

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

新编C程序设计

郭来德 常东超 吕宝志 等 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

新编C程序设计

郭来德 常东超 吕宝志 等 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书参照最新计算机等级考试(二级 C)教学大纲,并根据高校最新“C 语言程序设计”课程教学大纲要求编写而成。全书共分 11 章,主要内容有: C 程序的基本组成以及程序开发过程; C 语言的基本数据类型、运算符、表达式、数据类型转换、位运算与位段的相关知识及标准的输入输出函数; C 语言的基本语句和流程控制语句; 数组、函数、指针的概念及用法; C 语言的编译预处理功能; C 语言结构体与共用体; C 语言中文件的相关概念以及文件的各种操作方法。

本书既可以作为高等学校本专科计算机“C 语言程序设计”课程的教材,也可以作为培养读者计算机编程能力和参加全国计算机等级考试(C 语言)的自学参考书。

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

新编 C 程序设计/郭来德等编著. —北京: 清华大学出版社, 2012. 10

(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-28800-8

I. ①新… II. ①郭… 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 098406 号

责任编辑: 付弘宇 薛 阳

封面设计: 傅瑞学

责任校对: 梁 毅

责任印制: 张雪娇

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: 保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 17.5

字 数: 437 千字

版 次: 2012 年 10 月第 1 版

印 次: 2012 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 29.00 元

产品编号: 046110-01

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

赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

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	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
厦门大学	冯少荣	教授
厦门大学嘉庚学院	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	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多年的努力,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

C语言是国内外长期并广泛使用的一种计算机语言,是计算机应用人员,特别是硬件产品开发和底层程序开发人员应该掌握的一种程序设计工具之一。C语言以其语法结构简洁精妙、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、可移植性好而深受广大程序开发人员的青睐。

由于它具有上述优点,所以至今仍得到广泛的应用。无论是 Windows 还是 Linux 操作系统,其底层程序都是用 C 语言编写的,而且大部分网络协议、画面漂亮的游戏、工业控制程序等也是用 C 语言来实现的。可以说,C语言是一门十分优秀而又重要的语言。而且很多新型的语言都是 C 语言衍生的,如: C++、Java、C#、J#、Perl 等。可以说掌握 C 语言是掌握许多其他优秀语言的基础,有了这个基础,再学其他语言就容易多了。

C语言蕴涵了程序设计的基本思想,囊括了程序设计的基本概念,随着国家信息化步伐的加快,对高校理工科学生的计算机基础教育提出了新的要求,全国计算机等级考试的三级和四级考试又都必考 C 语言,因此绝大多数理工科高校、高职院校都把“C语言程序设计”作为一门重要的计算机基础课程。

本书是根据最新 C 语言程序设计教学大纲、在广泛汲取各个 C 语言教材优点的基础上,充分考虑计算机等级考试要求,由多年从事 C 语言教学的数位教师联合编写而成;与以往的 C 语言教材相比,更加贴近了全国计算机等级考试大纲,有助于全面提高读者的程序设计能力和取得“等考”资格证书。

全书共分 11 章,其中:

第 1 章主要介绍 C 语言的发展与特点,C 程序的基本组成以及程序开发过程。

第 2 章介绍 C 语言中基本数据类型及标准的输入输出函数。

第 3 章介绍运算符与运算符的分类、表达式与表达式的计算、数据类型转换。

第 4 章介绍基本语句和流程控制语句,结构化程序设计的三种基本结构——顺序、选择、循环。

第 5~7 章分别介绍了数组、函数、指针。

第 8 章介绍 C 语言的编译预处理功能,包括不带参数的宏定义以及带参数的宏定义,如何使用文件包含功能,条件编译的几种形式及应用。

第 9 章介绍结构体与共用体的相关知识。

第 10 章介绍位运算与位段的相关知识及使用。

第 11 章介绍 C 语言中文件的相关概念以及文件的各种操作方法。

全书由辽宁石油化工大学郭来德、常东超、吕宝志等编著,高文来、刘培胜、白雪、张玉、杨妮妮、王杨等参加了部分章节的编写和校对工作;全书由常东超统稿。

辽宁石油化工大学魏海平教授审阅了全书,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平有限,书中如有不足之处,敬请读者批评指正,以利作者改进。

编 者

2011 年 10 月

第 1 章 C 语言概述	1
1.1 C 语言的发展历史	1
1.2 使用 C 语言的优势	1
1.3 C 语言程序基本结构	2
1.3.1 C 语言程序范例	2
1.3.2 C 语言程序结构特点	4
1.4 C 语言程序的开发过程	4
本章小结	6
习题 1	6
第 2 章 数据类型	7
2.1 数据类型的分类	7
2.1.1 什么是数据类型	7
2.1.2 C 语言的数据类型分类	7
2.2 常量	10
2.2.1 整型常量	10
2.2.2 字符串常量	13
2.2.3 实型常量	13
2.3 变量	14
2.3.1 什么是变量	14
2.3.2 变量定义语句	15
2.4 标准输入输出函数	15
本章小结	22
习题 2	22
第 3 章 运算符和表达式	26
3.1 运算符与运算符的分类	26
3.2 表达式与表达式的计算	33

3.2.1 表达式	33
3.2.2 复合表达式的计算	34
3.2.3 数据类型转换	36
本章小结	38
习题 3	38
第 4 章 语句	41
4.1 基本语句	41
4.2 流程控制语句	42
4.2.1 程序流程	43
4.2.2 分支语句	44
4.2.3 循环语句	50
4.2.4 转向语句	57
4.2.5 综合举例	60
本章小结	63
习题 4	63
第 5 章 数组	69
5.1 一维数组	69
5.1.1 一维数组的定义	69
5.1.2 一维数组元素的引用	70
5.1.3 一维数组的初始化	71
5.1.4 一维数组应用举例	71
5.2 二维数组和多维数组	76
5.2.1 二维数组和多维数组的定义	76
5.2.2 二维数组和多维数组的引用	77
5.2.3 二维数组和多维数组的初始化	78
5.2.4 二维数组和多维数组的举例	79
5.3 字符数组和字符串	82
5.3.1 字符数组	82
5.3.2 字符串	84
5.3.3 字符串处理函数	85
5.3.4 字符数组的举例	91
本章小结	94
习题 5	94
第 6 章 函数	96
6.1 函数的概念	96
6.2 函数的定义和声明	97

6.2.1 函数的定义	97
6.2.2 函数声明	99
6.3 函数调用	101
6.4 函数传递机制	104
6.5 递归	109
6.6 变量的作用域及存储类别	112
6.6.1 变量的作用域	112
6.6.2 变量的存储类别	115
6.7 库函数	119
6.7.1 库函数	119
6.7.2 常用库函数	120
本章小结	123
习题 6	124
第 7 章 指针	127
7.1 指针的概念	127
7.2 指针变量的定义	128
7.3 指针的运算	130
7.3.1 指针变量的赋值运算	130
7.3.2 指针变量的算术运算	131
7.3.3 指针变量的关系运算	134
7.4 指向数组的指针	135
7.5 字符串的指针	137
7.6 函数与指针	139
7.6.1 指针变量作为函数参数	139
7.6.2 指针型函数	142
7.6.3 指向函数的指针	143
7.7 指针数组和二维数组的行指针	144
7.7.1 指针数组的定义和应用	145
7.7.2 二维数组的行指针	147
7.7.3 main 函数的参数	149
7.8 指向指针的指针	151
7.8.1 二级指针的定义	151
7.8.2 二级指针的应用	151
7.9 有关指针的数据类型和指针运算的小结	152
7.9.1 有关指针的数据类型的小结	152
7.9.2 指针运算的小结	153



7.9.3 void 指针类型	153
7.10 与指针有关的 C 程序典型举例	153
本章小结	160
习题 7	160
第 8 章 文件包含和预编译	169
8.1 宏定义	169
8.1.1 不带参数的宏定义	169
8.1.2 带参数的宏定义	172
8.2 文件包含	174
8.3 条件编译	176
本章小结	178
习题 8	178
第 9 章 结构体与共用体	182
9.1 结构体类型变量定义和引用	182
9.1.1 结构体类型定义	182
9.1.2 结构体类型变量定义	183
9.1.3 结构体类型变量的初始化	184
9.1.4 结构体类型变量的引用	185
9.2 结构体数组	186
9.2.1 结构体数组的定义	186
9.2.2 结构体数组的初始化	187
9.2.3 结构体数组的引用	187
9.2.4 结构体数组的应用举例	187
9.3 结构体指针	189
9.3.1 指向结构体变量的指针	189
9.3.2 指向结构体数组的指针	191
9.3.3 结构体指针变量作函数参数	193
9.4 链表	193
9.4.1 用指针处理链表	194
9.4.2 处理动态链表的函数	196
9.4.3 建立链表	197
9.4.4 输出链表	199
9.4.5 链表的删除操作	199
9.4.6 链表的插入操作	200
9.5 共用体	202
9.5.1 概念	202
9.5.2 共用体类型的定义	203

9.5.3 共用体变量的定义	203
9.5.4 共用体变量的引用	204
9.5.5 共用体类型数据的特点	205
9.6 枚举类型	205
9.7 类型定义	207
本章小结	209
习题 9	209
第 10 章 位运算	212
10.1 概述	212
10.2 位运算符和位运算	212
10.2.1 按位与运算符(&)	212
10.2.2 按位或运算符()	214
10.2.3 按位取反运算符(~)	214
10.2.4 按位异或运算符(^)	215
10.2.5 左移运算符(<<)	216
10.2.6 右移运算符(>>)	217
10.2.7 位运算赋值运算符	218
10.3 位运算应用举例	218
10.4 位段	221
10.4.1 位段的概念	221
10.4.2 位段的定义	222
10.4.3 位段的引用	223
本章小结	224
习题 10	224
第 11 章 文件	225
11.1 C 语言文件的概念	225
11.2 文件指针	226
11.3 文件的打开与关闭	226
11.3.1 文件的打开(fopen 函数)	226
11.3.2 文件关闭函数(fclose 函数)	228
11.4 文件的读写	228
11.4.1 字符读写函数 fgetc 和 fputc	228
11.4.2 字符串读写函数 fgets 和 fputs	231
11.4.3 数据块读写函数 fread 和 fwrite	233
11.4.4 格式化读写函数 fscanf 和 fprintf	234
11.5 文件的随机读写	236
11.5.1 文件定位	236

11.5.2 获取文件指针当前位置	236
11.6 文件检测函数	237
11.6.1 文件结束检测函数 feof 函数	237
11.6.2 读写文件出错检测函数	237
本章小结	237
习题 11	237
附录 A 常用字符与 ASCII 码对照表	239
附录 B Turbo C 常用标准库函数	240
附录 C 保留关键字	254
附录 D 书后习题参考答案	255
参考文献	264

第 1 章 C 语言概述

1.1 C 语言的发展历史

计算机的高级语言具有使用方便、可移植性好、容易理解的特点,但是随着计算机应用的迅猛发展,计算机的语言要求能够直接操作计算机的硬件(如对内存操作、位操作等),在这样的情况下,人们希望有一种语言既有高级语言使用方便的特点,又有低级语言能够直接操作计算机硬件的特点,20 世纪 70 年代初期,在种类繁多的程序语言家族中又增添了一名新成员——C 语言。

C 语言是一种编译型程序语言,它的前身是马丁·理查德(Martin Richards)在 20 世纪 60 年代开发的 BCPL 语言。BCPL 语言是计算机软件人员在开发系统软件时,作为记述语言使用的一种程序语言。1970 年,美国贝尔实验室的肯·苏姆普逊(Ken Thompson)在软件开发工作中继承和发展了 BCPL 语言的特点,进而提出了 B 语言。当时最新型的小型计算机,美国 DEC 公司的 PDP-7 型机中的 UNIX 操作系统就是使用 B 语言记述和开发的。此后,在美国贝尔实验室为更新型的小型机 PDP-11/20 进行 UNIX 操作系统的开发工作中,戴尼斯·M. 利奇(Dennis M Ritchie)和布朗·W. 卡尼汉(Brian W Kernighan)对 B 语言做了进一步的充实和完善,于 1972 年推出了一种新型的程序语言——C 语言。

C 语言功能强大而灵活,因此很快被传播到贝尔实验室之外,世界各地的程序员都使用它来编写各种程序。然而,在 C 语言出现不久,不同的组织便开始使用自己的 C 语言版本。由于没有统一的标准,使得不同版本的 C 语言之间出现了一些不一致的地方。为了改变这种情况,美国国家标准协会(American National Standards Institute, ANSI)为 C 语言制定了一套 ANSI 标准,成为现行的 C 语言标准。目前流行的 C 语言编译器绝大多数都遵守这一标准。

1.2 使用 C 语言的优势

在当前的计算机编程领域中,有大量的高级语言可供选择,如 C、Perl、Java 和 C++。这些都是非常卓越的计算机语言,能够完成大部分编程任务。虽然如此,但基于以下几个原因,很多人认为 C 语言是其中最佳的。

(1) C 语言功能强大,并且语言简洁、紧凑,使用方便、灵活。C 语言仅有 32 个关键字(见附录 C),9 种控制语句,程序的书写形式也很自由。C 语言可用于操作系统、字处理器、图形、电子表格等项目,甚至可用于编写其他语言的编译器。

(2) C 语言具有结构化的控制语句,用函数作为程序模块以实现程序的模块化。

(3) 数据类型丰富。C 语言除具有基本数据类型整型(int)、实型(float 和 double)、字

符型(char)外,还有各种构造类型。利用这些数据类型可以实现复杂的数据结构,如堆栈、队列、链表等。

(4) C 语言表达能力强、语言简练,可以直接访问内存物理地址和硬件寄存器,可以表达直接由硬件实现的针对二进制位(b)的运算。在语言成分的表达方法上尽可能简洁,I/O 操作不是作为 C 的语法成分而是通过 C 库函数实现,因而程序简洁,编译程序体积小。

(5) C 语言是可移植的。这意味着为一种计算机系统(如 IBM PC)编写的 C 语言,可以在其他系统中编译并运行,而只需做少量的修改,甚至无须修改。例如,在使用 Windows 操作系统的计算机上编写的 C 程序,可以不必修改或做少量修改就可成功移植到使用 Linux 操作系统的计算机上。C 语言的 ANSI 标准(有关编译器的一组规则)进一步加强了可移植性。

(6) C 语言生成的目标代码质量高,程序执行效率高。代码质量是指 C 程序经编译后生成的目标程序在运行速度上和存储空间上开销的大小。一般而言,运行速度越高,占用的存储空间越少,则代码质量越高。一般高级语言相对于汇编语言而言其代码质量要低得多,但 C 语言在代码质量上几乎可以与汇编语言媲美。

由于 C 语言的上述众多的特点,使它成为一个实用的通用程序设计语言,既可用于编写系统软件,又可编写应用软件,特别适用于编写各种与硬件环境相关的系统软件,不愧为一种强有力的系统程序设计语言。

1.3 C 语言程序基本结构

任何计算机程序语言,都具有特定的语法规则和一定的表现形式。程序的书写格式和程序的构成规则是程序语言表现形式的一个重要方面。按照规定的格式和构成规则书写程序,不仅可以使程序设计人员和使用程序的人容易理解,更重要的是,当把程序输入给计算机时,计算机能够充分“认识”,从而能够正确执行它。

1.3.1 C 语言程序范例

一个完整的 C 语言程序可由若干个函数构成,其中必须有且只能有一个以 main 命名的主函数。下面将介绍几个简单的 C 程序例子,我们从中分析 C 程序的结构。

例 1.1 编写一个程序,显示出以下一行文字: I love China.

```
#include<stdio.h>
void main( )
{
    printf("I love China.\n");
}
```

运行这个程序时,在屏幕上显示一行英文:

I love China.

这是一个仅由 main 函数构成的 C 语言程序。main 是函数名,函数名后面一对圆括号