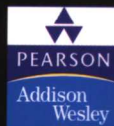




国外经典教材·计算机科学与技术



Data Abstraction and Problem Solving With JAVA

WALLS AND MIRRORS

数据抽象和问题求解 ——Java语言描述

(美) Frank M. Carrano 著
Janet J. Prichard
韩志宏 译



清华大学出版社

国外经典教材·计算机科学与技术

数据抽象和问题求解

—— Java 语言描述

(美)	Frank M. Carrano	著
	Janet J. Prichard	
	韩志宏	译

清华大学出版社

北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2005 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 Abstraction and Problem Solving With Java™*, Second Edition by Frank M. Carrano, Janet J. Prichard, Copyright © 2003

EISBN: 0-201-70220-7

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

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 Pearson Education 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: 01-2003-1800

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 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

数据抽象和问题求解——Java 语言描述/(美)卡雷诺(Carrano, F. M.), (美)普里查德(Prichard, J. J.)著; 韩志宏译.
—北京: 清华大学出版社, 2005.4

书名原文: Data Abstraction and Problem Solving with Java

国外经典教材·计算机科学与技术

ISBN 7-302-09946-4

I. 数… II. ①卡…②普…③韩… III. JAVA 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 120377 号

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: 杜一民

封面设计: 久久度文化

版式设计: 康 博

印 装 者: 北京市鑫霸印务有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 37.75 字 数: 966 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09946-4/TP·6836

印 数: 1~4000

定 价: 68.00 元

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和改革,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

本书是 Java 版的《数据抽象和问题求解》，重点讲述数据抽象、数据结构和递归技术。考虑到计算机科学的动态性和多样性，本书涵盖各种主题，以求适用于不同课程的教学要求。可将本书用作初级数据结构教材，也可用作高级编程和算法设计教材。本书旨在使学生切实了解和掌握数据抽象、面向对象编程及其他主流的问题求解技术。

本书基于 Paul Helman 和 Robert Veroff 合著的 *Intermediate Problem Solving and Data Structures: Walls and Mirrors* (Benjamin/Cumming 公司, 1986 年), 继承了原著的组织方式和理念, 技术要点与文字内容、示例、图和练习题。Paul Helman 和 Robert Veroff 教授把数据抽象和问题求解比作墙和镜子, 并提出多种有利于教学的理念。

致读者

“墙”和“镜子”代表基本问题求解技术。“数据抽象”将模块实现细节与程序其余部分隔离, 就像一堵将您和邻居隔开的墙。“递归”是重复技术, 通过解决同类型的更小问题来解决问题, 就像各映像逐渐变小的镜子。

本书风格上力求明晰精练, 通俗易懂。各章添加了小结、自我测试题及答案, 末尾有一个术语表。附录 A 提供 Java 参考资料。

若之前不了解 Java 语言基础知识, 请阅读附录 A, 以理解选择语句、迭代语句、类、方法、参数、数组、字符串和文件。若要系统分析 Java 类, 请阅读第 3、8 章。若要全面了解递归, 请阅读第 2、5 章。

内容设计

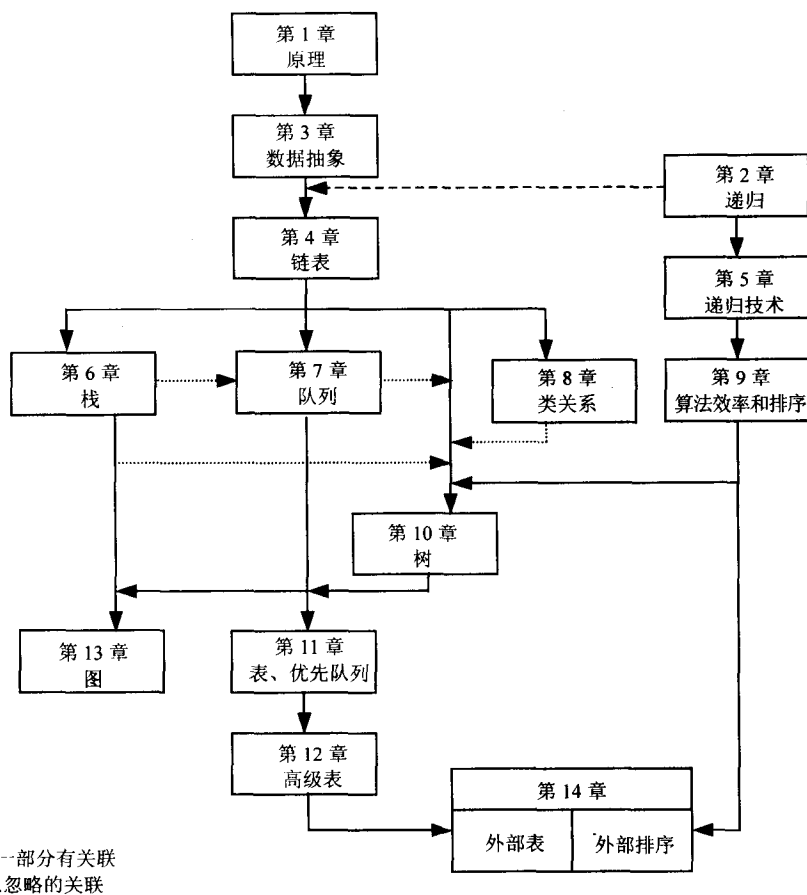
本书根据 Java 语言的优缺点, 采用针对性的教学方法, 力求做到实用、明确和透彻。

先决条件

在学习本书前, 若不了解 Java 语言, 则应在教师指导下学习附录 A, 以了解如何过渡到 Java。本书在基于对象的编程环境中介绍数据抽象。虽然讨论了 Java 类及其基本概念, 分析如何将抽象数据类型实现为类, 但本书的主题是 ADT(抽象数据类型), 而非 Java。

安排灵活

本书内容详尽。教师可按课程计划, 根据需要选择。下面列出关联图, 显示某一章的预备章节。



在第 I 部分, 第 3 章介绍数据抽象, 第 2、5 章探讨递归, 对于这些重要主题, 可根据学生背景, 重排顺序。

第 II 部分亦如此。例如, 可将第 6 章(栈)排在第 8 章(类关系)之前或之后。在第 5 章后, 可任意安排第 9 章(算法效率和排序)。可将树放在队列之前, 将图放在表之前; 在讲授表后, 将按任意顺序安排散列、平衡又查找树或优先队列。可提前讲授第 14 章的外部方法, 例如, 可在第 9 章的归并排序后讲授。

数据抽象

在本书介绍的问题求解方法中, 普遍使用了抽象数据类型(ADT)。一些例子说明如何将设计 ADT 作为解决方案总体设计的一部分。对于所有 ADT, 首先用英语和伪码编写规范, 然后将 ADT 用于简单应用程序, 最后考虑实现。ADT 与数据结构的区别一直是中心议题。本书前面介绍了封装和 Java 类, 以演示 Java 类如何对 ADT 的客户程序隐藏数据结构。列表、栈、队列、树、表、堆和优先队列的抽象数据类型是讨论的重点。

问题求解

本书介绍计算机科学家的思考过程及技术选用, 讲述如何整合问题求解和编程能力。学习计算机科学家如何开发、分析和实现解决方案与学习算法机制同等重要。

在示例问题的上下文中，包含开发方案的分析技巧。在设计问题的解决方案时，广泛采用抽象、算法与数据结构的逐步完善以及递归。

第 4 章介绍 Java 引用和链表处理。第 9 章简介算法的数量阶分析。先定性，后定量地比较基于数组和基于引用的数据结构。各种可能的解决方案和实现的交替使用是问题求解的中心内容。

另外，在实现和验证解决方案时，编程风格、包含初始条件和结束条件的文档记录、调试工具和循环不变式是问题求解方法学的重要部分。

应用程序

在本书的重要主题中，列举了一些经典应用程序。例如，折半查找、快速排序和归并算法提供了递归的重要应用，并引入了数量阶分析。平衡查找树、散列和文件索引的主题讨论了查找应用。在介绍外部文件时，又讨论了查找和排序。

本书首先在递归上下文中介绍了识别和计算代数表达式的算法，后来又作为栈的应用讨论了这些问题。其他应用程序，如八皇后问题作为回溯例子，事件模拟作为队列的应用，图查找和遍历作为栈和队列的其他重要应用。

新添和修订内容

本版沿承了 C++ 版的基本方法和理念。在介绍数据抽象和编程时，既作为一般概念，又在 Java 环境中讨论。在编写此版本时，我们逐一剖析每个句子、例子和图。为达到新颖、实用的目的，对原来的内容做了适当增删和修订。

本书修改了所有算法的伪码，以反映 Java 的面向对象方法；所有编程例子用 Java 语言编写。几项重要修订如下：

- 第 1 章的代码实现和风格基于一般 Java 惯例。
- 第 3 章介绍 Java 类，简介继承。涉及 Java 接口、Object 类、异常、无用单元收集和对象相等测试。此后将这些主题集成到 ADT 规范的讨论。Java 接口分离规范和实现。本书的 ADT 存储对象(而非数据)，用异常标记错误。
- 第 4 章分析 Java 引用，作为修订的链表处理的基础。链表节点是 Node 类实例。增加了一节，讲述链表的尾引用。完善了清单问题的解决方案，引入了对象串行化。
- 第 8 章深入探讨继承，分析 Java 包、字段修饰符、抽象类、方法重载、接口和迭代器。
- 第 10 章重新设计树类层次，为遍历操作使用树迭代器。第 10、12 章使用类定义树节点。
- 附录 A 简要介绍 Java。
- 附录 B 是统一代码表。
- 附录 C 简介 Java API，提供附加 Java 资源的链接。
- 新练习和编程问题。修改或替换了很多练习题和编程问题。
- Java 代码。充分挖掘 Java 优势，而非简单地将 C++ 转换成 Java 实现。

本书概览

本书层次分明，组织精当，符合教材特点。教师可按具体专业要求做适当调整。

本书特色

本书的特色如下，以便读者学习和复习：

- 每章有“本章概述”。
- 每章有“小节”。
- 每章有“提示”，指明常见错误。
- 每章有“自我测试题”，书末附有“自我检测题答案”。
- 每章有“练习题”和“编程问题”。难度较大的题目的标有星号。答案在《教师资源手册》中。
- 用英语和伪码编写所有主要 ADT 的规范。
- 所有主要 ADT 的 Java 类定义。
- 实例演示 ADT 在问题解决过程的作用。
- 附录 A 简介 Java。
- 书末有一个“术语表”。

编排形式

本书分两部分。一般而言，第 1—11 章是一学期的课程。第 1—2 章可作为简介资料。可根据课程在全部课程中的安排来选用第 11—14 章。《教师资源手册》阐述本书在不同课程的使用。

第 I 部分：问题求解技术。 第 1 章简要介绍编程和软件工程的主要问题。第 2 章分析递归，供学生巩固基础；递归思维能力是计算机科学家必须掌握的实用技术之一，对理解问题本质极有价值。第 5 章深入分析递归。本书列举了大量递归实例，范围很广，从简单递归定义，到语言识别、查找和排序的递归算法。

第 3 章详细讨论数据抽象和抽象数据类型。在讨论了 ADT 列表的规范和使用后，接着讨论 Java 类、接口和异常，并使用它们来实现 ADT。第 4 章讨论 Java 引用变量和链表时介绍了其他实现工具。

可根据学生背景，选择并按适当顺序讲授这些主题。

第 II 部分：用 ADT 解决问题。 第 II 部分一直将数据抽象作为问题求解技术。首先指定诸如栈、队列、二叉树、二叉查找树、表、堆和优先队列等基本 ADT，然后将 ADT 实现为类。在实例中使用 ADT，并比较各种实现。

第 8 章介绍继承、包、类关系和迭代器。第 9 章引入数量阶分析和大 O 表示法，分析了递归归并排序、快速排序等几种查找和排序算法的效率。

第 II 部分还包括几个高级主题，如平衡查找树(2-3 树、2-3-4 树、红-黑树和 AVL 树)和散列，并用它们实现表。分析这些实现，确定它们最适合支持的操作。

最后分析外部直接访问文件的数据存储。修改归并排序来排序数据，用外部散列和 B-树索引执行查找。这些查找算法是内部散列方案和 2-3 树的泛化。

在线补充资料

在线可获得以下资料。

- **源代码。**读者可使用本书所有 Java 类、方法和程序。
- **勘误表。**虽然精心编写，但缺点与错误在所难免。特设立一个勘误表，并根据需要更新。欢迎您提出宝贵意见。

登录 ftp 站点 <ftp.aw.com>，在 `/cseng/authors/carrano/java` 目录，可获得源代码和勘误表。

- **教师资源手册。**教师可联系 Addison Wesley Longman 的销售代表，获取章末练习题解决方案，以及教学笔记和建议。

目 录

第 I 部分 问题求解技术

第 1 章 编程原理与软件工程	3
1.1 问题求解与软件工程	3
1.1.1 问题求解的含义	3
1.1.2 软件的生命周期	4
1.1.3 优秀解决方案的定义	10
1.2 模块化设计	11
1.2.1 抽象与信息隐藏	11
1.2.2 面向对象的设计	13
1.2.3 自上而下的设计	14
1.2.4 一般设计原则	15
1.3 关键编程问题	15
1.3.1 模块化	15
1.3.2 可修改	16
1.3.3 易用	17
1.3.4 防故障编程	18
1.3.5 风格	22
1.3.6 调试	25
1.4 小结	27
1.5 提示	28
1.6 自我测试题	28
1.7 练习题	28
1.8 编程问题	30
第 2 章 递归：镜子	32
2.1 递归解决方案	32
2.1.1 递归值方法： n 的阶乘	34
2.1.2 递归 void 方法：逆置字符串	40
2.2 计数	47
2.2.1 兔子繁殖	47
2.2.2 组织游行队伍	50
2.2.3 Spock 的困惑	51
2.3 数组查找	52
2.3.1 查找数组最大项	53

2.3.2	折半查找	54
2.3.3	查找数组中第 k 个最小项	57
2.4	组织数据	59
2.5	递归与效率	64
2.6	小结	66
2.7	提示	67
2.8	自我测试题	67
2.9	练习题	68
2.10	编程问题	73
第 3 章	数据抽象：墙	74
3.1	抽象数据类型	74
3.2	指定 ADT	77
3.2.1	ADT 列表	78
3.2.2	ADT 有序表	81
3.2.3	设计 ADT	82
3.2.4	公理	85
3.3	实现 ADT	87
3.3.1	Java 类	88
3.3.2	Java 接口	94
3.3.3	Java 异常	95
3.3.4	基于数组的 ADT 列表实现	96
3.4	小结	102
3.5	提示	103
3.6	自我测试题	103
3.7	练习题	104
3.8	编程问题	105
第 4 章	链表	107
4.1	预备知识	107
4.1.1	对象引用	108
4.1.2	变长数组	111
4.1.3	基于引用的链表	112
4.2	链表编程	115
4.2.1	显示链表内容	115
4.2.2	从链表中删除指定节点	117
4.2.3	在链表特殊位置插入节点	118
4.2.4	ADT 列表的基于引用的实现	123
4.2.5	比较基于数组的实现和基于引用的实现	127
4.2.6	将链表传给方法	128
4.2.7	递归地处理链表	129

4.3	链表的各种变化	133
4.3.1	尾引用	133
4.3.2	循环链表	134
4.3.3	虚拟头节点	135
4.3.4	双向链表	136
4.4	清单应用程序	138
4.5	小结	142
4.6	提示	144
4.7	自我测试题	144
4.8	练习题	145
4.9	编程问题	147
第 5 章	递归问题求解技术	150
5.1	回溯	150
5.2	定义语言	154
5.2.1	语法知识基础	155
5.2.2	两种简单语言	156
5.2.3	代数表达式	158
5.3	递归和数学归纳法的关系	165
5.3.1	factorial 递归算法的正确性	165
5.3.2	Hanoi 塔的成本	166
5.4	小结	167
5.5	提示	168
5.6	自我测试题	168
5.7	练习题	168
5.8	编程问题	171

第 II 部分 使用抽象数据类型解决问题

第 6 章	栈	177
6.1	抽象数据类型	177
6.2	ADT 栈的简单应用	181
6.2.1	检查括号匹配	181
6.2.2	识别语言中的字符串	184
6.3	ADT 栈的实现	185
6.3.1	ADT 栈的基本数组的实现	186
6.3.2	ADT 栈的基于引用的实现	188
6.3.3	使用 ADT 列表的实现	190
6.3.4	各种实现方式的比较	191

6.4	应用: 代数表达式	191
6.4.1	计算后缀表达式	192
6.4.2	中缀表达式与后缀表达式的等价转换	193
6.5	应用: 查找问题	195
6.5.1	使用栈的非递归解决方案	196
6.5.2	递归解决方案	202
6.6	栈和递归的关系	204
6.7	小结	205
6.8	提示	206
6.9	自我测试题	206
6.10	练习题	207
6.11	编程问题	209
第 7 章	队列	214
7.1	ADT 队列	214
7.2	ADT 队列的简单应用	215
7.2.1	读取字符串	215
7.2.2	识别回文	216
7.3	实现 ADT 队列	217
7.3.1	基于引用的实现	217
7.3.2	基于数组的实现	221
7.3.3	用 ADT 列表的实现	225
7.3.4	实现比较	226
7.4	基于位置的 ADT 总览	227
7.5	模拟应用	227
7.6	小结	235
7.7	提示	235
7.8	自我测试题	235
7.9	练习题	236
7.10	编程问题	238
第 8 章	类关系	241
8.1	继承	241
8.1.1	Java 包	245
8.1.2	Java 访问修饰符	246
8.1.3	is-a 和 has-a 关系	247
8.2	动态绑定和抽象类	248
8.2.1	抽象类	251
8.2.2	Java 接口	254
8.3	ADT 列表和有序表	255
8.3.1	列表迭代器的实现	256

8.3.2 使用 ADT 列表的 ADT 有序表的实现	259
8.4 面向对象方法的优势	262
8.5 小结	263
8.6 提示	263
8.7 自我测试题	263
8.8 练习题	264
8.9 编程问题	265
第 9 章 算法效率和排序	268
9.1 确定算法效率	268
9.1.1 算法的执行时间	269
9.1.2 算法增率	270
9.1.3 数量阶分析和大 O 表示法	271
9.1.4 正确分析问题	273
9.1.5 查找算法的效率	275
9.2 排序算法及其效率	276
9.2.1 选择排序	276
9.2.2 起泡排序	279
9.2.3 插入排序	280
9.2.4 归并排序	282
9.2.5 快速排序	287
9.2.6 基数排序	295
9.2.7 各种排序算法的比较	297
9.3 小结	297
9.4 提示	298
9.5 自我测试题	298
9.6 练习题	299
9.7 编程问题	301
第 10 章 树	303
10.1 术语	303
10.2 ADT 二叉树	309
10.2.1 ADT 二叉树的基本操作	309
10.2.2 ADT 二叉树的一般操作	310
10.2.3 二叉树的遍历	311
10.2.4 二叉树的表示	313
10.2.5 ADT 二叉树的基于引用的实现	316
10.2.6 用迭代器遍历树	320
10.3 ADT 二叉查找树	326
10.3.1 ADT 二叉查找树的操作算法	329
10.3.2 ADT 二叉查找树的基于引用的实现	341

10.3.3	二叉查找树操作的效率	344
10.3.4	树排序	347
10.3.5	将二叉查找树保存到文件	347
10.4	一般树	350
10.5	小结	351
10.6	提示	352
10.7	自我测试题	352
10.8	练习题	353
10.9	编程问题	358
第 11 章	表和优先队列	361
11.1	ADT 表	361
11.1.1	选择实现	365
11.1.2	ADT 表的基于数组的有序实现	370
11.1.3	ADT 表的二叉查找树实现	372
11.2	ADT 优先队列: ADT 表的变体	374
11.2.1	堆	376
11.2.2	ADT 优先队列的堆实现	382
11.2.3	堆排序	383
11.3	小结	387
11.4	提示	387
11.5	自我测试题	387
11.6	练习题	388
11.7	编程问题	390
第 12 章	表的高级实现	391
12.1	平衡查找树	391
12.1.1	2-3 树	392
12.1.2	2-3-4 树	407
12.1.3	红-黑树	412
12.1.4	AVL 树	415
12.2	散列	418
12.2.1	散列函数	421
12.2.2	解决冲突	423
12.2.3	散列效率	429
12.2.4	如何确立散列函数	431
12.2.5	表遍历: 散列的低效操作	433
12.3	按多种形式组织数据	433
12.4	小结	437
12.5	提示	438
12.6	自我测试题	438

12.7	练习题	438
12.8	编程问题	440
第 13 章	图	442
13.1	术语	442
13.2	将图作为 ADT	444
13.3	图的遍历	447
13.3.1	深度优先查找	448
13.3.2	广度优先查找	450
13.4	图的应用	451
13.4.1	拓扑排序	451
13.4.2	生成树	454
13.4.3	最小生成树	456
13.4.4	最短路径	459
13.4.5	回路	462
13.4.6	一些复杂问题	464
13.5	小结	465
13.6	提示	465
13.7	自我测试题	465
13.8	练习题	466
13.9	编程问题	468
第 14 章	外部方法	469
14.1	了解外部存储	469
14.2	排序外部文件的数据	471
14.3	外部表	477
14.3.1	确定外部文件的索引	478
14.3.2	外部散列	481
14.3.3	B-树	484
14.3.4	遍历	491
14.3.5	多索引	492
14.4	小结	493
14.5	提示	494
14.6	自我测试题	494
14.7	练习题	494
14.8	编程练习	496
附录 A	Java 基本原理	497
A.1	程序结构	497
A.1.1	包	498
A.1.2	类	498