



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

教育部—英特尔精品课程配套教材

辽宁省精品课程配套教材

高等学校计算机基础教育规划教材

程序设计基础（C语言） （第2版）

高克宁 等 编著

清华大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

教育部—英特尔精品课程配套教材

辽宁省精品课程配套教材

高等学校计算机基础教育规划教材

程序设计基础 (C语言)

(第2版)

高克宁 李金双 赵长宽 柳秀梅 徐 彬 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材结合作者多年的教学和软件开发经验,以C语言为依托,重点介绍程序设计的基本方法和技术,以程序设计思想、程序设计语言、程序设计技术和软件工程管理四条主线组织相关内容,并以两个实例的逐步完善讲解贯穿全书,有利于读者全面、系统地了解程序设计的基本技术。

本书结构清晰,语言通俗易懂,内容由浅入深,循序渐进,实例丰富,习题具有代表性。全书贯彻传授知识、培养能力、提高素质的教学理念。另外,针对书中各章内容和上机实验,本书还配有辅导教材《程序设计基础(C语言)实验指导与测试》,引导读者学习和掌握各章节的知识。教学网站 <http://cxsj.neu.edu.cn> 提供相关的电子课件、程序源代码等扩展内容。

本书适合作为高等院校理工科学生教材,也可作为计算机培训教材。

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/高克宁等编著. --2版. --北京:清华大学出版社,2013(2013.9重印)

高等学校计算机基础教育规划教材

ISBN 978-7-302-32553-6

I. ①程… II. ①高… 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(2013)第109925号

责任编辑:袁勤勇

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

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 刷 者:北京世知印务有限公司

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:27.75 字 数:690千字

版 次:2009年10月第1版 2013年8月第2版 印 次:2013年9月第2次印刷

印 数:2501~4500

定 价:44.50元

产品编号:045816-01

第 2 版前言

为适应国家“卓越工程师教育培养计划”提出的“遵循工程的集成与创新特征,以强化工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力为核心,重构课程体系和教学内容”的人才培养和课程改革要求,并针对第 1 版应用过程中出现的问题,作者对教材内容进行了较大幅度的调整。为配合“推动基于问题的学习、基于项目的学习、基于案例的学习等多种研究性学习方法,加强学生创新能力训练”的教学改革需要,本次修订着力增加了专业应用相关的工程性案例和练习题,并对第 1 版中的内容进行了精简,修订了错误。同时,为适应网络化学习的需要,对课程网站(<http://cxsj.neu.edu.cn/>)进行全新的设计,突出了“知识点”在课程学习资源组织中的重要作用。为更好地为学习者和教师服务,丰富了课程网站中授课讲义、实践指导、程序示例、课程案例、试题库等教学资源,增强了系统的易用性和可操作性。

本次修订工作,由高克宁教授组织,第 1、2、5 章由高克宁负责,第 3、4、9、13 章由李金双负责,第 6、8、10、11 章由柳秀梅负责,第 7、12、14、15 章由赵长宽负责。案例的编写工作由徐彬和张昱老师完成,感谢雒兴刚教授、张引博士以及参与教材编写的全体教师和研究生,并对出版社的各位编辑表示由衷的谢意。

由于作者水平有限,书中难免会有错误或疏漏之处,真诚地欢迎各位专家和读者批评指正,以帮助我们进一步完善教材。作者的联系方式:

电子邮件: gkn@cc.neu.edu.cn

通讯地址: (110819) 辽宁 沈阳 东北大学计算中心 高克宁

作 者

2013 年 5 月于东北大学

目录

第 1 章 计算机及程序设计概述	1
1.1 概述	1
1.2 计算机基本原理	1
1.3 指令与程序	2
1.3.1 指令	3
1.3.2 程序	3
1.3.3 软件	3
1.4 计算机应用简介	4
1.5 程序设计语言	5
1.5.1 机器语言	6
1.5.2 汇编语言	6
1.5.3 高级语言	6
1.6 问题求解与算法设计	8
1.6.1 问题求解	8
1.6.2 算法定义	9
1.6.3 算法设计	10
1.6.4 算法的复杂性	10
1.6.5 伪代码	10
1.6.6 流程图	11
1.6.7 N-S 图	12
1.6.8 统一建模语言	13
1.7 程序设计思想	13
1.7.1 程序设计基本步骤	13
1.7.2 结构化程序设计	14
1.7.3 面向对象程序设计	15
1.7.4 并行程序设计	16
1.7.5 程序设计思想前沿	17
1.8 C 语言概述	17
1.8.1 C 语言的特点	17

1.8.2	简单的 C 程序设计	18
1.8.3	C 语言程序结构	20
1.8.4	C 程序的开发过程	21
1.9	案例	22
1.9.1	固体密度测量问题	22
1.9.2	超市收银系统	24
	练习题	25
第 2 章	基本数据类型、常量及变量	26
2.1	概述	26
2.2	信息编码与存储	27
2.2.1	数值	27
2.2.2	字符	29
2.3	标识符	30
2.3.1	关键字	31
2.3.2	自定义标识符	31
2.4	数据类型	31
2.4.1	整型	32
2.4.2	实型	32
2.4.3	字符型	33
2.5	常量	33
2.5.1	整型常量	33
2.5.2	实型常量	34
2.5.3	字符常量	34
2.5.4	字符串常量	36
2.5.5	符号常量	36
2.6	变量	37
2.6.1	变量声明	37
2.6.2	变量初始化	39
2.6.3	变量赋值	40
2.6.4	const 修饰符	41
2.7	数据溢出与计算精度	41
2.8	其他语言的基本数据类型	43
2.8.1	C++ 语言的基本类型	43
2.8.2	Java 语言的基本类型	43
2.8.3	C# 语言的基本类型	44
2.9	数据类型与程序移植	45
2.10	案例	46

2.10.1	固体密度测量问题	46
2.10.2	超市收银系统	47
	练习题	48
第3章	运算符与表达式	50
3.1	概述	50
3.2	算术运算符与算术表达式	51
3.3	关系运算符与关系表达式	52
3.4	逻辑运算符与逻辑表达式	53
3.5	赋值运算符与赋值表达式	54
3.6	++/--运算符与自增/自减表达式	56
3.7	条件运算符与条件表达式	57
3.8	逗号运算符与逗号表达式	58
3.9	sizeof 运算符	58
3.10	类型转换	59
3.10.1	隐式转换	59
3.10.2	显式转换	60
3.11	位运算符和位运算	61
3.11.1	位逻辑运算	61
3.11.2	移位运算	63
3.11.3	复合位运算及补位原则	64
3.12	表达式运算	64
3.13	其他语言中的运算符与表达式	64
3.14	案例	65
3.14.1	固体密度测量问题	65
3.14.2	超市收银系统	66
	练习题	67
第4章	输入输出	68
4.1	概述	68
4.2	printf 函数	68
4.2.1	printf 函数的调用格式	68
4.2.2	printf 函数的格式控制字符串	70
4.3	scanf 函数	73
4.3.1	scanf 函数的调用格式	73
4.3.2	scanf 函数的格式控制字符串	74
4.4	字符输入与输出	76
4.5	图形输出	77

4.5.1	图形处理函数	78
4.5.2	图形界面接口	81
4.6	案例	82
4.6.1	固体密度测量问题	82
4.6.2	超市收银系统	83
	练习题	84
第5章	程序控制结构	86
5.1	概述	86
5.2	基本语句	87
5.2.1	表达式语句	87
5.2.2	函数调用语句	88
5.2.3	空语句	88
5.2.4	复合语句	88
5.2.5	顺序结构应用	89
5.3	选择控制语句	90
5.3.1	if 语句	90
5.3.2	if else 语句	92
5.3.3	if...else if 语句	93
5.3.4	switch 语句	95
5.3.5	分支结构应用	99
5.4	循环控制语句	101
5.4.1	while 语句	102
5.4.2	for 语句	104
5.4.3	do while 语句	107
5.4.4	循环的本质	108
5.4.5	几种循环语句的比较	110
5.4.6	循环结构应用	111
5.5	其他控制语句	113
5.5.1	goto 语句	113
5.5.2	break 语句	114
5.5.3	continue 语句	115
5.5.4	goto、break、continue 语句的区别	115
5.6	语句嵌套	117
5.6.1	条件分支嵌套结构	117
5.6.2	循环嵌套结构	119
5.7	案例	120
5.7.1	固体密度测量问题	120

5.7.2 超市收银系统·····	122
练习题·····	124
第6章 数组 ·····	126
6.1 概述·····	126
6.2 一维数组·····	127
6.2.1 一维数组定义·····	127
6.2.2 一维数组初始化·····	128
6.2.3 一维数组引用·····	129
6.2.4 一维数组应用·····	130
6.3 二维数组·····	132
6.3.1 二维数组定义·····	132
6.3.2 二维数组初始化·····	133
6.3.3 二维数组引用·····	134
6.3.4 二维数组应用·····	134
6.4 高维数组·····	137
6.5 字符数组与字符串·····	138
6.5.1 字符数组·····	138
6.5.2 字符串·····	139
6.5.3 字符串输入输出·····	140
6.5.4 常用字符串处理函数·····	142
6.5.5 字符数组与字符串应用·····	143
6.6 数组与数据存储·····	145
6.6.1 一维数组的存储·····	145
6.6.2 二维数组的存储·····	146
6.6.3 高维数组的存储·····	146
6.6.4 字符串的存储·····	147
6.7 案例·····	147
6.7.1 固体密度测量问题·····	147
6.7.2 超市收银系统·····	148
练习题·····	149
第7章 函数 ·····	151
7.1 概述·····	151
7.2 函数定义·····	153
7.2.1 函数返回值·····	153
7.2.2 函数定义的通用格式·····	154
7.2.3 无返回值函数·····	156

7.2.4	有返回值的函数	157
7.3	函数声明	158
7.3.1	库函数声明	159
7.3.2	用户自定义函数声明	159
7.4	参数传递	161
7.4.1	形式参数与实际参数	161
7.4.2	值拷贝传递机制	164
7.4.3	地址拷贝传递机制	166
7.4.4	数组作为函数参数	167
7.5	函数调用	169
7.5.1	函数调用的一般形式	170
7.5.2	函数调用的方式	171
7.6	函数的嵌套调用与递归调用	172
7.6.1	嵌套调用	172
7.6.2	递归调用	174
7.7	变量的作用域和存储类型	175
7.7.1	局部变量与全局变量	176
7.7.2	变量的存储类型	179
7.7.3	变量的生存期与作用域	180
7.8	内部函数与外部函数	181
7.9	程序结构	182
7.9.1	单文件单函数结构	182
7.9.2	单文件多函数结构	183
7.9.3	多文件多函数结构	184
7.10	案例	185
7.10.1	固体密度测量问题	185
7.10.2	超市收银系统	187
	练习题	189

第8章	指针	191
8.1	概述	191
8.2	指针和指针变量	192
8.2.1	指针变量声明	192
8.2.2	指针变量的赋值及初始化	193
8.2.3	指针变量的引用	193
8.3	指针运算	194
8.3.1	指针运算符	194
8.3.2	算术运算	195

8.3.3	关系运算	196
8.3.4	指针类型转换	197
8.4	数组和指针	198
8.4.1	用指针访问数组元素	198
8.4.2	指向多维数组的指针	200
8.5	字符串和指针	203
8.5.1	指针处理字符串	203
8.5.2	使用字符指针变量与字符数组的区别	204
8.6	函数和指针	206
8.6.1	指针作为函数参数	206
8.6.2	指针作为函数的返回值	210
8.6.3	指向函数的指针	212
8.7	指针数组	214
8.7.1	指针数组定义	214
8.7.2	带参数的 main 函数	217
8.8	数组指针	218
8.9	指向指针的指针	220
8.10	内存管理	221
8.10.1	内存管理函数	221
8.10.2	动态内存分配应用	223
8.11	案例	227
8.11.1	固体密度测量问题	227
8.11.2	超市收银系统	229
	练习题	231
第 9 章	结构体、共用体与枚举类型	233
9.1	概述	233
9.2	结构体类型	234
9.2.1	结构体定义	234
9.2.2	结构体变量的声明和初始化	235
9.2.3	结构体变量的引用	238
9.2.4	结构体变量作为函数参数和函数返回值	240
9.2.5	结构体数组	241
9.2.6	结构体类型指针	244
9.3	共用体	246
9.3.1	共用体的定义	246
9.3.2	共用体变量的声明	246
9.3.3	共用体变量的赋值和引用	247

9.4	枚举类型	248
9.5	类型重定义	250
9.6	再议数据类型与存储	252
9.7	链表	254
9.7.1	链表定义	254
9.7.2	链表基本操作	256
9.8	案例	258
9.8.1	固体密度测量问题	258
9.8.2	超市收银系统	260
	练习题	262
第 10 章	预编译和宏定义	263
10.1	概述	263
10.2	#define 命令	263
10.2.1	不带参数的宏定义	263
10.2.2	带参数的宏定义	265
10.3	#include 命令	268
10.4	条件编译	270
10.4.1	#ifdef... #else... #endif	270
10.4.2	#ifndef... #else... #endif	270
10.4.3	#if... #else... #endif	271
10.5	其他指令	272
10.6	预定义宏	275
10.7	案例	275
10.7.1	固体密度测量问题	275
10.7.2	超市收银系统	277
	练习题	279
第 11 章	文件	280
11.1	概述	280
11.2	文本文件与二进制文件	280
11.2.1	文本文件	281
11.2.2	二进制文件	281
11.3	文件定义	282
11.4	文件打开与关闭	283
11.4.1	文件打开	283
11.4.2	文件关闭	285
11.5	文件读写	285

11.5.1	单字符读写	286
11.5.2	字符串读写	287
11.5.3	格式化读写	288
11.5.4	数据块读写	290
11.6	文件定位函数	293
11.6.1	fseek 函数	293
11.6.2	rewind	295
11.6.3	ftell	295
11.7	文件状态跟踪	295
11.7.1	feof 函数	295
11.7.2	ferror 函数	296
11.7.3	clearerr	296
11.8	案例	297
11.8.1	固体密度测量问题	297
11.8.2	超市收银系统	299
	练习题	301
第 12 章	程序设计思想及范例	303
12.1	概述	303
12.2	求和/求积问题	303
12.2.1	多项式计算	304
12.2.2	数列求和	305
12.3	遍历问题	307
12.4	迭代问题	312
12.4.1	二分法	312
12.4.2	牛顿迭代法	314
12.5	排序问题	316
12.5.1	直接插入排序	316
12.5.2	起泡法排序	317
12.5.3	选择排序	319
12.6	查找问题	320
12.6.1	顺序查找	320
12.6.2	折半查找	321
12.7	递归问题-汉诺塔	323
12.8	字符串处理	325
12.8.1	字符串长度计算	325
12.8.2	字符串拷贝	326
12.8.3	字符串连接	326

12.9	矩阵运算	328
12.9.1	矩阵加减运算	328
12.9.2	矩阵乘法	329
12.9.3	矩阵转置	331
12.9.4	高斯消去法求解线性方程组	333
12.10	栈操作	336
	练习题	338
第 13 章	面向对象程序设计	339
13.1	概述	339
13.1.1	模块化设计	339
13.1.2	代码封装	340
13.2	面向对象程序设计	342
13.3	类与对象	343
13.3.1	类	343
13.3.2	对象	344
13.3.3	类在 C++ 中的实现	345
13.4	面向对象的语言实现	347
13.4.1	类的继承	347
13.4.2	属性	349
13.4.3	方法	352
13.4.4	虚函数	354
13.5	面向对象的问题与 UML 建模	356
13.5.1	静态建模-用例	356
13.5.2	静态建模-类和对象	357
13.5.3	动态建模-活动图	358
13.5.4	动态建模-顺序图	359
第 14 章	并行程序设计 with MPI	367
14.1	概述	367
14.2	并行算法	367
14.2.1	并行问题	367
14.2.2	并行算法设计	368
14.3	并行程序设计	369
14.3.1	并行程序设计模型	369
14.3.2	进程	369
14.3.3	创建进程	370
14.3.4	消息传递	370

14.4	MPI 程序设计基础	374
14.4.1	MPI 简介	374
14.4.2	简单 MPI 程序设计	375
14.4.3	MPI 函数库	375
14.5	MPI 初始化与关闭	376
14.5.1	初始化 MPI 环境	376
14.5.2	关闭 MPI 环境	377
14.6	MPI 消息传递	378
14.6.1	获取进程标识	378
14.6.2	获取通信域内的进程数量	378
14.6.3	消息发送	379
14.6.4	消息接收	379
第 15 章	个体软件开发过程管理	388
15.1	概述	388
15.2	编码规范定义	388
15.3	MPI 编码规范	389
15.3.1	标识符命名规范	389
15.3.2	函数或过程规范	390
15.4	ANSI C 程序编码规范	390
15.4.1	代码结构与组织	391
15.4.2	注释	393
15.4.3	标识符命名规范	395
15.4.4	代码风格与排版	396
15.5	代码重用技术	398
15.5.1	源程序文件	398
15.5.2	静态库	398
15.5.3	动态链接库	400
15.5.4	组件技术	402
15.6	软件生命周期模型	403
15.7	CMM 简介	405
15.8	PSP 简介	406
15.9	PSP0 级	406
15.9.1	计划过程管理	407
15.9.2	开发过程管理	407
15.9.3	总结过程管理	408
15.9.4	PSP0 过程文档	409
15.9.5	PSP0.1 级	410

15.10	软件开发计划	412
15.10.1	软件开发计划基本内容	413
15.10.2	制定个体软件开发计划	413
15.10.3	PSP 软件开发计划过程	413
15.11	PSP1 级	415
15.11.1	规模估算	415
15.11.2	任务计划	416
15.11.3	进度计划	416
15.12	PSP2 级	417
15.12.1	代码评审	417
15.12.2	设计评审	418
15.12.3	缺陷预防	419
15.12.4	PSP2 改进	419
附录 A C 语言中的关键字		420
附录 B ASCII 码表		421
附录 C 运算符和结合方向		423
参考文献		425

计算机及程序设计概述

1.1 概 述

计算机是一种高速、精确、自动处理信息的现代化电子设备。信息是能够被人类(或仪器)接受,以文字、图形/图像、声音、视频等形式表现出来的一切可以传递的知识内容。计算机接受和处理的对象是信息,处理的结果也是信息。尽管信息的外在表现形式差别很大,但在计算机内部,都用统一的二进制数表示,并由特定的计算机程序将其解释成不同的信息表现形式。

一台计算机由硬件系统和软件系统两大部分构成,硬件是基础,软件是灵魂,安装了软件的计算机,才能进行信息处理,成为一台真正意义上的计算机。人们利用计算机软件为自己的事业和生活服务,例如,利用 Photoshop 处理图片,利用 Word 编写文稿,利用浏览器获取信息等,这些软件都是计算机程序设计的成果。计算机程序设计是人类利用和开发计算机各种功能最深入、最直接的方法。学会程序设计,意味着真正地走进了计算机的世界,程序设计语言本身就是与计算机进行交互的有力工具。

1.2 计算机基本原理

现代计算机的基本工作原理由冯·诺依曼于 1946 年提出,被称为冯·诺依曼原理。无论计算机的外形、配置差别有多大,计算机都是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成,实现程序存储和自动执行。

1. 运算器

运算器主要用于算术运算、逻辑运算和逻辑判断。运算器由加法器、寄存器和控制线路组成。其中,寄存器用于存储参与运算的数据、中间结果以及最终结果;加法器接收寄存器传来的数据,进行运算并将运算结果传送给寄存器。

2. 控制器

控制器主要用于控制计算机各部件之间协同工作。控制器由指令寄存器、译码器、时