



“十一五” 国家重点图书
普通高等教育“十一五” 国家级规划教材



21 世纪大学本科
计算机专业系列教材

许卓群 李文新 编著
罗英伟 汪小林
李晓明 主审

计算概论 (第2版)

<http://www.tup.com.cn>

- 国家精品课程配套教材
- 根据教育部“高等学校计算机科学与技术专业规范”组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE *Computing Curricula* 2005 同步



清华大学出版社



“十一五”国家重点图书

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪大学本科计算机专业系列教材

国家精品课程教材

计算概论

(第2版)

许卓群 李文新 罗英伟 汪小林 编著

李晓明 主审



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本软件和硬件知识丰富而全面的计算机入门教材,其内容重点不是放在计算机的具体操作说明上,也不是表面地讲一些技术发展状况,而是在计算机和互联网的基础知识和技术原理上,努力从概念层面作全面清晰的讲解。结合具体的例子,讲解软件和硬件组成的相关概念,以深入浅出的文字说明其工作原理。本书的内容包括4个方面:信息技术发展概貌、计算机互联网技术、计算机的组成原理、程序设计方法。本教材“立足基础、因材施教、强化实践”。

本书适合作为高等学校理工专业本科生的计算概论、计算机导论等计算机入门课程的教学用书,也可以作为参与计算机和信息科学竞赛项目的参考书。

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

计算概论/许卓群等编著.—2版.—北京:清华大学出版社,2009.10

(21世纪大学本科计算机专业系列教材)

ISBN 978-7-302-20967-6

I. 计… II. 许… III. 电子计算机—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第163246号

责任编辑:张瑞庆 赵晓宁

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:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 装 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:23.25

字 数:576千字

版 次:2009年10月第2版

印 次:2009年10月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:33.00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:026462-01

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

名誉主任：陈火旺

主任：李晓明

副主任：钱德沛 焦金生

委员：（按姓氏笔画为序）

马殿富	王志英	王晓东	宁 洪	刘 辰
孙茂松	李大友	李仲麟	吴朝晖	何炎祥
宋方敏	张大方	张长海	周兴社	侯文永
袁开榜	钱乐秋	黄国兴	蒋宗礼	曾 明
廖明宏	樊孝忠			

秘书：张瑞庆

本书责任编辑：李晓明

清华大学出版社 北京 2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

21 世纪是知识经济的时代,是人才竞争的时代。随着 21 世纪的到来,人类已步入信息社会,信息产业正成为全球经济的主导产业。计算机科学与技术信息产业中占据了最重要的地位,这就对培养 21 世纪高素质创新型计算机专业人才提出了迫切的要求。

为了培养高素质创新型人才,必须建立高水平的教学计划和课程体系。在 20 多年跟踪分析 ACM 和 IEEE 计算机课程体系的基础上,紧跟计算机科学与技术的发展潮流,及时制定并修正教学计划和课程体系是尤其重要的。计算机科学与技术的发展对高水平人才的要求,需要我们从总体上优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,加强教学实践,特别注重综合素质的培养,形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局。

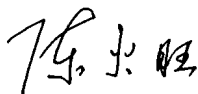
为了适应计算机科学与技术学科发展和计算机教学计划的需要,要采取多种措施鼓励长期从事计算机教学和科技前沿研究的专家教授积极参与计算机专业教材的编著和更新,在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时适当引进国外先进的原版教材。

为了提高教学质量,需要不断改革教学方法与手段,倡导因材施教,强调知识的总结、梳理、推演和挖掘,通过加快教案的不断更新,使学生掌握教材中未及时反映的学科发展新动向,进一步拓宽视野。教学与科研相结合是培养学生实践能力的有效途径。高水平的科研可以为教学提供最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研还可以为高水平人才的素质教育提供良好的物质基础。学生在课题研究中不但能了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,而且能熏陶和培养良好的科研作风,锻炼和培养攻关能力和协作精神。

进入 21 世纪,我国高等教育进入了前所未有的大发展时期,时代的进步与发展对高等教育质量提出了更高、更新的要求。2001 年 8 月,教育部颁发了《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》。文件指出,本科教育是高等教育的主体和基础,抓好本科教学是提高整个高等教育质量的重点和关键。随着高等教育的普及和高等学校的扩招,在校大学本科计算机专业学生的人数将大量上升,对适合 21 世纪大学本科计算机科学与技术学科课程体系要求的,并且适合中国学生学习的计算机专业教材的需求量也将急剧增加。为此,中国计算机学会和清华大学出版社共同规划了面向全国高等院校计算机专业本科生的“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”。本系列教材借鉴美国 ACM 和 IEEE 最新制定的 *Computing Curricula 2005* (简称 CC2005) 课程体系,反映当代计算机科学与技术学科水平和计算机科学技术的新发展、新技术,并且结合中国计算机教育改革成果和中国国情。

中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会,在清华大学出版社的大力支持下,跟踪分析 CC2001,并结合中国计算机科学与技术学科的发展现状和计算机教育的改革成果,研究出了《中国计算机科学与技术学科教程 2002》(China Computing Curricula 2002,简称 CCC2002),该项研究成果对中国高等学校计算机科学与技术学科教育的改革和发展具有重要的参考价值和积极的推动作用。

“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”正是借鉴美国 ACM 和 IEEE CC2005 课程体系,依据 CCC2002 基本要求组织编写的计算机专业教材。相信通过这套教材的编写和出版,能够在内容和形式上显著地提高我国计算机专业教材的整体水平,继而提高我国大学本科计算机专业的教学质量,培养出符合时代发展要求的具有较强国际竞争力的高素质创新型计算机人才。



中国工程院院士

国防科学技术大学教授

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会名誉主任

每一个刚涉足计算机领域的人都很想知道怎样才能尽快地学习到最有用的计算机知识。首先要建议的是,在一开始请不要仅限于技能培训式的学习。学习计算机知识不像学习汽车驾驶技术,仅局限于交通规则和驾驶操作的初等培训是不够的。有些使用过计算机的人可能认为,计算机基本知识的学习没有什么用,为了学会计算机只需要多使用多练习就可以了。虽然这种意见包含有正确成分,一个人不参与实际使用计算机,不取得第一手经验是不会真正懂得计算机的。但是,只是能够快速麻利地使用计算机,能够用它进行写作或绘制图表,就认为可以成为一个计算机的行家里手,那就错了。计算机的学习从一开始就要强调基本概念的理解,强调掌握计算机和通信网络的基本原理,不能局限于记忆操作步骤和熟练工作技能。仅仅学会文字编辑、网页制作等技能是不够的。计算机科学与技术知识日新月异,硬件和软件新技术层出不穷,它们的应用种类也是千变万化,技能方面的知识往往陈旧过时得非常快,停留在某些常用软件的使用技能上是无法适应未来发展的。

《计算概论》这本书为读者提供了计算机入门知识。为了尽快进入计算机知识的大门,我们的建议是:打好基础才是捷径。计算机和信息网络将会伴随你的一生,计算机将会成为你的贴身助手。学会灵活运用计算机,计算机就会听从主人的操纵,成为适合你个性需要的有用工具。

古人云:“工欲善其事,必先利其器”,不要吝惜对工具的犀利打磨功夫,打好基础才是灵活运用的前提。我们对基础学习提出几条具体建议:①不要局限于记忆,遇到的技术名词不必拘泥于每一个词都弄明白,遇到难懂的概念,可以做一个记号继续往下读。书中内容可以反复阅读,回过来温习往往会有新的收获。上机练习以及与他人的讨论,都会帮助对问题的认识,加深对概念的理解。②一定要有上机实践。本书虽然没有偏重具体讲解上机、上网和使用软件的具体操作过程,但是建议读者一定要参照相关的操作教程,获得计算机操作系统、文字编辑、上网以及网页制作等方面的具体经验。③在实际操纵计算机时,如果它不听话,一定不要气馁。“条条大路通北京”,为了让计算机完成某一工作,决不会只有一条途径,一般都存在很多种办法。当遇到挫折时一定要停下来想一想,设法换一种思维、另找一种办法去完成它。④黑箱原理。机器内部的计算机工作原理虽然比较复杂,但是作为使用者不必全部了解清楚复杂原理才能运用它。黑箱原理的意思是:为了突出一个系统的功能和特点,应该忽略与当前主要问题无关的细节,把那些次要的复杂东西遮盖起来,就好像将复杂系统放在一个黑箱里面,外面仅留着最主要的部分。也就是说,在观念上,要尽量突出自己关心的主要问题。例如,为了录入一篇文章,需要了解计算机键盘和显示屏怎样配合

工作的基本原理,但是并不需要全面了解键盘、计算机和显示屏三者配合工作的细节。为了编辑文章,开始只需要理解与文字编辑有关的操作,输入的文字能够存储在计算机里等。总之,在学习上不必一次求全,采取一步步深入,边实践边深入理解的策略更好些。

本教材的教学理念是“立足基础、因材施教、强化实践”。对新入学的大学生,其基础教育内容包括了原理性的计算概论和程序设计基础两个部分。虽然在高中阶段,很多学生已经接受了计算机和因特网的软硬件以及二进制、文字处理、操作系统等知识,也包括基本的程序设计训练,但是只有少数学生真正理解计算和网络通信的基本特征。考虑到这些情况,本教材前7章包括了计算与网络通信的原理性讲解,后续4章则是程序设计基础。在课程教学上,建议可根据学生的不同知识层次,设计不同的教学重点要求,以满足学生的不同需求。其目的是争取让每个学生都能够在课堂中保持“新鲜”感,既能避免“跟不上”,也可以设法避免“嚼冷饭”、“进度慢”的现象。对于基础好、领悟力强的学生可以组成“实验班”教学,而大部分学生在普通班学习。原来没有基础的学生,初期还可以为其开设辅导班进行个别辅导。在授课中,一般采取基础训练(30%)、综合实践(40%)和创新培养(30%)相结合的培养模式。

在讲解程序设计基础时,要使学生通过较多的上机训练,掌握程序设计的基本方法。通过实践环节,逐步提高程序设计的技巧,建立良好的编制程序习惯,写出规范的程序代码,为后续课程打好基础。除了让学生掌握基本功之外,也要强调对问题求解的抽象能力的培养,学习如何把实际问题用数学的形式表示。为此,教材提供了一些经典的算法知识,例如递归、贪心算法和动态规划等,以开阔学生解题的思路。

在具体教学内容上,建议沿着计算机科学发展的主线,介绍重要的基本概念,不必面面俱到。同时,也要争取让学生了解当前计算机领域出现的新思想、新技术、新方法。为此,每一年都要争取在教学内容上做必要更新。为了配合实验教学,作者在教育网上提供了在线实验教学平台,即程序设计在线评测系统 POJ(<http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline> 和 <http://poj.grids.cn>),以及面向非计算机专业学生学习实践的编程网格系统 PG(<http://programming.grids.cn>)。它是一个开放的网络教学环境,为教师和学生提供在线的编程实践和在线考试环境,提供丰富的教学资源 and 教学辅导。该平台还能够与大学生程序设计竞赛结合,努力培养学生的创新能力。

该实验教学平台已经建设了一个能够适合各专业背景的、循序渐进的上机编程题库。利用 POJ/PG 系统,任课教师可以根据课程进度对学生程序设计实习内容进行编排(包括作业、练习和竞赛等)。学生可以通过网络在线提交程序设计的源代码,由 POJ/PG 系统自动对学生提交的程序进行验证并实时通知结果。POJ/PG 系统除了用于教学之外,还面向社会开放,吸引了大量的程序设计爱好者的参与和讨论。此外,该教学平台还提供一些大型程序设计练习,以便培养学生的团队合作能力。这种在线程序设计验证平台以及按照团队协作方式的在线实践活动,激发了学生的实习兴趣,提高了学生的学习积极性与主动性。

在教学辅导方面,建议采用助教制度。每个本科生小班(约 30 人)可以安排 1 名助教,进行全程的教学辅导。采用这种小班实践辅导和在线评估,可以保证教学效果,也提供了助教考核的依据。

目前,POJ 系统已经拥有注册用户 80 000 多个,在 PG 系统上也开设了 10 余门课程。

系统不仅在北京大学得到应用,在全国程序设计竞赛和一些兄弟院校已经采用 POJ/PG 系统进行教学实践。

本书是在 2005 年出版的《计算概论》(许卓群,李文新,罗英伟. 计算概论. 北京:清华大学出版社,2005)基础上编写的。这次教材编写工作被遴选为教育部普通高等教育“十一五”国家级教材规划选题、中国新闻出版总署“十一五”国家重点图书。许卓群编写第 1 章、第 6 章和第 7 章,罗英伟编写第 3 章至第 5 章,李文新编写第 8 章至第 11 章,汪小林编写第 2 章、第 12 章和 7.5 节。

和前述 2005 年《计算概论》相比,本书补充了近年来教学实践的经验总结以及信息技术新近发展的成果。但从教学理念来看,本书内容的很多方面源自于这些年和本书作者一起参与教学实践的教学组其他同仁,来自于他们的许多贡献。

作 者

2009 年 8 月

第 1 章 计算机与信息社会	1
1.1 信息与信息服务	1
1.1.1 信息服务	1
1.1.2 数据是编码的信息	2
1.1.3 二进制信息编码	3
1.1.4 信息编码长度	4
1.1.5 信息互联网络和国际互联网	4
1.1.6 计算机发展的四代历程	6
1.1.7 大规模集成电路与摩尔定律	7
1.1.8 微型计算机	8
1.1.9 人和机器的双向互动	9
1.2 数字计算机的主要特征	10
1.2.1 计算机的基本组成	11
1.2.2 CPU 和主存储器	12
1.2.3 数据——整数的二进制编码	14
1.2.4 程序——汇编程序语言及高级程序语言	17
1.3 国际互联网的构成	19
1.3.1 局域网和广域网	19
1.3.2 局域网与路由器	20
1.3.3 无线网	21
1.4 CPU 的二进制算术运算和逻辑运算	22
1.4.1 定点数与浮点数	22
1.4.2 负数的表示法	23
1.4.3 CPU 的二进制逻辑运算	26
1.5 习题	27
第 2 章 互联网与信息共享	29
2.1 互联网的历史发展	29
2.2 互联网的通信协议	30

2.2.1	通信协议栈	30
2.2.2	网络层协议	31
2.2.3	传输层协议	31
2.3	互联网上的应用	32
2.3.1	电子邮件收发	33
2.3.2	远程文件传输	33
2.3.3	网页浏览	34
2.3.4	即时通信	34
2.3.5	P2P 文件共享	34
2.4	接入互联网	35
2.4.1	通过小区宽带或校园网接入互联网	35
2.4.2	通过 ADSL 接入因特网	38
2.5	组建自己的局域网	39
2.6	习题	42
第3章	计算机的基本组成	43
3.1	计算机的硬件组成	43
3.1.1	计算机的逻辑结构	44
3.1.2	计算机的主要部件	46
3.1.3	计算机外围设备	56
3.1.4	网络计算机	63
3.2	计算机的软件组成	64
3.2.1	系统软件	65
3.2.2	应用软件	67
3.3	计算机硬件与软件的协同工作	67
3.4	购买自己的计算机	69
3.4.1	选择硬件	69
3.4.2	安装操作系统	70
3.4.3	安装应用软件	70
3.5	有关计算机发展的人物和组织	70
3.5.1	图灵和图灵奖	70
3.5.2	冯·诺依曼	71
3.5.3	计算机界具有影响力的两大国际学术组织	72
3.6	习题	73
第4章	信息表示与信息输入输出	74
4.1	计算机能帮我们做什么	74
4.1.1	阅读与写作	74
4.1.2	音乐	75

4.1.3	图片	76
4.1.4	动画与电影	76
4.1.5	游戏	77
4.2	信息表示及信息输入输出	78
4.2.1	二进制信息编码	78
4.2.2	信息输入输出的本质	79
4.2.3	计算机系统的信息交换环境	81
4.3	信息的编码及其输入与输出	83
4.3.1	数值的表示范围和精度	83
4.3.2	指令编码	84
4.3.3	声音编码及其输入与输出	85
4.3.4	颜色编码及其展示	87
4.3.5	图形/图像编码及其输入与输出	88
4.3.6	字符编码及其输入与输出	93
4.3.7	动画/影像编码	105
4.3.8	基本的编码规则	106
4.3.9	复杂编码	106
4.4	多媒体技术	107
4.4.1	多媒体技术的基本概念	107
4.4.2	多媒体信息的压缩编码	109
4.4.3	多媒体应用软件	111
4.5	人机交互	112
4.5.1	图形用户界面	112
4.5.2	人机交互技术的发展	114
4.6	习题	116
第5章	信息存储	118
5.1	存储设备的性能指标	119
5.2	计算机存储系统的层次结构	120
5.3	磁盘的结构与工作原理	123
5.3.1	磁介质的存储原理	123
5.3.2	磁盘的盘片	124
5.3.3	磁盘的结构	125
5.3.4	磁盘的使用	128
5.4	其他存储设备	129
5.4.1	磁带及磁带机	129
5.4.2	光盘存储	131
5.4.3	闪存技术	133
5.5	习题	136

第6章 CPU的信息处理	137
6.1 图灵机	137
6.1.1 图灵机模型	137
6.1.2 图灵机计算举例	139
6.1.3 计算机科学理论的发展里程碑	142
6.2 指令系统	142
6.2.1 指令系统简介	142
6.2.2 指令编码	143
6.3 中央处理器	144
6.3.1 CPU的组成	144
6.3.2 指令的执行	146
6.3.3 程序中断	147
6.4 主存储器及其与CPU的信息交换	148
6.4.1 主存储器的组成	148
6.4.2 存储单元及存储地址	149
6.4.3 存储总线与数据传输	150
6.5 习题	151
第7章 计算机软件与硬件的协同工作	153
7.1 计算机中的信息资源与信息服务	153
7.1.1 硬件资源与软件资源	153
7.1.2 资源管理和信息服务	155
7.1.3 虚拟服务技术	155
7.2 操作系统	157
7.2.1 操作系统的主要功能和当前流行的操作系统类型	157
7.2.2 CPU管理和任务管理	159
7.2.3 I/O外部设备管理	160
7.2.4 存储资源管理	161
7.2.5 用户界面	164
7.3 文件系统	168
7.3.1 文件和文件夹	168
7.3.2 目录结构下的文件访问	171
7.3.3 硬盘的文件存储结构	173
7.3.4 Windows资源管理器	175
7.3.5 NTFS	176
7.4 Windows操作系统的维护管理	179
7.4.1 磁盘管理工具	180
7.4.2 磁盘碎片整理工具	181

7.4.3	视窗显示属性与高级外观设置	183
7.4.4	设备管理器	184
7.4.5	任务管理器与“开始”图标	185
7.4.6	添加和删除程序的工具	188
7.5	系统安全	189
7.5.1	信息加密	189
7.5.2	计算机病毒	190
7.6	习题	193
第8章	程序设计——入门篇	195
8.1	学习程序设计五要素	195
8.1.1	理解程序运行过程	195
8.1.2	程序设计语言	196
8.1.3	掌握一些基本的算法	196
8.1.4	学习完整的解决问题的过程	196
8.1.5	多做练习	196
8.2	程序设计的一般过程	197
8.2.1	分析问题寻求算法	197
8.2.2	程序设计	197
8.2.3	程序实现	198
8.2.4	程序正确性检验	198
8.3	程序设计语言	198
8.3.1	机器语言	199
8.3.2	汇编语言	199
8.3.3	高级程序设计语言	205
8.4	编程环境	208
8.4.1	基本概念	208
8.4.2	Visual C++	209
8.5	程序阅读理解	213
8.5.1	Hello World	214
8.5.2	输入输出	215
8.5.3	表达式	216
8.5.4	分支语句	217
8.5.5	循环语句	220
8.5.6	判断语句	221
8.5.7	随机数	222
8.6	程序书写规则	224
8.6.1	变量的命名	224
8.6.2	语句的层次和对齐	224

8.6.3	注释	225
8.6.4	写程序的一些禁忌	226
8.7	习题	227
第9章	程序设计——基本框架	230
9.1	程序的基本框架	230
9.2	标识符和关键字	233
9.3	数据类型、常量和变量	234
9.3.1	数据类型	234
9.3.2	常量	235
9.3.3	变量	235
9.4	运算符和表达式	239
9.4.1	运算符	240
9.4.2	算术表达式	240
9.4.3	关系表达式	241
9.4.4	逻辑表达式	241
9.4.5	位运算表达式	241
9.4.6	赋值表达式	242
9.4.7	条件表达式	242
9.4.8	数据类型转换	242
9.4.9	运算符的优先级和结合性	243
9.5	语句	243
9.5.1	if-else	244
9.5.2	switch-case/default	246
9.5.3	for	248
9.5.4	while	250
9.5.5	do-while	251
9.5.6	break	252
9.5.7	continue	253
9.5.8	空语句	255
9.6	控制台输入和输出	255
9.6.1	数据输入	255
9.6.2	数据输出	256
9.6.3	一个包含输入输出语句的完整程序	257
9.7	初等算法(计数、统计和数学运算等)	257
9.8	习题	261
第10章	程序设计——数组和结构	263
10.1	数组	263
10.1.1	数组的定义	263

10.1.2	数组元素的赋值	264
10.1.3	数组的访问和遍历	264
10.1.4	例题	265
10.1.5	数组使用中的注意事项	270
10.1.6	多维数组	270
10.2	结构	273
10.2.1	结构类型和结构类型变量的定义	273
10.2.2	结构类型变量的访问与赋值	276
10.2.3	例题	276
10.2.4	结构使用中的注意事项	278
10.3	指针	278
10.3.1	指针的概念、定义和使用	278
10.3.2	指向结构和数组元素的指针	279
10.3.3	指针的加减法运算	280
10.3.4	指针应用的例子	281
10.4	字符串	281
10.4.1	字符数组、字符串和字符指针	281
10.4.2	字符串变量的初始化及输入输出	282
10.4.3	常用的字符串处理函数	284
10.4.4	字符串应用的例子	285
10.5	动态数组	286
10.5.1	动态数组的申请	286
10.5.2	动态数组的访问与赋值	287
10.5.3	动态数组空间的释放	288
10.5.4	内存分配释放的注意事项	288
10.5.5	使用动态数组的例子	289
10.6	文件的输入输出	292
10.6.1	创建文件	292
10.6.2	打开和关闭文件	292
10.6.3	从文件中读入数据	293
10.6.4	将数据写入文本文件	294
10.6.5	格式化文件输入输出	294
10.6.6	格式化文件输入输出例题	296
10.7	排序	297
10.7.1	起泡排序	297
10.7.2	插入排序	298
10.7.3	查找	299
10.7.4	顺序查找	299
10.7.5	二分法查找	300

10.8	习题	301
第 11 章	程序设计——函数	304
11.1	函数	304
11.1.1	函数的定义	304
11.1.2	函数的调用	305
11.1.3	参数传递和返回值	306
11.1.4	传值	306
11.1.5	传地址	308
11.1.6	返回值	308
11.1.7	全局变量和局部变量	310
11.2	模块化程序设计思想(问题分解与抽象)	312
11.3	递归	314
11.3.1	函数的递归调用	314
11.3.2	用递归的思想解决问题	314
11.4	样例程序	317
11.5	习题	320
第 12 章	问题分析与算法设计	323
12.1	算法的效率	323
12.1.1	二分搜索	323
12.1.2	选择排序和插入排序	326
12.2	计算复杂性	327
12.2.1	可计算与计算复杂性	327
12.2.2	时间复杂性	328
12.2.3	O 符号	329
12.2.4	算法的时间复杂性分析	330
12.2.5	算法的空间复杂性	330
12.3	问题分析与算法优化	331
12.3.1	完全平方数	331
12.3.2	约瑟夫问题	332
12.3.3	哥德巴赫猜想	337
12.4	递归	340
12.5	动态规划	343
12.6	回溯	346
12.7	习题	350
	参考文献	351