

21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材



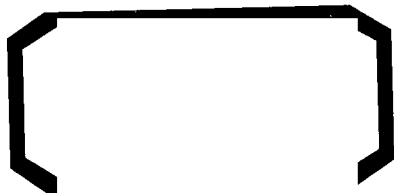
C 语言程序设计

陈刚 主编
全婕 朱晓燕 江鸥 刘军波 副主编



清华大学出版社

21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材



C 语言程序设计

	陈 刚	主 编
全 婕	朱晓燕	副主编
江 鸥	刘军波	

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

C 语言是 Microsoft 系列软件中最重要的基础语言,具有简洁、紧凑、灵活、实用、高效、可移植性好等特点,是目前全国各高校工科学生的必修首选课程,而且在程序员考试和全国计算机等级考试中,C 语言也占有重要地位。

本书采用传统经典的教学结构,分为基础知识、语法结构、顺序分支循环、数组、函数、指针、结构、文件等 11 章。内容描述力图通过经典实例解决 C 语言学习中的语法和算法两大难题。

本书以应用为目的,适合作为高等院校程序设计类课程的教材,也可以作为相关考试的培训教材,还可供各行各业计算机应用人员参考。

本书备有电子教案,需要者请与作者联系。E-mail: laochen@jhun. edu. cn。

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/陈刚主编. —北京: 清华大学出版社,2010. 2

(21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材)

ISBN 978-7-302-21640-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 009320 号

责任编辑: 魏江江 李玮琪

责任校对: 白 蕾

责任印制: 李红英

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: 北京市昌平环球印刷厂

装 订 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 18 字 数: 434 千字

版 次: 2010 年 2 月第 1 版 印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

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: 036255-01

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
上海大学	陆铭	副教授
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
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
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	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

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。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,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校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力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课

和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本，合理配套。基础课和专业基础课教材要配套，同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材，教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家，择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时，要引入竞争机制，通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序，确保出书质量。

繁荣教材出版事业，提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度，希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材编委会

联系人：丁岭 dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

根据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》，程序设计课程是理工科学生必修的计算机专业基础课程。该课程的主要目的是使学生具有初步的程序设计能力，以便为后续计算机与本专业的结合打下基础；加深学生对计算机的理解，提高计算机的应用能力。

C 语言是 Microsoft 系列软件中最重要的基础语言，具有简洁、紧凑、灵活、实用、高效、可移植性好等特点，是目前全国各高校工科学生的必修首选课程，而且在程序员考试和全国计算机等级考试中，C 语言也占有重要地位。因此，全国各高校大多开设了“C 语言程序设计”课程。

在“C 语言程序设计”课程学习中，学生普遍感觉较难。我们认为主要难在两个方面，一是 C 语言的语法，作为编译规则，必须尽可能地加以详尽了解，才可能编出合法高效的程序。另一方面是算法，作为初学者，一开始不能从计算机的角度去思考问题这是非常正常的。因此，在本教材中着重解决这两方面的问题。

在语法方面，通过大量的实例突出细节，加深学生的印象，同时配以较详尽的阐述。对算法，注重由简而难，最后突出经典算法，同时加入各种考试经常考到的算法分析，提高学生举一反三的能力。另外，在编写中还关注了语法和算法的均衡。

针对本课程对实践环节要求较高的特点，教材还提供了丰富的实例供学生选作。

本教材由江汉大学长期从事 C 语言教学和实验的专业教师编写，参与编写的老师有陈刚、朱晓燕、全婕、江鸥、刘军波，并由陈刚对全书进行统稿。在教材编写中，得到江汉大学教务处、数学与计算机科学学院等各级领导的支持和帮助，许多教师为教材编写提供了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏或错误，恳请赐教指正。

编 者

2009 年 11 月

目 录

第 1 章 C 语言基础知识	1
1.1 C 语言概述	1
1.1.1 程序设计语言及程序设计	1
1.1.2 算法	3
1.1.3 C 语言的特点	6
1.1.4 怎样学习 C 语言	7
1.2 C 程序的基本结构	7
1.3 C 程序的执行	10
1.3.1 C 程序执行的过程	10
1.3.2 Microsoft Visual C++ 6.0 集成开发环境	11
1.3.3 程序的调试	14
习题	16
第 2 章 数据类型和运算符	19
2.1 C 程序的符号系统	19
2.1.1 C 语言字符集	19
2.1.2 标识符	20
2.2 C 语言的数据类型	21
2.2.1 整型数据	21
2.2.2 实型数据	23
2.2.3 字符型数据	24
2.3 常量	25
2.3.1 整型常量	25
2.3.2 实型常量	26
2.3.3 字符常量	26
2.3.4 字符串常量	27
2.3.5 符号常量	28

2.4 变量	29
2.4.1 变量的定义	29
2.4.2 变量的初始化与赋值	30
2.5 运算符和表达式	31
2.5.1 算术运算符	32
2.5.2 关系运算符	33
2.5.3 逻辑运算符	34
2.5.4 自增自减运算符	36
2.5.5 赋值运算符和赋值表达式	37
2.5.6 条件运算符	39
2.5.7 逗号运算符和表达式	40
2.5.8 各种运算中数据类型的转换	41
习题	43
第3章 顺序程序设计	48
3.1 结构化程序设计思想	48
3.1.1 结构化程序设计方法	48
3.1.2 结构化程序的标准	48
3.1.3 3种基本模块	49
3.2 C语言程序设计的基本程序语句	51
3.3 数据的输入与输出	53
3.3.1 数据输出函数	54
3.3.2 数据输入函数	59
3.4 顺序结构程序综合举例	62
习题	66
第4章 选择结构程序设计	70
4.1 if 结构语句	70
4.1.1 单分支结构	70
4.1.2 双分支结构	72
4.1.3 多分支结构	73
4.1.4 if 语句的嵌套	75
4.2 switch 结构语句	78
4.3 选择结构程序举例	80
习题	83

第 5 章 循环结构程序设计	89
5.1 while 语句	89
5.2 do-while 语句	92
5.3 for 语句	95
5.4 break 语句和 continue 语句	98
5.5 循环的嵌套	100
5.6 循环综合举例	102
习题	104
第 6 章 数组	109
6.1 一维数组	109
6.1.1 一维数组的定义	109
6.1.2 数组元素的引用	110
6.1.3 一维数组的存储结构与初始化	111
6.1.4 一维数组综合举例	114
6.2 二维数组	121
6.2.1 二维数组的定义及引用	121
6.2.2 二维数组的存储结构以及初始化	122
6.3 字符数组与字符串	125
6.3.1 字符数组的定义、初始化及处理	125
6.3.2 字符数组的处理	126
6.3.3 字符串的概念及处理	127
6.3.4 字符串的输入输出函数	128
6.3.5 字符串处理函数	130
6.3.6 综合练习	134
习题	137
第 7 章 函数	141
7.1 模块化程序设计与函数	141
7.2 函数定义与调用	142
7.2.1 函数概述	142
7.2.2 函数的定义	144
7.2.3 函数的调用	145
7.2.4 函数的声明	146

7.2.5	函数的参数和函数的返回值	147
7.2.6	数组作为函数的参数	151
7.2.7	函数的嵌套和递归调用	154
7.2.8	函数设计综合举例	156
7.3	变量作用域与存储方式	158
7.3.1	变量的作用域	159
7.3.2	变量的存储方式	162
7.4	编译预处理	167
7.4.1	文件包含	167
7.4.2	宏定义	168
7.4.3	条件编译	171
	习题	173
第 8 章	指针	177
8.1	指针和指针变量	177
8.1.1	指针	177
8.1.2	指针变量	178
8.1.3	指针变量的赋值与运算	178
8.1.4	多级指针	181
8.1.5	用指针变量处理一般变量综合举例	183
8.2	指针与数组	184
8.2.1	指针变量处理一维数组	185
8.2.2	指针变量处理二维数组	187
8.2.3	指针数组	190
8.3	指针变量处理字符串	191
8.4	指针变量与函数	194
8.5	本章综合实例	198
	习题	200
第 9 章	结构体类型与链表	207
9.1	结构体类型的定义	207
9.2	结构体变量	209
9.2.1	结构体变量的定义和初始化	209
9.2.2	结构体变量的使用	210
9.3	结构体数组	213

9.3.1	结构体数组的定义和初始化	214
9.3.2	结构体数组的使用	214
9.4	结构体类型指针	215
9.4.1	结构体类型指针的概念	215
9.4.2	结构体类型指针作为函数参数	216
9.5	链表	217
9.5.1	链表的概念	218
9.5.2	用指针实现内存动态分配	219
9.5.3	单向链表的常用操作	221
	习题	228
第 10 章	共用体与枚举类型	229
10.1	共用体	229
10.1.1	共用体类型和共用体变量	229
10.1.2	共用体变量的引用	230
10.1.3	共用体变量的应用	232
10.2	枚举类型	233
10.2.1	枚举类型和枚举变量	233
10.2.2	枚举类型变量的应用	235
10.3	类型标识符的重定义	236
10.4	位运算	238
10.4.1	位运算符和位运算	238
10.4.2	位段结构	241
	习题	242
第 11 章	文件	244
11.1	文件概述	244
11.1.1	文件的概念	244
11.1.2	文本文件和二进制文件	245
11.1.3	缓冲文件系统	246
11.2	文件类型及其指针	246
11.2.1	文件类型	246
11.2.2	文件类型指针	247
11.3	文件的打开和关闭	247
11.3.1	文件打开函数	247

11.3.2	文件关闭函数	249
11.4	文件的输入和输出	250
11.4.1	字符读写函数 fgetc()和 fputc()	250
11.4.2	字符串读写函数 fgets()和 fputs()	252
11.4.3	格式化读写函数 fscanf()和 fprintf()	254
11.4.4	数据块读写函数 fread()和 fwrite()	256
11.4.5	文件的其他相关函数	258
	习题	260
附录 A	ASCII 码表完整版	261
附录 B	C 语言的 32 个关键字	263
附录 C	运算符优先级和结合性	264
附录 D	C 语言常用函数	265
	参考文献	271

1.1 C 语言概述

计算机是一种能够按照事先编排好的操作命令自动地、高速地进行运算处理和逻辑判断的电子设备。要使用计算机解决某一应用问题,首先必须将复杂的问题分解为计算机可以执行的若干简单的基本运算和基本操作,然后再使用某种计算机语言的语句描述这些基本运算和基本操作,得到的语句序列就是程序,而书写程序的计算机语言就称为程序设计语言。C 语言是目前世界上流行最广泛的一种计算机程序设计语言。

1.1.1 程序设计语言及程序设计

程序设计语言是计算机能够理解的、用于人和计算机通信的语言,它是人与机器交换信息的工具。

程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言。

1. 机器语言

计算机能够识别和执行的指令集合称为该计算机的指令系统,用来编写的程序称为机器语言程序,机器语言是由一串“1”和“0”构成,它与日常使用的自然语言和数学语言有很大的差别,对计算机硬件不熟悉的人很难使用它来编写程序。此外,不同类型计算机的机器语言是不同的,在一台计算机上编写的机器语言程序通常不能在另一种类型的计算机上使用。直观性较差,没有可移植性的机器语言给计算机的应用和推广带来很大的不便。

2. 汇编语言

为克服机器语言的弱点,人们用特定的助记符号来表示二进制形式的计算机指令,这样就构成了一种与机器语言相对应的符号语言,这种符号化的语言就称为汇编语言。由于汇编语言采用了助记符,因此它比机器语言直观,更容易理解和记忆。

用汇编语言编写的程序称为汇编语言源程序。但因为不能被计算机所识别,必

须由一种专门的翻译程序将汇编语言源程序翻译成机器语言后才能识别。这个翻译过程称为汇编,能够完成翻译任务的程序称为汇编语言处理程序,简称汇编程序。经过汇编后得到的机器语言程序称为目标程序。这种程序一般还需要通过一个称为连接程序的软件进行连接,最后生成可执行程序。汇编过程如图 1-1 所示。

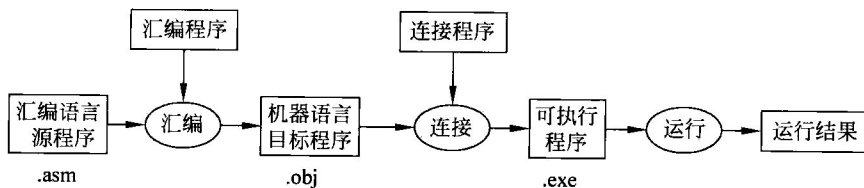


图 1-1 汇编过程

3. 高级语言

机器语言和汇编语言都是面向机器的语言,一般称为低级语言。为了改进它的不足,从 20 世纪 50 年代中期开始逐步发展了面向问题的语言,称之为高级语言。

高级语言与机器的硬件无关,其表达方式接近于被描述的问题,是一种接近于人类自然语言和数学语言的计算机语言,每种高级语言均规定了专门的词法规则和语法规则,使用特定的英文单词和数学符号编写程序。用高级语言编写程序比低级语言容易得多,编程效率得到大幅度提高。其显著的特点是独立于具体的计算机硬件,通用性和可移植性好。

用高级语言编写的程序称为高级语言程序。计算机也不能直接识别和执行这种程序,必须经过翻译才能将其转换成机器语言程序执行。

翻译的方法跟汇编过程的编译方法类似,如图 1-2 所示。

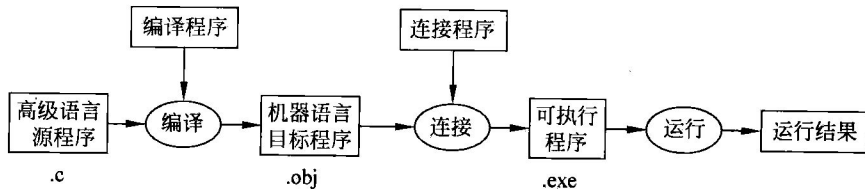


图 1-2 编译过程

C 语言把高级语言的最佳元素和汇编语言的强有力的控制结构和灵活性结合起来,使得 C 语言成为目前世界上运用最广泛的高级程序设计语言。

随着计算机技术的发展,目前又出现了各种面向对象的计算机语言。其特点是将实际问题中处理的事物抽象成对象和对象之间的关系,而与该事物有关的数据及对数据的具体操作都与对象封装在一起。编程时只要考虑如何认识问题中的对象和描述对象,而不必具体说明对象的数据操作,只要根据对对象的描述,计算机就可以自动完成相应的数据处理。这种方法简化了程序设计过程,更加符合人类对客观事物的认识过程及思维方式。典型的面向对象的计算机语言包括 Visual Basic、Visual C++ 和 Delphi 等。

1.1.2 算法

1. 算法的概念

算法是计算机为解决某一问题所采取的方法和步骤。

使用计算机解决某个问题,必须先确定解题的具体步骤,即确定算法,将问题分解为若干个计算机可以顺序执行的基本操作,然后才能编写程序。对同一个问题也可以采用不同的算法。

一般来说用计算机解题时应该选择步骤较少,相对简单的算法。

例如,将任意整数 a 、 b 按照从小到大的次序输出。

要用计算机解决这个问题需要经过如下步骤:

第 1 步,定义变量 a 、 b ,并给它们赋值。

第 2 步,如果 a 大于 b ,输出 a 、 b 。

第 3 步,如果 a 小于 b ,输出 b 、 a 。

当想清楚解题算法以后,再转化为程序就比较方便了。

一个正确的算法应该具备以下主要特点。

① 有穷性

有穷性即算法必须由有限个操作步骤组成,不能是无限的。例如,可以用计算机描述 100 个、1000 个自然数的和,但是却不能描述计算所有自然数的和。

② 确定性

确定性即算法中的每一个步骤的含义都应该明确无误,不能存在歧义。例如,描述“输出 x 加 y 乘以 3 的值”就是一个二义性的描述,无法确定是输出 $(x+y) \times 3$ 还是 $x+(y \times 3)$ 。

③ 有效性

有效性即算法的每个步骤都应该能够有效地执行,并能够在执行算法后得到确定的结果。例如,要求解 x 的平方根,当 x 的值是一个负数时,运算就不能有效地进行。

④ 有 0 个到多个输入,有一个或多个输出

输入是指算法执行过程中需要用户提供的信息。这些信息既可以在程序运行过程中输入,也可以直接在程序中指定。此外,算法中必须至少有一个或一个以上的输出,没有输出结果的算法没有任何意义。

程序设计就是把算法用程序设计语言描述出来并转变成程序的过程。简单的程序设计一般应包含以下几个部分。

① 确定数据结构

根据任务提出的要求指定输入数据和输出结果,确定存放数据的数据结构。

② 确定算法

针对存放数据的数据结构来确定解决问题、完成任务的步骤。