

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



程序设计基础 (C语言) (第3版)

杨有安 陈维 曹惠雅 鲁丽 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

程序设计基础 (C语言) (第3版)

杨有安 陈维 曹惠雅 鲁丽 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据 2008 年全国高等学校计算机基础教育研究会发布的“中国高等院校计算机基础教育课程体系 2008”的计算机基础教育的纲领性文件中有关“程序设计基础(C 语言)”课程的教学要求及人才培养的新要求而组织编写。全书共 11 章,主要包括: C 语言的基本概念、变量、运算符、表达式、顺序结构、分支结构、循环结构、数组、函数、指针、结构体、联合体、枚举类型、预处理和标准函数、文件、数据结构和数据抽象等内容。同时,还将程序设计的基本方法和常用算法贯穿各章节。

本书内容比较全面、由浅入深、详略得当、注重实践、实例丰富、面向应用。各章附有适量的习题,便于自学。另外,针对书中各章内容和上机实训,本书还配有辅导教材《程序设计基础实践教程(C 语言)》,引导读者学习和掌握各章节的知识。全书贯彻传授知识、培养能力、提高素质的教学理念。

本书可作为高等学校非计算机专业“C 语言程序设计”课程的教材,也可作为初次学习 C 语言程序设计的读者、准备计算机等级二级考试者和计算机工程技术人员的参考书。

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

程序设计基础: C 语言/杨有安等编著. —3 版. —北京: 清华大学出版社, 2011. 2
(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-24387-8

I. ①程… II. ①杨… III. ①C 语言—程序设计 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 259015 号

责任编辑: 魏江江 薛 阳

责任校对: 时翠兰

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: 010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京艺辉印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 19 字 数: 463 千字

版 次: 2011 年 2 月第 3 版 印 次: 2011 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 32.00 元

产品编号: 037372-01

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	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	副教授
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
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	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	讲师
西南交通大学	曾华燊	教授

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·财经管理与计算机应用。
- (7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,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



根据 2008 年全国高等学校计算机基础教育研究会发布的“中国高等院校计算机基础教育课程体系 2008”的计算机基础教育的纲领性文件的精神,可以把“程序设计基础”课程定位为各专业大学生第二门计算机公共基础课程,对规范指导我国计算机基础教育有着重要的现实意义。

程序设计基础是高等院校计算机基础教育中的重要课程之一。该门课程可以让学生了解程序设计的基本思想和方法,初步掌握高级语言程序设计的知识,提高问题求解和程序语言的应用能力。因此,本书旨在实现“以人为本、传授知识、培养能力、提高素质、协调发展”的教育理念,使学生的计算机知识、能力、素质得以协调发展。

C 语言是近年来在国内外都得到迅速推广的一种现代通用的程序设计语言,它不但具有丰富的数据类型与运算符、灵活的控制结构、简洁而高效的表达式、清晰的程序结构和良好的可移植性等优点,还具有直接支持计算机硬件编程的强大功能。其既具有高级语言的优点,又具有低级语言的许多特点,具有完善的结构化、模块化程序结构,是目前世界上最流行、使用最广泛的高级程序设计语言之一。C 语言既适合于开发系统软件,又适合于开发应用软件,深受程序员的欢迎。

在高等院校,由于总学时的限制,许多专业往往只安排学习一门程序设计语言课程。针对非计算机专业将“C 语言”作为程序设计基础课程的情况越来越多,我们编写了这本适合初次学习程序设计的读者学习的 C 语言教材。本书力求用通俗易懂的语言,由浅入深,循序渐进地介绍 C 语言及其程序设计。为此,在介绍 C 语言之前简要地介绍了计算机语言方面的基本知识。本书在介绍 C 语言如何使用的时候,对程序设计中的基本概念和算法都进行了详细的介绍。

为了让读者体会程序设计的基本要求与技巧,本书选用了大量不同类型的例题和习题,并且所举例题都是读者易于理解的。

本书针对高等院校学生的特点和认知规律,全面、系统地介绍 C 语言程序设计及应用知识,包括程序设计基础、C 语言的基本概念、顺序、分支和循环结构程序设计、函数和编译预处理、数组和指针、结构体、联合体、枚举类型、文件、数据结构和数据抽象等内容。编写过程中以夯实学生程序设计的理论基础、培养学生程序设计的能力和形成良好的程序设计风格为宗旨,结合编者多年从事程序设计课程教学和研究的经验,参考和吸取了大量同类教材的优点,同时又保持了自己的特色。本教材的特点是:内容的编排由浅入深、循序渐进、通俗易懂,通过例题介绍 C 语言程序设计的基本方法与基本技巧,通过习题训练学生的程序设计技能。本书是一本适合初次学习程序设计的读者学习 C 语言的教材。全书体现“程序设计=算法+数据结构”的程序设计课程教学内涵,贯彻传授知识、培养能力、提高素质的教学理念。

全书分为 11 章,其中第 1、2 和 4 章由曹惠雅编写,第 3、8 和 10 章由鲁丽编写,第

7、9、11章由陈维编写,第5、6章和附录由杨有安编写。杨有安负责全书的统稿工作。

本书在编写的过程中得到了华中科技大学文华学院各级领导的大力支持,在此表示衷心感谢。

本书介绍的是C语言最基本的部分。要编写大型的或复杂的程序还应进一步学习C语言的深入和提高部分(例如,利用C语言绘图或控制),请参阅有关书籍。本书是大学计算机及相关专业的“C语言程序设计”课程的教材,也可作为各类职业技术学院、各类培训学校的计算机应用教科书及计算机等级考试的参考书。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2010年9月



第 1 章 C 语言概述	1
1.1 C 语言的发展和特点	1
1.1.1 C 语言的发展	1
1.1.2 C 语言的主要特点	2
1.2 C 语言的词汇	3
1.2.1 字符集	3
1.2.2 关键字	3
1.2.3 标识符	3
1.2.4 保留标识符	4
1.2.5 注释	4
1.3 C 程序的结构	4
1.3.1 简单 C 程序举例	5
1.3.2 C 程序的结构特点	6
1.3.3 书写程序时应遵循的规则	7
1.4 Visual C++ 6.0 上机简介	7
1.4.1 Visual C++ 6.0 启动	7
1.4.2 Visual C++ 6.0 集成环境上机步骤	9
本章小结	11
习题 1	11
第 2 章 基本数据类型和运算符	13
2.1 基本数据类型	13
2.1.1 常量和变量的概念	13
2.1.2 常量	15
2.1.3 变量	18
2.2 运算符和表达式	24
2.2.1 算术运算符与算术表达式	26
2.2.2 赋值运算符与赋值表达式	27
2.2.3 增量运算符与增量表达式	30
2.2.4 关系运算符与关系表达式	32
2.2.5 逻辑运算符与逻辑表达式	33
2.2.6 条件运算符与条件表达式	35



2.2.7	逗号运算符与逗号表达式	36
2.2.8	运算符的优先级与结合性	37
2.3	数据类型的转换	38
2.3.1	自动转换	38
2.3.2	赋值转换	39
2.3.3	强制类型转换	39
本章小结	.....	40
习题 2	.....	41
第 3 章	顺序和选择结构程序设计	45
3.1	程序设计概述	45
3.1.1	程序设计基本步骤	45
3.1.2	C 语言编写风格	46
3.1.3	语句	46
3.2	scanf 函数和字符输入/输出函数调用	47
3.2.1	数据输入的概念	47
3.2.2	scanf 函数的调用	48
3.2.3	getchar 函数	50
3.2.4	putchar 函数	51
3.3	程序的 3 种基本结构	51
3.4	if 选择结构语句	52
3.4.1	if 语句的 3 种形式	52
3.4.2	if 语句的嵌套	58
3.5	switch 选择结构语句	59
3.6	程序设计举例	62
本章小结	.....	66
习题 3	.....	67
第 4 章	循环结构程序设计	72
4.1	for 循环	72
4.2	while 循环	74
4.3	do-while 循环	76
4.4	跳转语句	78
4.4.1	break 语句	78
4.4.2	continue 语句	80
4.4.3	goto 语句	80
4.5	循环语句的嵌套	82
4.6	程序设计举例	84
本章小结	.....	90

习题 4	91
第 5 章 数组	94
5.1 一维数组	94
5.1.1 一维数组的定义	94
5.1.2 一维数组的引用	95
5.1.3 一维数组元素的初始化	97
5.2 二维数组	98
5.2.1 二维数组的定义	99
5.2.2 二维数组的引用	100
5.2.3 二维数组元素的初始化	101
5.3 字符型数组	103
5.3.1 字符数组的定义	103
5.3.2 字符数组的引用	104
5.3.3 字符数组元素的初始化	105
5.3.4 字符串及其结束标志	106
5.3.5 字符数组的输入/输出	108
5.3.6 常用的字符串处理函数	110
5.4 使用数组的程序设计方法	113
5.4.1 排序	113
5.4.2 查找	116
5.5 程序设计举例	118
本章小结	121
习题 5	122
第 6 章 函数和模块设计	126
6.1 结构化程序设计	126
6.1.1 结构化程序设计的基本概念	126
6.1.2 结构化程序设计的基本特征	127
6.2 函数的定义和调用	128
6.2.1 函数的定义	129
6.2.2 函数的调用	129
6.2.3 函数的返回值	132
6.2.4 函数参数及函数间的数据传递	135
6.3 函数的嵌套调用和递归调用	142
6.3.1 函数的嵌套调用	142
6.3.2 函数的递归调用	144
6.4 作用域和存储类型	146
6.5 内部函数和外部函数	154

6.5.1	内部函数	154
6.5.2	外部函数	154
6.6	模块化程序设计	156
6.6.1	模块化程序设计方法的指导思想	156
6.6.2	模块分解的原则	157
6.7	程序设计举例	157
	本章小结	162
	习题6	163
第7章	指针	166
7.1	指针的概念	166
7.1.1	地址与指针	166
7.1.2	指针变量的定义和引用	167
7.1.3	指针变量的运算	169
7.2	指针变量作为函数参数	171
7.3	指针与一维数组	173
7.3.1	一维数组的指针表示	174
7.3.2	数组作函数参数时的指针表示	176
7.3.3	字符串的指针表示	178
7.4	指针与多维数组	182
7.4.1	多维数组的处理	182
7.4.2	指向多维数组的指针	183
7.5	指针数组和多级指针	185
7.5.1	指针数组的概念	186
7.5.2	指针数组的应用	186
7.5.3	多级指针	189
7.6	指针与函数	191
7.6.1	指向函数的指针	191
7.6.2	函数指针的应用	193
7.6.3	返回指针的函数	196
7.7	命令行参数	199
	本章小结	201
	习题7	203
第8章	结构体与联合体	204
8.1	结构体	204
8.1.1	结构体类型的定义	204
8.1.2	结构体类型变量的定义与使用	205
8.1.3	结构体类型变量的赋值与初始化	206

8.1.4	结构体类型数组的定义与引用	208
8.1.5	结构体类型指针的定义与引用	211
8.1.6	结构体类型数据的动态存储分配	215
8.1.7	链表及其基本操作	216
8.2	联合体	222
8.3	其他自定义数据类型	224
8.3.1	枚举类型	224
8.3.2	类型定义符 typedef	227
	本章小结	228
	习题 8	229
第 9 章	预处理和标准函数	231
9.1	预处理命令	231
9.1.1	宏定义	231
9.1.2	文件包含	234
9.1.3	条件编译	235
9.2	输入/输出标准函数	237
9.2.1	格式输出函数 printf	237
9.2.2	格式输入函数 scanf	239
9.3	自定义头文件设计的原则	241
	本章小结	245
	习题 9	245
第 10 章	文件	247
10.1	文件的基本概念	247
10.2	文件的基本操作	248
10.2.1	文件的打开与关闭	248
10.2.2	文件的读写	250
10.2.3	文件检测函数	260
10.3	程序设计举例	260
	本章小结	263
	习题 10	264
第 11 章	数据结构和数据抽象	266
11.1	数据抽象	266
11.1.1	数据结构和数据类型	266
11.1.2	抽象数据类型	267
11.2	线性表	267
11.2.1	线性表的定义	267

11.2.2	线性表的基本操作	268
11.2.3	线性表的顺序存储	269
11.2.4	顺序表上基本运算的实现	270
11.3	堆栈	272
11.3.1	抽象栈的定义及基本操作	272
11.3.2	抽象栈的定义	273
11.3.3	顺序栈的基本运算的实现	273
11.4	队列	274
11.4.1	队列的定义	274
11.4.2	队列的存储结构及其相关算法	275
	本章小结	278
	习题 11	278
附录 A	ASCII 代码对照表	280
附录 B	C 库函数	281

C语言概述

C语言是目前世界上使用最广泛的高级程序设计语言,既可以用来编写系统软件,也可以用来编写应用软件。本章主要介绍C语言的发展、特点、词汇以及C语言程序的结构与C语言程序的运行环境。

1.1 C语言的发展和特点

自从计算机诞生以来,为了更好地进行软件的设计,各种高级程序设计语言也在不断地发展、进步和完善。C语言就是其中最优秀的程序设计语言之一,许多大型应用软件和系统软件都是用C语言编写的。

1.1.1 C语言的发展

C语言是在B语言的基础上,由贝尔实验室的D. M. Ritchie于19世纪70年代初设计的,当时的C语言只是为描述和实现UNIX操作系统提供一种工作语言。后来,C语言又作了多次改进,直到1975年UNIX第6版公布后,C语言的突出优点才引起人们的普遍注意。1978年,B. W. Kernighan和D. M. Ritchie合著了著名的《THE C PROGRAMMING LANGUAGE》一书,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。

随着微型计算机的日益普及,出现了许多C语言版本。但由于没有统一的标准,使得这些版本之间出现了许多不一致的地方。为了改变这种状况,1983年美国国家标准研究所(American National Standards Institute, ANSI)为C语言制定了第一个ANSI标准,称为ANSI C。1987年美国国家标准研究所又公布了新的C语言标准,称为87 ANSI C。这个标准在1989年被国际标准化(ISO)组织采用,被称为ANSI/ISO Standard C(即C89)。B. W. Kernighan和D. M. Ritchie根据这个标准,重写了他们的经典著作,并发表了《The C Programming Language, Second Edition》。

1995年,C语言中增添了一些新的函数,使之具有了C++的一些特征,使C89成为C++的子集。1999年推出的C99在基本保留C语言特征的基础上,增加了一系列面向对象的新特征。C语言也就从面向过程的语言发展成为面向对象的语言。

C语言是C++的基础,C++和C语言在很多方面是兼容的。因此,掌握了C语言,可为将来学习C++打下坚实的基础。本教材使用Visual C++ 6.0作为C语言程序的运行环境。

1.1.2 C语言的主要特点

一种语言之所以能存在和发展,并具有强大的生命力,总是有其不同于(或优于)其他语言的特点。C语言的主要特点简单概述如下。

1. 简洁、紧凑、使用方便、灵活

C语言一共只有32个关键字,9种控制语句,程序书写形式自由,语法控制不严格,表达式简练、灵活、实用。

2. 运算符丰富

C语言中共有34个运算符,与丰富的数据类型相结合,构成了各种各样的表达式,实现了在其他高级语言中难以实现的各种复杂运算。

3. 数据结构丰富

C语言的数据类型有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、联合体类型等,能用来实现各种复杂的数据类型的运算。尤其是指针类型数据的引入,使程序运行效率更高。另外C语言具有强大的图形功能,支持多种显示器和驱动器,且计算功能、逻辑判断功能强大。

4. 结构式语言

结构式语言的显著特点是程序代码模块化,即程序的各个部分除了必要的信息交流外彼此独立。C语言由函数集合构成,函数之间彼此独立,具有编写结构式程序所必需的基本流程控制语句。C语言的源文件可以分割成多个源程序,分别进行编译,然后通过连接形成可执行的目标文件,为开发大型软件提供了方便。同时,C语言还提供了多种存储属性,使数据可以在需要的作用域中起作用,从而提高了程序的可靠性。C语言的这种结构化方式使程序层次更清晰,使用、维护及调试更方便。

5. 语法限制不太严格、程序设计自由度大

一般的高级语言语法检查比较严,能够检查出几乎所有的语法错误。而C语言则放宽了语法检查,允许程序编写者有较大的自由度。例如,对数组下标越界不作检查。因此,在程序设计中,程序员不要过分依赖编译器的语法检查。

6. 允许直接访问物理地址

C语言既具有高级语言的功能,又具有低级语言的许多功能,能够像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作,还可以用来编写系统软件。C语言的这种双重性,使它既是成功的系统描述语言,又是通用的程序设计语言。有人把C语言称为“高级语言中的低级语言”。

7. 程序生成代码质量高

程序执行效率高,一般只比汇编程序生成的目标代码效率低10%~20%。

8. 适用范围大、可移植性好

C语言编写的程序中没有依赖硬件的输入输出语句,程序的输入输出功能是通过调用输入输出函数实现的,而这些函数是由系统提供的独立于C语言的程序模块,所以编写好的C源程序基本上不作修改就可以用于各种型号的计算机和各种操作系统,从而便于在硬件结构不同的计算机之间实现程序的移植。