



国外经典教材·计算机科学与技术

PEARSON
Prentice
Hall

Data Structures & Program Design in C, Second Edition

数据结构与程序设计 ——C语言(第二版)

(美) Robert L. Kruse 等著
敖富江 译



清华大学出版社

国外经典教材·计算机科学与技术

数据结构与程序设计

——C 语言

(第二版)

(美) Robert L. Kruse 等著

敖富江 译



清华大学出版社

北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2004 by **PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED** and **TSINGHUA UNIVERSITY PRESS**.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English Language title: **Data Structures & Program Design in C**, Second Edition by Robert L. Kruse et al, Copyright © 2003

EISBN: 0-13-288366-X

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由培生教育出版集团授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2003-1774

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有 **Pearson Education** (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构与程序设计——C 语言(第二版)/(美)克鲁瑟(Kruse,R.L.)等著; 敖富江译.

—北京: 清华大学出版社, 2005.1

书名原文: **Data Structures & Program Design in C**, Second Edition

(国外经典教材•计算机科学与技术)

ISBN 7-302-09643-0

I. 数… II. ①克… ②敖… III. ① 数据结构—教材 ②C 语言—程序设计—教材 IV. ①TP311.12 ②TP312

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 曹 康

文稿编辑: 李 阳

封面设计: 久久度文化

版式设计: 康 博

印 装 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 35.75 字 数: 915 千字

版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09643-0/TP·6687

印 数: 1~4000

定 价: 65.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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)62770175-3103 或 (010)62795704

敖富江 译

译者简介

国防科技大学计算机专业硕士、机电工程与自动化专业博士。曾参与多个大型系统的设计，在数据库、数据仓库、数据挖掘、数据结构、程序设计和网络安全方面有着较为深入的研究和丰富的实践经验，在国内外期刊上发表过多篇相关论文，翻译过多本程序设计和网络安全方面的科技图书。

出版说明

近年来,我国的高等教育特别是计算机学科教育,进行了一系列大的调整 and 改革,急需一批门类齐全、具有国际先进水平的计算机经典教材,以适应当前我国计算机科学的教學需要。通过使用国外先进的经典教材,可以了解并吸收国际先进的教学思想和教学方法,使我国的计算机科学教育能够跟上国际计算机教育发展的步伐,从而培育出更多具有国际水准的计算机专业人才,增强我国计算机产业的核心竞争力。为此,我们从国外知名的出版集团 Pearson 引进这套“国外经典教材·计算机科学与技术”教材。

作为全球最大的图书出版机构,Pearson 在高等教育领域有着不凡的表现,其下属的 Prentice Hall 和 Addison Wesley 出版社是全球计算机高等教育的龙头出版机构。清华大学出版社与 Pearson 出版集团长期保持着紧密友好的合作关系,这次引进的“国外经典教材·计算机科学与技术”教材大部分出自 Prentice Hall 和 Addison Wesley 两家出版社。为了组织该套教材的出版,我们在国内聘请了一批知名的专家和教授,成立了一个专门的教材编审委员会。

教材编审委员会的运作从教材的选题阶段即开始启动,各位委员根据国内外高等院校计算机科学及相关专业的现有课程体系,并结合各个专业的培养方向,从 Pearson 出版的计算机系列教材中精心挑选针对性强的题材,以保证该套教材的优秀性和领先性,避免出现“低质重复引进”或“高质消化不良”的现象。

为了保证出版质量,我们为这套教材配备了一批经验丰富的编辑、排版、校对人员,制定了更加严格的出版流程。本套教材的译者,全部来自于对应专业的高校教师或拥有相关经验的 IT 专家。每本教材的责编在翻译伊始,就定期不间断地与该书的译者进行交流与反馈。为了尽可能地保留与发扬教材原著的精华,在经过翻译、排版和传统的三审三校之后,我们还请编审委员或相关的专家教授对文稿进行审读,以最大程度地弥补和修正在前面一系列加工过程中对教材造成的误差和瑕疵。

由于时间紧迫和受全体制作人员自身能力所限,该套教材在出版过程中很可能还存在一些遗憾,欢迎广大师生来电来信批评指正。同时,也欢迎读者朋友积极向我们推荐各类优秀的国外计算机教材,共同为我国高等院校计算机教育事业贡献力量。

清华大学出版社

国外经典教材·计算机科学与技术

编审委员会

主任委员:

孙家广 清华大学教授

副主任委员:

周立柱 清华大学教授

委员(按姓氏笔画排序):

王成山	天津大学教授
王 珊	中国人民大学教授
冯少荣	厦门大学教授
冯全源	西南交通大学教授
刘乐善	华中科技大学教授
刘腾红	中南财经政法大学教授
吉根林	南京师范大学教授
孙吉贵	吉林大学教授
阮秋琦	北京交通大学教授
何 晨	上海交通大学教授
吴百锋	复旦大学教授
李 彤	云南大学教授
杨宗源	华东师范大学教授
沈钧毅	西安交通大学教授
邵志清	华东理工大学教授
陈 纯	浙江大学教授
陈 钟	北京大学教授
陈道蓄	南京大学教授
周伯生	北京航空航天大学教授
孟祥旭	山东大学教授
姚淑珍	北京航空航天大学教授
徐佩霞	中国科学技术大学教授
徐晓飞	哈尔滨工业大学教授
秦小麟	南京航空航天大学教授
钱培德	苏州大学教授
曹元大	北京理工大学教授
龚声蓉	苏州大学教授
谢希仁	中国人民解放军理工大学教授

前 言

一个木匠学徒可能仅仅希望能够熟练使用刨子和锯，但是一个工匠能手需要会使用各种复杂的工具。计算机编程同样需要一些复杂的工具来应对现实世界中纷繁复杂的应用，而且只有通过实际使用这些工具，才能掌握它们的使用技术。本书主要介绍了数据结构问题的解决方法、数据抽象、软件工程的一些规则以及程序设计中作为基本工具的算法比较分析。本书详细介绍了几个具有实际规模的案例分析，演示了如何应用这些工具构建完整的计算机程序。

我们所研究的许多算法和数据结构都具有内在的简洁性，这种简洁性掩盖了它们应用的范围和权限。不久以后，学生们将发现，通常对用在入门课程中的简单方法可以进行很多改进。但方法的简洁性可能趋向于不确定性。学生们将会发现在特定的应用中，具体哪一种方法是最好的，并不是特别清楚。因此这为我们提供了介绍真正难题的机会，这些问题具有内在的意义和实际的重要性，并且还为我们提供了展示关于算法验证和分析的数学方法的应用。

许多学生发现将抽象思想转换为实际应用非常困难。因此，本书特别介绍了由思想构建具体算法的方法和将算法细化为能够应用于实际问题的具体程序的过程。类似的，在选择数据结构和它们的实现之前，首先要进行数据的说明和抽象这一过程。

我们认为，从具体到抽象是一个提升过程，在开发具有启发性的示例后，紧接着要以更通用的方式陈述其中的思想。在大多数学生学习的早期阶段，需要强化他们直接应用所研究的思想的能力，并且他们需要实际练习编写和运行程序，演示他们所学的每一个重要概念。因此本书中介绍了许多例程，包括一些短小的函数和一些完整程序。另外，练习和编程项目是本书不可或缺的一部分。其中许多是所研究主题的直接应用，常常需要编写并运行程序，因此可以测试并比较一些算法。某些项目较大，并且少数项目适合于小组学生共同完成。

通过开发第一个大型项目(CONWAY 的 Life 游戏)，第 1 章详细说明了自顶向下的细化原则、程序设计和测试等内容，并论述了要求学生们遵守的一些规则。同时，这个项目为学生提供了回顾 C 语言语法的机会，其中 C 语言是本书使用的主要编程语言。

第 2 章介绍了软件工程的基本概念，包括问题说明和分析、原型、数据抽象、算法设计、细化、验证和分析。这一章中应用这些规则来开发 Life 游戏的第二个程序。该程序基于一个十分巧妙的算法，演示了需要精确地说明和验证的原因，以及在选择数据结构时需要特别注意的原因。

第 3 章继续阐述了数据抽象和算法设计，主要研究了一种抽象数据类型“堆栈”和作为问题求解方法的“递归”，并研究了堆栈、递归和某些树的紧密关系。

队列和列表是第 4 章和第 5 章中的中心主题。这两章揭示了每种抽象数据类型的几种不同的实现方式，开发了大量的应用程序，演示了不同实现的相对优点，并非正式地介绍了算法分析。这两章的主要目标是使得学生接受数据抽象和应用自顶向下的设计方法来设计数据和算法。

第 6、7、8 章介绍了搜索、排序和表访问(包括散列)的算法。这些章节举例说明了算法和

相关抽象数据类型、数据结构及其实现的相互作用。书中介绍了用于基本算法分析的 Big-O 表示法，并强调了考虑最佳利用空间、时间和编程量时所制定的重要选择。

这些选择要求我们找出评价算法的分析方法，并且找出这样的分析方法是一场战争，对于这场战争来说，组合数学提供了兵工厂。对于初级水平的学生，我们不能期望他们具有很好的武装，也不能期望他们具有能够使他们的技能趋于完美的完备数学知识。因此，我们的目标是帮助学生们认识这种技能的重要性。

二叉树是最完美、最有用的数据结构之一。第 9 章中研究了二叉树，并结合了列表、搜索和排序概念的介绍。作为采用递归方法定义的数据结构，二叉树为学生提供了一个很好的熟悉递归的机会，使他们能够适应将递归应用于数据结构和算法的方法。本章从基本主题开始介绍，然后逐步介绍分裂树(splay tree)和平推算算法分析(amortized algorithm analysis)等高级主题。

第 10 章继续研究了一些更复杂的数据结构，包括 trie、B-树和红黑树。第 11 章中介绍了图。图是一种更常见的数据结构，在问题求解中非常有用。

第 12 章中的案例分析相当详细地验证了波兰表示法，并探究了递归、树和堆栈在问题求解和算法开发时的相互关系。某些问题的解决方法可以作为编译器设计的非正式介绍。通常在一个功能齐备的 C 语言程序中开发算法。这个程序按照普通(中缀)形式接收一个表达式作为输入，并将表达式转换为后缀式，然后对于特定的变量值求解表达式的值。

附录中讨论了一些主题，严格地说，这些主题并不是本书主题的适当部分，但某些学生常常不具备这些预备知识。

附录 A 给出了离散数学的几个主题。它的最后两节介绍了斐波纳契数列和加泰罗尼亚数字，这些都是高级知识，本书正文中并不需要它们，但包含它们是为了鼓励学生对数学更加感兴趣。

递归的消除是大多数程序员不需要学习的主题。但在目前，某些重要的工作还必须使用不支持递归的高级语言(例如 FORTRAN 或 COBOL)来完成。因此有时候还需要一些手工的递归消除方法，这些方法被收集在附录 B 中。某些教师希望在第 9 章中包含线索二叉树的内容；因此这一部分的内容在附录 B 中提供，它独立于附录 B 中其他的内容。

最后，附录 C 简短地介绍了 C 语言知识。虽然它不是对 C 语言的全面介绍，但将其用作 C 语法知识的一个回顾，对学生来说还是具有参考价值的。

第二版中的变化

在这一版中，整个正文都被仔细地审阅和修订了，反映了许多读者的思想，这些读者提供了他们学习本书的心得。主要的改动之处总结如下：

- 重新编写、修订和推敲了所有的程序，以强调数据抽象、开发和使用可重用代码，并加强了风格的标准化和简洁性。
- 通过在子程序中包含非正式说明(precondition 和 postcondition)，强调了程序的说明文档。
- 文中更早地介绍了递归，然后在后边通过重用递归，进行强调。
- 涵盖了更高级、更现代的主题，这些主题被包含在几个新的章节中，主要包括分裂树、红黑树和分期清偿算法分析。
- 文中着重介绍了新的案例分析，如第 5 章中的最小化文本编辑器。

- 添加了新的练习和编程项目，包括关于信息检索的项目，该项目要求学生比较几种不同的数据结构和算法的性能。
- 有关图论的材料和图的算法内容被放置到一个独立的章中。
- 简化了列表的描述。
- 书中给出的所有程序和程序摘要的源码都可以通过互联网获得。在使用 ftp 下载这些软件时，可以以 anonymous 用户登录，ftp 的网址是 prenhall.com，软件位于目录 pub/esm/computer_science.s-041/kruse/dspdc2 下。
- 进授本书的教师可以免费获得 Instructor's Resource Manual，您可以填写本书后所附的教辅资料申请及教师信息反馈表索取该教辅。

课程结构

学习本书的先决条件是要具备编程方面的预备知识，并要求备有使用 C 语言基本功能的经验。附录 C 提供了 C 语言的一些高级内容，这些高级内容在入门课程中常常被省略。有关高等数学方面的优秀知识几乎满足所有的算法分析，但有关离散数学方面的预备知识也被证明是非常有价值的。附录 A 回顾了所需要的所有数学知识。

本书可用作一些课程的教材，例如 ACM 课程 CS2(程序设计和实现)，ACM 课程 CS7(数据结构和算法分析)，或组合这些内容的课程。本书覆盖了 ACM/IEEE 关于数据结构和算法方面的知识单元(详见下面的“注释”部分)的大部分内容。主要包括：

AL1 基本数据结构，例如数组、表、堆栈、队列、树和图；

AL2 抽象数据类型；

AL3 递归和递归算法；

AL4 使用 Big_ O 表示法的复杂分析；

AL6 排序和搜索；

AL8 关于大型案例分析的实际问题求解策略。

注释：

参考 1991 年的 *Computing Curricula: Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force*, ACM Press, New York, 1990。

本书并未涉及三个最高级的知识单元，AL5(复杂类，NP 完全问题)，AL7(可计算性和不可判定性)以及 AL9(并行和分布式算法)。

本书大多数章节的结构安排十分合理，首先提供了核心主题，接着是具体的示例、应用和大型案例分析。因此，如果时间有限，仅可简短地学习一个主题，为了不失连续性，可以快速阅读每一章的核心主题。但当时间允许时，学生和教师都应当阅读附录的主题，并完成所有的练习项目。

一个两学期课程可以完全覆盖本书，从而获得许多主题的一个满意集成，包括问题求解、数据结构、程序开发和算法分析等领域。学生们需要时间和练习，才能理解通用的方法。通过学习组合数据抽象、数据结构、算法和它们在实际项目中的实现，可以建立一个坚实的基础，

在此基础之上，可以学习具有更多理论性的课程。

即使本书并未覆盖它的全部内容，但也提供了足够的深度，引导学生在以后的学习中，继续将本书作为一本参考资料。在任何情况下，给出一些主要的编程项目，并有充足的时间完成它们，都是非常重要的。

致谢

多年以来，本书和它的先驱 *Pascal* 语言版本的 *Data Structures and Program Design* 已经受益于许多人的大量贡献：家庭、朋友、同事和学生。第一版中列举了一些人，他们的贡献特别显著。自从第一版出版后，就被翻译为多种语言版本，并且许多人友善地提出了大量的评论和建议。特别要感谢的是一些评论家对本书提出了宝贵的建议，他们是：ALEX RYBA(Marquette 大学)、RICHARD SAUNDERS(Arizona 大学)、DAVID STRAIGHT(Tennessee, Knoxville 大学)、CARLOS CUNHA(Boston 大学)和 GREG CAMERON(Ricks 大学)。

本书也感谢如下一些人的帮助：GEORGE EDMUNDS、TOM HORTON、SAM HSU、MARIA PETRIE(Florida Atlantic 大学)、ROLIE GUILD(Nova 东南大学)、LOUIS VOSLOO(Y&Y, Inc.)、NELSON FELIPPE DA SILVA(Polydata, Inc.)、LUIZ BIAVATTI、A.CARLOS TONDO(T&T TechWorks, Inc.)、ED HAUGHNEY、ANDREW NATHANSON、RED VISCUSO 和 CAREN E.TONDO。

Prentice Hall 的编辑员工，特别是发行人 ALAN APT 和管理编辑 LAURA STEELE，他们为本书付出了极大的努力，使得本书的发行非常成功。

PreTEX 公司的 JIM COOPER 加速了本书的出版，他检测了本书所有的 C 语言程序，解决了许多问题，并且完成了练习的所有答案，重新编写了程序项目。

最后，请注意本书是根据 Robert L.Kruse 编写的、基于 Pascal 语言的 *Data Structures and Program Design* 第三版一书，由 Clovis L.Tondo 和 Bruce P.Leung 改写为基于 C 的版本而来的。其中 Robert L.Kruse 主要负责与语言无关的讨论，其他作者负责 C 语言程序和与语言细节方面的阐述。

ROBERT L.KRUSE
CLOVIS L.TONDO
BRUCE P.LEUNG

目 录

第 1 章 编程原则	1
1.1 引言	1
1.2 Life 游戏	3
1.2.1 Life 游戏规则	3
1.2.2 示例	3
1.2.3 解决方案	5
1.2.4 Life 游戏主程序	5
1.3 编程风格	9
1.3.1 命名	9
1.3.2 文档及其格式	10
1.3.3 程序的细化和模块化	11
1.3.4 小节练习	13
1.4 编码、测试及进一步细化	15
1.4.1 占位程序	15
1.4.2 计算相邻元胞的数目	16
1.4.3 输入和输出	17
1.4.4 驱动程序	20
1.4.5 程序的跟踪	21
1.4.6 测试程序的原则	22
1.4.7 小节练习	24
1.4.8 编程项目	24
1.5 注意事项	25
1.6 复习题	26
1.7 参考文献	26
1.7.1 C 语言	26
1.7.2 编程原则	27
1.7.3 Life 游戏	27
第 2 章 软件工程介绍	28
2.1 程序维护	28
2.1.1 Life 程序回顾	28
2.1.2 关于 Life 程序的新起点和新方法	30

2.1.3	小节练习	31
2.1.4	编程项目	32
2.2	算法研究: Life 程序的第二个版本	32
2.2.1	列表: 数据结构的说明	32
2.2.2	主程序	35
2.2.3	信息隐藏	38
2.2.4	细化: 子程序的开发	38
2.2.5	算法的验证	41
2.2.6	小节练习	43
2.3	编码	43
2.3.1	列表函数	44
2.3.2	错误处理	45
2.3.3	演示和测试	46
2.3.4	小节练习	49
2.3.5	编程项目	50
2.4	Life 函数的编码	50
2.4.1	Vivify 函数	50
2.4.2	AddNeighbors 函数	51
2.4.3	混合函数	52
2.4.4	初始化	52
2.4.5	编程项目	53
2.5	程序分析与比较	53
2.5.1	语句数	53
2.5.2	比较	54
2.5.3	时间和空间的平衡	55
2.5.4	小节练习	55
2.5.5	编程项目	55
2.6	总结和展望	55
2.6.1	Life 游戏	56
2.6.2	程序设计	57
2.6.3	C 语言	58
2.6.4	编程项目	59
2.7	注意事项	60
2.8	复习题	61
2.9	参考文献	61
2.9.1	软件工程	61
2.9.2	算法验证	62
2.9.3	问题解决	62

第 3 章 堆栈和递归	63
3.1 堆栈	63
3.1.1 引言	63
3.1.2 第一个示例：线性颠倒	64
3.1.3 信息隐藏	65
3.1.4 堆栈的说明	65
3.1.5 堆栈的实现	67
3.1.6 链接堆栈	69
3.1.7 小节练习	72
3.1.8 编程项目	73
3.2 递归	74
3.2.1 子程序的堆栈图解	74
3.2.2 子程序调用树	74
3.2.3 阶乘：一个递归定义	76
3.2.4 分而治之：汉诺(HANOI)塔	77
3.2.5 小节练习	82
3.2.6 编程项目	82
3.3 回溯：推迟工作	83
3.3.1 解决 8 王后难题	83
3.3.2 示例：4 王后	84
3.3.3 回溯	85
3.3.4 细化：选择数据结构	86
3.3.5 回溯分析	88
3.3.6 小节练习	89
3.3.7 编程项目	90
3.4 递归法则	90
3.4.1 设计递归算法	90
3.4.2 递归如何工作	91
3.4.3 尾部递归	94
3.4.4 何时不使用递归	96
3.4.5 指南和总结	100
3.4.6 小节练习	100
3.5 注意事项	101
3.6 复习题	102
3.7 参考文献	103
第 4 章 队列和链表	104
4.1 定义	104

4.2	队列的实现	107
4.3	C 语言中的环形队列	110
4.3.1	小节练习	112
4.3.2	编程项目	113
4.4	队列的应用：模拟	114
4.4.1	引言	114
4.4.2	机场的模拟	114
4.4.3	主程序	116
4.4.4	模拟的步骤	118
4.4.5	伪随机数	121
4.4.6	示例结果	123
4.4.7	编程项目	125
4.5	指针和链表	126
4.5.1	引言和综述	126
4.5.2	指针和 C 语言中的动态内存	128
4.5.3	链表基础	132
4.5.4	小节练习	133
4.6	链接队列	134
4.6.1	小节练习	136
4.6.2	编程项目	137
4.7	应用：多项式算术	137
4.7.1	项目的目的	137
4.7.2	主程序	138
4.7.3	数据结构及其实现	142
4.7.4	读取和写出多项式	143
4.7.5	多项式加法	145
4.7.6	完成项目	147
4.7.7	小节练习	147
4.7.8	编程项目	148
4.8	抽象数据类型及其实现	149
4.8.1	引言	149
4.8.2	通用定义	150
4.8.3	数据说明的细化	152
4.8.4	小节练习	153
4.9	注意事项	153
4.10	复习题	154
4.11	参考文献	154

第 5 章 通用列表	156
5.1 列表说明	156
5.2 列表的实现	158
5.2.1 连续实现	158
5.2.2 简单的链接实现	159
5.2.3 变更: 保持当前位置	163
5.2.4 双向链表	164
5.2.5 实现的比较	166
5.2.6 小节练习	167
5.2.7 编程项目	168
5.3 字符串	168
5.4 应用: 文本编辑器	170
5.4.1 说明	171
5.4.2 实现	171
5.4.3 编程项目	178
5.5 数组中的链表	178
5.5.1 方法	179
5.5.2 操作: 空间管理	180
5.5.3 其他操作	183
5.5.4 链表的变化	184
5.5.5 小节练习	184
5.6 排列	186
5.6.1 思想	187
5.6.2 细化	187
5.6.3 通用函数	188
5.6.4 数据结构: 优化	188
5.6.5 最终的程序	189
5.6.6 编程项目	191
5.7 注意事项	191
5.8 复习题	192
5.9 参考文献	192
第 6 章 搜索	193
6.1 搜索: 介绍及其表示	193
6.1.1 键	193
6.1.2 分析	193
6.1.3 外部搜索和内部搜索	194
6.1.4 C 语言实现	194

6.1.5	参数	194
6.2	顺序搜索	195
6.2.1	算法及函数	195
6.2.2	算法分析	196
6.2.3	测试	197
6.2.4	小节练习	199
6.2.5	编程项目	200
6.3	寄物处：项目	201
6.3.1	介绍和说明	201
6.3.2	演示及测试程序	203
6.3.3	编程项目	205
6.4	二叉搜索	206
6.4.1	算法研究	207
6.4.2	忽略版本	208
6.4.3	识别等式	210
6.4.4	小节练习	211
6.4.5	编程项目	212
6.5	比较树	212
6.5.1	分析 $n=10$ 的情况	213
6.5.2	算法推广	215
6.5.3	方法的比较	218
6.5.4	普遍关系	219
6.5.5	小节练习	220
6.5.6	编程项目	220
6.6	下限	220
6.6.1	优化程序	220
6.6.2	任意搜索算法	221
6.6.3	观察 2-树	221
6.6.4	搜索下限	223
6.6.5	其他的搜索算法	223
6.6.6	小节练习	224
6.6.7	编程项目	224
6.7	渐近线	224
6.7.1	介绍	224
6.7.2	Big-O 表示法	225
6.7.3	Big-O 表示法的不精确性	227
6.7.4	通用函数的排序	228
6.7.5	小节练习	229

6.7.6 编程项目	229
6.8 注意事项	229
6.9 复习题	230
6.10 参考文献	230
第 7 章 排序	232
7.1 介绍和符号	232
7.2 插入排序	233
7.2.1 顺序列表	233
7.2.2 通常的插入排序	234
7.2.3 链接版本	236
7.2.4 分析	237
7.2.5 小节练习	238
7.2.6 编程项目	239
7.3 选择排序	240
7.3.1 算法	240
7.3.2 连续实现	241
7.3.3 分析	242
7.3.4 比较	243
7.3.5 小节练习	243
7.3.6 编程项目	244
7.4 希尔排序	244
7.4.1 小节练习	246
7.4.2 编程项目	246
7.5 下限	246
7.5.1 小节练习	248
7.5.2 编程项目	248
7.6 “分而治之”排序	249
7.6.1 主要思想	249
7.6.2 示例	250
7.6.3 小节练习	253
7.7 链表的归并排序	254
7.7.1 函数	254
7.7.2 合并分析	256
7.7.3 小节练习	258
7.7.4 编程项目	259
7.8 连续列表的快速排序	260
7.8.1 主函数	260