要应用领域,因此对数据连续存储一章进行了分解,将字符串处理程序设计内容独立为现在的第6章。

2. 与时俱进适应新的开发环境

早期C语言的开发环境主要是Turbo C,是DOS操作系统下的开发环境。但是在Windows时代,使用Turbo C编辑运行程序很不方便,现在多数使用Visual C++作为开发环境。因此教材对变量存储等相关内容就不同开发环境进行了讲解。

3. 增加图表,讲解直观,便于理解

第2版对很多过程性的内容增加了图表解释,增强了可读性,使读者更容易理解,从而形成条理、结构性强的思维过程,可以提高读者的学习效率。

4. 提供了配套的《高级语言程序设计实验指导与习题集》

教材配套的《高级语言程序设计实验指导与习题集》包括上机指导、习题及其答案成套的自测题和程序设计课程的设计大纲,既满足教师的全部教学工作的需要,又满足了学生巩固课堂知识和深入学习的需要。

除了以上改进,我们也对原书发现的错误或疏漏一一做了订正,提高了教材的质量。

不妥和错误之处，敬请专家和读者继续提出宝贵意见。

第 2 版教材的编写者有吕国英、李茹、王文剑、王江、钱揖丽、杨红菊、门昌骞、徐乾，同时本教材的编写得到了山西大学教务处和山西大学计算机与信息技术学院的大力支持，清华大学出版社对教材的出版、发行工作付出了很多心血，在此一并致以衷心的感谢。

吕国英
于山西大学
2012 年 6 月

程序设计是一门重要的计算机基础课程,通过学习,学生不仅要掌握高级程序设计语言的知识,更重要的是在实践中逐步掌握程序设计的思想和方法,培养问题求解和语言的应用能力。作为基础课,尽管程序设计课程的内容比较成熟、稳定,但学生普遍反映语法规则易,编程应用难。本教材的建设目标就是要把程序设计课程从以“语言”教学为主的现状,改变到以“设计”教学为主的正规渠道上来。为培养软件开发人才打好坚实的基础,提供必要的基石。

本教材将程序设计语言作为“程序设计”的工具,突出“程序设计方法”的教学,将枯燥的语法现象融入到程序设计的实际应用中,为读者提供一种获取程序设计应用技能的实用教材,本教材的主要特点如下。

1. 目标明确,改革结构

本教材综合一般程序设计类教材和应用类参考资料的精华,将“程序设计语言”与“程序设计方法和技巧”的内容相对独立,使程序设计方法和技巧的讲解更条理,符合认知规律,利于学生学习和掌握。

2. 重点突出,难点分解

指针类型及其应用是高级程序设计语言中的难点,又是后续课程的重点,如数据结构、面向对象的程序设计语言都离不开指针类型。本教材避免像别的教材一样,最后集中讲解指针类型及相关内容,而是对这一难点进行分解。所谓“分解”就是将指针概念提前到模块章节之前,使其能及早被读者认识,并能在以后的各个相关知识点中及时介绍指针的应用。这样使教材体系很好地反映了知识点的内在联系,同时增加了指针应用的机会,降低了指针学习的难度。

3. 内容新颖富有启发性

本教材在讲解程序设计例题时,不是简单“教”学生用程序解决问题的方法,而是启发学生思考人类怎么解决这样的问题,然后分析人类解决问题的过程,从中找出可以归结为规则操作的方法,进而编写成程序。并对已有的方法提出改进的可能,启发有能力的同学深入学习,旨在培养学生勤于思考的习惯。

4. 注重激发学生学习兴趣

本教材对语句功能的讲解是先说明其应用于需求,再介绍其语句功能和语法规则。对语法现象尽量说明其在程序设计中的应用意义,从实用出发对可能出现的语法错误进行讲

解，而不对那些没有实际意义的语法现象进行罗列。教材对所学方法和技巧在后继课程的改进及应用发展方向进行了介绍，提高了学生的学习兴趣。

5. 注重培养学生综合应用能力

本教材中的例题不是先给出程序再去解释程序的内容，而是从“设计”的角度出发，经问题分析——模型建立——算法设计——实现要点，才给出程序。不仅告诉读者怎么样进行程序设计，还要说明为什么这样做。这样做有利于培养学生“设计”程序的能力，而不是“记忆”程序的能力，为提高学生的动手实践能力和综合编程的能力打下基础。

本教材设置了独立的综合实践章节，通过对同一问题进行多角度分析、设计，拓展学生的思维，训练学生的应用能力。为了尽快提高学生的实践能力，还介绍了程序测试、调试的简单方法和技巧。教材除提供随课程进行的验证性实验指导“程序设计上机指导”外，还为广泛兴起的三学期制中的小学期，附加了增强实际应用的资料“程序设计课程设计大纲”。

本书不仅适合作为高等院校理科相关专业“程序设计”的教材，也适合程序设计爱好者自学使用，还可以为程序设计竞赛者打基础提供帮助。

由于水平有限，虽然力争精准，但错误在所难免，敬请专家和读者指正。

编 者

2008 年 2 月

目 录

第 1 章 C 语言概述与数据类型	1
1.1 引言	1
1.1.1 程序设计语言及其分类	1
1.1.2 程序的执行	3
1.1.3 认识简单的 C 程序	4
1.2 C 语言基本数据类型	5
1.2.1 计算机中数据存储基础	5
1.2.2 数据类型	6
1.2.3 数据类型的作用	6
1.2.4 数据表示——常量	9
1.2.5 数据表示——变量	11
1.2.6 数据运算——表达式	14
习题 1	17
第 2 章 C 语言的语句	20
2.1 C 语句概述	20
2.2 顺序结构	21
2.2.1 格式输出语句	21
2.2.2 格式输入语句	24
2.2.3 赋值语句及相关运算符	26
2.2.4 顺序结构程序举例	30
2.3 条件的表示	31
2.3.1 算术表达式	31
2.3.2 关系表达式	31
2.3.3 逻辑表达式	32
2.3.4 短路求值	34
2.4 选择结构	34
2.4.1 单分支语句 (if)	34
2.4.2 双分支语句 (if-else)	35
2.4.3 多分支语句 (if-else-if)	35
2.4.4 条件运算符	38



2.4.5	条件语句程序举例	39
2.4.6	开关语句（switch）	45
2.4.7	开关语句程序举例	47
2.5	循环结构	48
2.5.1	基本的循环语句	48
2.5.2	循环的嵌套	51
2.5.3	break 和 continue 语句	52
2.5.4	三类常用循环方式	53
	习题 2	54
第 3 章	程序设计基础	62
3.1	引言	62
3.1.1	程序设计步骤	62
3.1.2	程序设计示例	64
3.1.3	程序的评价	65
3.2	递推法程序设计	66
3.2.1	顺推法——累加与累乘	66
3.2.2	顺推法其他应用	73
3.2.3	倒推法	77
3.2.4	迭代法	78
3.3	循环与选择程序设计	81
3.3.1	有选择的累加累乘	81
3.3.2	编写健壮的程序	83
3.3.3	最大最小问题	84
3.4	枚举程序设计	85
3.4.1	枚举法	85
3.4.2	数与数字	88
3.4.3	素数与因数	90
3.5	多重循环程序设计	93
3.5.1	二重循环基础应用	94
3.5.2	二维图表程序设计	95
	习题 3	97
第 4 章	模块化程序设计	106
4.1	指针与指针变量	106
4.1.1	引入	106
4.1.2	指针变量定义和引用	106

4.2	程序模块——函数	109
4.2.1	模块的引入	109
4.2.2	函数定义与声明	110
4.2.3	函数的作用	112
4.2.4	函数的调用	114
4.2.5	函数间的信息交互	118
4.2.6	多文件程序的实现	122
4.2.7	进一步认识变量	124
4.3	函数应用	129
4.3.1	随机函数的应用	129
4.3.2	模块化程序设计	133
4.3.3	递归程序设计	141
4.3.4	递归与循环的比较	146
4.4	与函数相关的语言机制	152
4.4.1	函数与指针	152
4.4.2	宏	154
	习题 4	158
第 5 章	数值数据的连续存储与应用	168
5.1	一维数组	168
5.1.1	一维数组定义及引用	168
5.1.2	一维数组基础应用	171
5.1.3	数组与指针 1	175
5.2	一维数组应用	180
5.2.1	排序与检索	180
5.2.2	巧用下标	185
5.2.3	构造循环体	187
5.2.4	记录状态信息	188
5.3	二维数组及其应用	191
5.3.1	二维数组定义及引用	191
5.3.2	二维数组应用	194
5.3.3	数组与指针 2	200
5.3.4	趣味矩阵	205
	习题 5	213
第 6 章	字符串	222
6.1	字符数组与字符串	222

6.1.1	字符数组及字符串概述	222
6.1.2	字符串插入、删除	230
6.1.3	指针类型函数的应用	235
6.2	字符串应用	236
6.2.1	最基础的信息加密方法	236
6.2.2	数值与字符串	237
6.2.3	单词统计	240
6.2.4	字符串排序	241
6.2.5	字符串检索	242
6.3	数组与指针 3	244
6.3.1	指针与字符串	244
6.3.2	主函数的参数	249
6.3.3	动态存储	251
	习题 6	258
第 7 章	程序设计中的技巧	266
7.1	数学知识提高程序效率	266
7.1.1	杨辉三角形的应用	266
7.1.2	最大公约数的应用	267
7.1.3	最小公倍数的应用	270
7.2	算术运算的作用	271
7.2.1	减化或避免条件判断	271
7.2.2	构造下标	274
7.3	标志量的作用	275
7.3.1	提高程序效率	275
7.3.2	表示复杂情况	276
7.4	信息数字化	280
7.4.1	逻辑类问题	281
7.4.2	智巧类问题	283
7.5	高精度数据计算	289
7.5.1	加、减法运算	289
7.5.2	乘法运算	293
	习题 7	295
第 8 章	程序设计语言深入	297
8.1	结构体	297
8.1.1	结构体及其定义	297



8.1.2	结构体的引用	300
8.1.3	结构体与指针	302
8.1.4	结构体与数组	303
8.1.5	结构体与函数	305
8.2	结构体应用	307
8.2.1	结构体基础应用	307
8.2.2	结构体数组应用	309
8.2.3	结构体排序与信息检索	313
8.3	共用体与枚举类型	316
8.3.1	共用体	316
8.3.2	枚举类型	320
8.4	类型名定义	322
8.5	位运算	324
8.5.1	按位与运算	324
8.5.2	按位或运算	324
8.5.3	按位异或运算	325
8.5.4	求反运算	325
8.5.5	左移运算	326
8.5.6	右移运算	326
8.6	文件	326
8.6.1	C 语言文件概述	326
8.6.2	文件的打开与关闭	327
8.6.3	文件的读写	330
8.6.4	文件定位	333
8.6.5	文件其他相关函数	334
8.6.6	文件应用	334
习题 8		338
第 9 章	程序设计实践	351
9.1	程序设计综合练习	352
9.1.1	编程输入 10 个整数而后逆序输出它们	352
9.1.2	求 $1!+2!+3!+4!+\cdots+n!$	358
9.1.3	递增的牛群	361
9.1.4	验证哥德巴赫猜想	367
9.1.5	求三个数的最小公倍数	371
9.1.6	猴子选大王	375
9.2	程序测试与调试	379



9.2.1 常见的语法错误.....	380
9.2.2 常见的“伪”语法错误.....	381
9.2.3 常见的逻辑类错误.....	385
9.2.4 测试与调试.....	389
附录 A C 语言要素.....	391
附录 B 编译预处理.....	397
附录 C 常用标准库函数.....	399
附录 D ASCII 码字符表.....	425
参考文献.....	426