

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

计算机程序设计基础 (C语言)

熊壮 刘慧君 伍星 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

计算机程序设计基础 (C语言)

熊壮 刘慧君 伍星 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

“计算机程序设计基础”课程是计算机专业技术基础系列课程中的重要组成部分。本书从结构化程序设计技术出发,以 C 程序设计语言为载体,通过对应用问题的分析引导出解决问题的方法,进而用 C 程序设计语言代码描述了对应用问题的处理过程,同时展现了在计算机应用过程中如何将方法和编码联系来的具体程序设计过程。通过本书的学习,读者可以了解计算机程序设计所需要的基本知识,掌握计算机结构化程序设计的基本概念、基本技术和方法。

本书可作为高等院校计算机专业或非计算机专业的程序设计基础课程教材,也可供计算机应用开发人员参考。

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

计算机程序设计基础: C 语言/熊壮,刘慧君,伍星编著. —北京:清华大学出版社,2010.11
(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-23646-7

I. ①计… II. ①熊… ②刘… ③伍… III. ①C 语言—程序设计 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 160119 号

责任编辑:付弘宇 李玮琪

责任校对:梁 毅

责任印制:王秀菊

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:北京密云胶印厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.75 字 数:505 千字

版 次:2010 年 11 月第 1 版 印 次:2010 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00 元

产品编号:037051-01

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

前言

计算机程序设计基础课程是计算机专业技术基础系列课程中的重要组成部分,本课程的主要任务是引导学生进入计算机程序设计的广阔空间,培养学生的逻辑思维能力、抽象能力和基本的计算机程序设计能力。本书从结构化程序设计技术出发,以 C 程序设计语言为载体,通过对典型问题的分析、算法描述以及相应 C 语言代码的描述展现了在程序设计过程中如何对问题进行分析,如何组织数据和如何描述解决问题的方法,也展现了在计算机应用过程中如何将方法和编码相联系的具体程序设计过程,进而向读者介绍计算机结构化程序设计的基本概念、基本技术和方法。

本书将“计算机程序设计基础”课程的学习内容分为相辅相成的 3 个阶段。第 1 阶段主要介绍计算机程序设计高级语言共性的基础知识,包含的主要内容有程序设计的基本概念、语言及语言处理、计算机中数据的表示方法、进位计数制和数制之间的转换、基本数据类型的使用、表达式运算基础、顺序程序设计、结构化程序设计、数组及其简单应用、C 程序结构、函数调用中的数值参数传递、函数调用中的地址值参数传递、函数调用中的数组参数传递、变量的作用域和生存期、编译预处理基础、文件数据处理基础。对于需要了解和掌握结构化程序设计基本思想的读者,通过第 1 阶段的学习即可较为全面地掌握结构化程序设计的基本思想。第 2 阶段主要介绍 C 程序设计语言特有的一些重要知识,包含的主要内容有返回指针值的函数、函数调用中函数型参数传递、指向函数的指针以及指向函数指针变量作函数的形式参数、多级指针的定义和使用、数组与指针的关系、指针数组、命令行参数、用指针实现动态数组的方法、字符串数据处理基础、结构体数据类型、联合体数据类型、用 typedef 关键字描述复杂数据类型、位运算与枚举类型。对于计算机类专业或者以后需要使用 C 语言(或 C 类语言)作为工作/设计语言的读者,通过第 2 阶段的学习可以较为全面地掌握 C 语言的基础知识。第 3 阶段主要介绍了 C 语言在一些常用领域中的应用问题,主要内容有常用线性数据结构处理技术、常用的排序技术和常用的查找技术。第 3 阶段的内容为那些需要进一步提高程序设计水平的读者提供 C 语言应用的入门知识,也可以作为数据结构课程相关知识的参考。

本书选用 Microsoft Visual C++ 6.0 作为教学环境,书中的所有教学示例都在 Microsoft Visual C++ 6.0 集成开发环境中通过。为了方便读者学习,在本书的附录中提供了 ASCII 码对照表、常用 C 标准库函数等常用教辅资料,同时还介绍了用 VC++ 6.0 集成环境开发 C 程序的基本方法。

本书由熊壮、刘慧君、伍星编著。各章节编写分工如下：熊壮（第1章、第5章、第7章、第8章，附录），刘慧君（第2章、第3章、第6章、第10章、第11章），伍星（第4章、第9章、第12章、第13章、第14章）。全书内容由熊壮进行调整、修改并统一定稿。

限于编者水平，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者不吝指教。作者的 E-mail 是：xiongz@cqu.edu.cn。本书的配套课件及相关资料可以从清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载，如有疑问请联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。

编 者

2010年6月

目 录

第 1 部分 程序设计基础

第 1 章 程序设计的基本概念	3
1.1 程序设计语言	3
1.1.1 程序设计语言概述	3
1.1.2 语言处理程序概述	4
1.2 计算机中数据表示方法	5
1.2.1 进位计数制和数制之间的转换	5
1.2.2 数在计算机中的表示方法	7
习题 1	8
第 2 章 程序设计中的数据基础	10
2.1 程序设计中数据的表示	10
2.1.1 程序设计中数据对象的命名方法	10
2.1.2 整型类数据的表示	11
2.1.3 实型类数据的表示	13
2.1.4 字符类数据的表示	14
2.1.5 地址类数据的表示	15
2.2 表达式运算基础	18
2.2.1 基本运算符和表达式运算	18
2.2.2 数据的混合运算和数据类型转换	23
2.3 数据输入输出和顺序程序设计	25
2.3.1 算法基本概念及算法描述	25
2.3.2 程序设计中的格式化输出	31
2.3.3 程序设计中的格式化输入	33
2.3.4 字符类型数据的输入和输出	34
2.3.5 常用数学类标准库函数使用	35
习题 2	38
第 3 章 结构化程序设计	41
3.1 程序控制结构中的条件表示	41
3.1.1 关系运算符和关系表达式	41

3.1.2	逻辑运算符和逻辑表达式	42
3.2	分支程序结构	43
3.2.1	if 语句与程序的单分支选择结构	43
3.2.2	复合语句及其在程序中的使用	44
3.2.3	if~else 语句与程序的双分支结构	44
3.2.4	条件运算符与条件表达式	45
3.2.5	if 语句的嵌套与程序的多分支选择结构	46
3.2.6	switch 语句与程序的多分支结构	48
3.3	循环程序结构	51
3.3.1	while 型循环结构	51
3.3.2	do~while 型循环结构	52
3.3.3	for 型循环结构	53
3.3.4	空语句及其在程序中的使用	54
3.3.5	循环的嵌套	55
3.4	其他简单控制结构	56
3.4.1	break 语句	56
3.4.2	continue 语句	57
3.4.3	goto 语句和标号语句	57
3.5	控制结构的简单应用	58
3.5.1	求最大公约数和最小公倍数	59
3.5.2	穷举思想及程序实现	59
3.5.3	迭代思想及程序实现	61
3.5.4	一元高阶方程的迭代解法	62
习题 3		65
第 4 章	数组及其简单应用	70
4.1	数组的概念	70
4.2	一维数组	71
4.2.1	一维数组的定义和初始化	71
4.2.2	一维数组元素的引用方法	72
4.3	二维数组和多维数组	73
4.3.1	二维数组和多维数组的定义和初始化	73
4.3.2	二维数组和多维数组元素的引用方法	74
4.4	数组的简单应用	76
4.4.1	数组元素值的随机生成	76
4.4.2	基于数组的常用排序方法	77
4.4.3	基于数组的常用查找方法	80
习题 4		82

第 5 章 函数与 C 程序结构	87
5.1 模块化概念	87
5.1.1 模块化概念	87
5.1.2 信息隐蔽和局部化概念	87
5.2 函数的定义和调用	88
5.2.1 函数的定义和声明	88
5.2.2 函数调用中的数值参数传递	91
5.2.3 函数调用中的地址值参数传递	93
5.2.4 函数调用中的数组参数传递	96
5.3 函数的嵌套调用和递归调用	101
5.3.1 函数的嵌套调用	101
5.3.2 函数的递归调用	102
5.3.3 递归函数设计基础(※)	104
5.4 变量的作用域和生存期	107
5.4.1 变量的作用域	107
5.4.2 变量的生存期	112
5.5 编译预处理基础	118
5.5.1 宏定义预处理命令及其简单应用	118
5.5.2 文件包含预处理命令及其简单应用	122
5.5.3 条件编译预处理命令及其简单应用	122
习题 5	125
第 6 章 文件数据处理基础	130
6.1 数据的层次结构和文件概念	130
6.1.1 数据的层次结构	130
6.1.2 文件的基本概念和文件数据类型	130
6.2 顺序存取文件的处理方法	132
6.2.1 文件的打开	132
6.2.2 文件的关闭	133
6.2.3 文件内部的读写位置指针和文件尾部的检测方法	133
6.2.4 顺序文件中的数据存取方法	134
6.3 随机存取文件的处理方法	140
6.3.1 随机存取文件处理概念	140
6.3.2 文件中的随机存取实现方法	140
习题 6	144

第 2 部分 程序设计进阶

第 7 章 函数指针和函数形参	153
7.1 返回指针值的函数	153



7.1.1	返回指针值函数的定义和调用	153
7.1.2	存储分配标准库函数和动态变量引用	154
7.2	函数调用中函数型参数传递	156
7.2.1	具有函数型形参函数的定义和调用	156
7.2.2	具有函数型形参函数的应用实例	156
7.3	指向函数的指针	158
7.3.1	指向函数指针变量的定义和引用	158
7.3.2	指向函数指针变量作函数的形式参数	159
习题 7		161
第 8 章	指针与数组	166
8.1	指针与数组的关系	166
8.1.1	多级指针	166
8.1.2	一维数组与指针的关系	168
8.1.3	二维数组与指针的关系	171
8.1.4	指向由若干元素构成的数组的指针变量	174
8.2	指针数组与命令行参数	176
8.2.1	指针数组的定义和使用	177
8.2.2	命令行参数及其应用	179
8.3	用指针构成动态数组	180
8.3.1	动态数组的概念	181
8.3.2	一维动态数组的建立和使用	182
8.3.3	二维动态数组的建立和使用	183
习题 8		186
第 9 章	字符串数据处理	189
9.1	字符串的表示方法	189
9.1.1	字符串的表示方法	189
9.1.2	字符串的输入输出方法	191
9.2	字符串的常用处理方法及标准库函数	193
9.2.1	字符串中有效字符的统计方法	193
9.2.2	字符串的复制	194
9.2.3	字符串的连接	195
9.2.4	字符串中字符的查找	197
9.2.5	字符串中字符的插入	198
9.2.6	字符串中字符的删除	199
9.2.7	字符串的比较	200
9.2.8	字符串中子串的查找	203
9.2.9	字符串中子串的插入	204

9.2.10 字符串中子串的删除	205
9.2.11 字符串与二维字符数组	207
习题 9	210
第 10 章 结构体和联合体数据类型	214
10.1 结构体数据类型的基本概念	214
10.1.1 结构体类型和变量的定义	214
10.1.2 typedef 关键字的简单应用	216
10.1.3 结构体变量的引用和输入输出	219
10.1.4 结构体变量作函数的参数	220
10.1.5 结构体作函数的返回值类型	221
10.2 结构体数组	222
10.2.1 结构体数组的定义和数组元素引用	223
10.2.2 结构体数组作函数的参数	224
10.3 结构体数据类型与指针的关系	226
10.3.1 结构体类型变量与指针的关系	226
10.3.2 结构体类型数组与指针的关系	228
10.4 联合体数据类型的基本概念	230
10.4.1 联合体类型的定义和变量的引用方法	230
10.4.2 联合体类型与结构体类型的区别	233
习题 10	236
第 11 章 位运算与枚举类型	240
11.1 位运算及其应用	240
11.1.1 位运算符和位运算表达式	240
11.1.2 位运算的简单应用	244
11.1.3 位段的概念和定义方法	246
11.1.4 位段的引用方法	247
11.2 枚举数据类型及其应用	249
11.2.1 枚举类型的定义和枚举变量的引用	249
11.2.2 枚举类型的简单应用	253
习题 11	256
 第 3 部分 程序设计技术简单应用	
第 12 章 常用线性数据结构处理技术	261
12.1 线性表的存储结构及基本运算	261
12.2 栈的基本概念及简单应用	271
12.3 队列的基本概念及简单应用	275

习题 12	281
第 13 章 常用排序技术	283
13.1 排序的基本概念	283
13.2 直接选择排序的程序实现	283
13.3 直接插入排序的程序实现	285
13.4 二分插入排序的程序实现	287
13.5 希尔排序的程序实现	289
13.6 快速排序的程序实现	291
习题 13	293
第 14 章 常用查找技术	294
14.1 查找的概念	294
14.2 线性查找的程序实现	294
14.3 二分查找的程序实现	296
习题 14	298
附录 A	299
附录 B	302
附录 C	303
附录 D	311
参考文献	318

第1部分

程序设计基础

第1章

程序设计的基本概念

1.1 程序设计语言

1.1.1 程序设计语言概述

计算机应用本质上就是以计算机作为工具解决人类社会中的实际问题,其中一个关键的步骤就是让计算机能够理解并执行人类解决某种问题的方法,从而达到解决实际应用问题的目的。为了能够使计算机理解人的意图,就必须解决人类和计算机相互交流的问题,将人解决问题的思路、方法和手段通过某种计算机能够理解的形式告诉计算机,使得计算机能够根据人的指令去一步一步地工作,进而完成某种特定的任务。这种人和计算机之间交流的语言就称为计算机程序设计语言。从计算机发明至今,随着计算机硬件技术和软件技术的发展,计算机程序设计语言也经历了机器语言、汇编语言、面向过程的程序设计语言以及面向对象的程序设计语言等阶段。

1. 机器语言

在计算机系统中,一条机器指令规定了计算机系统硬件的一个特定动作。一个系列的计算机在硬件设计制造时就用若干指令规定了该系列计算机能够进行的基本操作,这些指令集合在一起构成了该系列计算机的指令系统。在计算机应用的初期,程序员使用机器的指令系统来编写计算机应用程序,这种程序称为机器语言程序。使用机器语言编制的程序,因为其每条指令都对应计算机系统一个特定的基本动作,所以程序占用内存少、执行效率高。但是,编写机器语言程序要求程序员对计算机系统的所有细节如指令系统、存储容量、外部设备等都要十分熟悉,这样使得计算机程序设计成为一种非常艰苦复杂的工作。同时,使用机器语言进行程序设计还存在一些十分明显的缺点,如编制程序的工作量大、容易出错、依赖具体的计算机系列、程序的通用性、移植性都很差等。

2. 汇编语言

为了解决使用机器语言编写应用程序所带来的一系列问题,人们首先想到了使用助记符号来代替不容易记忆的机器指令,用助记符号来表示计算机指令的语言称为符号语言,亦称为汇编语言。在汇编语言中,每一条用符号来表示的汇编指令与计算机机器指令都一一

对应,但记忆难度大大减小了,与机器语言相比,汇编语言不仅易于检查和修改程序错误,而且其指令、数据的存放位置都可以由计算机系统自动分配。用汇编语言编写的程序称为源程序,计算机系统不能直接识别和处理源程序,必须通过某种方法将它翻译成计算机系统能够理解并执行的机器语言,执行这个翻译工作的程序称为汇编程序。

使用汇编语言编写计算机程序时,程序员仍然需要十分熟悉计算机系统的硬件结构,所以从程序设计本身上来看汇编语言仍然是烦琐的、低效率的。但正是由于汇编语言与计算机硬件系统关系密切,迄今为止在某些特定的场合,如对时空效率要求很高的系统核心程序以及实时控制程序等,汇编语言仍然是十分有效的程序设计工具。

3. 高级语言

计算机程序设计高级语言是对接近于人类自然语言和数学语言的所有程序设计语言的统称。高级语言按照其程序设计的出发点和方式的不同分为面向过程的语言和面向对象的语言,如 fortran 语言、C 语言等都是面向过程的语言,到目前为止还具有强大的生命力,它们是设计中小型计算机程序的优秀程序设计语言,同时也是面向对象程序设计语言的基础。以 C++、Smalltalk、Java、C# 等为代表的语言是面向对象的程序设计语言,这些语言支持“程序是相互联系的离散对象集合”这种新的程序设计思维方式,主要具有封装性、继承性和多态性等特征。

高级程序设计语言按照一定的语法规则,由表达各种意义的运算对象和运算方法构成。使用高级程序设计语言编写计算机程序的优点是编制程序相对简单、直观、易理解、不容易出错。高级程序设计语言是独立于计算机系统的,因而用它编写的计算机程序具有良好的通用性和可移植性。

用高级程序设计语言编写的程序也称为源程序,计算机系统不能直接理解和执行源程序,必须通过一个语言处理系统将用高级程序设计语言编写的源程序转换为计算机系统能够认识、理解的执行程序才能被计算机系统执行。

1.1.2 语言处理程序概述

在程序设计过程中,除了使用机器语言外,无论使用哪种计算机高级程序设计语言编写的计算机程序都称为源程序,它们都不能为计算机系统直接识别、理解和执行,必须通过某种方式转换为计算机能够直接执行的机器语言程序。从用高级程序设计语言编写的源程序转换为机器目标程序的方式有两种:解释方式和编译方式。

在解释方式下,计算机系统对用高级程序设计语言书写的源程序一边解释一边执行,不形成对应的目标文件和执行文件。

在编译方式下,首先通过与所使用的程序设计语言相对应的编译程序对源程序进行处理,经过对源程序的词法分析、语法分析、语意分析、代码生成和代码优化等阶段将所处理的源程序转换为用二进制代码表示的目标程序。然后通过连接程序处理,将程序中所用的标准函数调用、系统功能调用等嵌入到目标程序中,就构成了一个可以连续执行的二进制执行文件。通过计算机系统执行这个二进制执行文件就可以实现程序员在源程序文件中所描述和指定的相应功能。用编译方式处理高级程序设计语言(C语言)源程序的简单过程如图 1.1 所示。