

■ 国外优秀信息科学与技术系列教学用书

DISCRETE MATHEMATICAL STRUCTURES

Theory and Applications

离散数学结构

——理论与应用

翻译版

■ [美] D.S.MALIK 著

■ 邱仲潘 译

THOMSON



高等教育出版社
Higher Education Press

国外优秀信息科学与技术系列教学用书

离散数学结构

——理论与应用

(翻译版)

DISCRETE MATHEMATICAL STRUCTURES

Theory and Applications

[美] D.S.Malik 著

邱仲潘 译

THOMSON
—*—



高等教育出版社

图字: 01-2004-5302 号

[美] D.S. Malik 著, 邱仲潘 译

Discrete Mathematical Structures: Theory and Applications, First Edition

原版 ISBN: 0-619-21285-3

Copyright © 2004 by Course Technology, a division of Thomson Learning

Original language published by Thomson Learning (a division of Thomson Learning Asia Pte Ltd).

All Rights reserved. 本书原版由汤姆森学习出版集团出版。版权所有, 盗印必究。

Higher Education Press is authorized by Thomson Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the mainland territory of the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由汤姆森学习出版集团授权高等教育出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国大陆地区(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

981-254-657-X

图书在版编目(CIP)数据

离散数学结构——理论与应用(翻译版)/[美] 马力克(D. S. Malik)著; 邱仲潘译. —北京: 高等教育出版社, 2005.11

书名原文: Discrete Mathematical Structures: Theory and Applications

ISBN 7-04-017390-5

I. 离... II. ①马... ②邱... III. 离散数学 IV. O158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 107008 号

策划编辑	郭福生	责任编辑	康兆华	封面设计	张楠	责任绘图	尹莉
版式设计	王艳红	责任校对	俞声佳	责任印制	陈伟光		

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京外文印刷厂

网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

开本 787×1092 1/16
印张 58.75
字数 1 340 000

版次 2005 年 11 月第 1 版
印次 2005 年 11 月第 1 次印刷
定价 72.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17390-00

译者序

非常高兴有机会把《离散数学结构——理论与应用》一书翻译成中文，献给读者。这是一本富于新意的教材，提出了学习离散数学结构课程的新方法。离散数学结构课程是计算机科学专业中的必要组成部分，是计算机专业的重要基础课程。本书采用全新的教学方法，是作者多年教学经验的总结，使离散数学结构课程更有趣、更易学。通常，计算机科学专业的离散数学结构课程在程序设计课程之后，又是其他许多高级课程的先修课程，起了承前启后的纽带作用。本书深入浅出、图文并茂，可以从理论概念和实际应用两方面为学生后续课程的学习打下坚实的基础，是一本非常优秀的教材。

该书一方面强调理论的重要性，一方面又充分说明它与应用之间的关系。许多教学经验表明，一个方便而有效的教学方法是在概念前后放上例子。编写证明之前，作者通常会用例子显示概念的内涵。除了证明之外，作者还会介绍如何构造证明。介绍算法时，作者也采用这种方法，介绍算法之前和之后会介绍这个算法的工作原理。这种理论联系实际的做法无论对于课堂教学或是将本书作为自学教材，都是行之有效的。为了解决怎样解题和求证的问题，每节末尾提供了一组课堂练习，帮助学生学习如何解题和求证，使学生能够自己做练习。本书包含丰富的习题，每章末尾还有一组编程练习，学生可以用任何程序设计语言做这些练习。虽然本书针对一学期课程，但包含的材料远远超出了一个学期所能讲授的内容，老师可以灵活地确定所要的讲课内容。

本书第一章介绍集合论、逻辑与算法基础，介绍集合论中的各种术语和本书使用的各种结果。第二章介绍整数的性质和归纳原理。第三章和第四章介绍关系、偏序集和矩阵，讲解如何用图和矩阵表示关系。此外，还用矩阵确定有限集合中关系的传递闭包，详细介绍用 Warshall 算法求传递闭包，还说明如何在设计关系型数据库时使用关系。第五章介绍函数以及函数与字符串之间的关系。第六章介绍同余及其应用，主要介绍如何用同余构造 ISBN、UPC、信用卡号、调度循环赛、散列和码字。第七章介绍计数原理，具体介绍加法、乘法、鸽巢原理、排列、组合、二项式系数与离散概率，还介绍如何用各种算法生成排列、组合、二项式系数。第八章介绍使用递归关系的高级计数技术，然后介绍如何求解线性齐次递归关系和某些线性非齐次递归关系。第九章介绍算法及其时间复杂度，首先介绍算法分析的重要性，然后建立大 O 表示、Theta 符号之类的概念。本章后半部分介绍和分析各种查找与排序算法、矩阵相乘的算法以及确定多个矩阵乘法顺序的有效方法。第十章介绍图论，首先介绍基本图论定义与术语，包括子图、通路、路径、圈、图的同构和图的着色，并介绍如何在计算机内存中表示图，介绍各种图算法。第十一章介绍树、特殊类型的树和确定生成树与最小生成树，介绍传输网络及网络中确定最大

流量的算法。第十二章介绍布尔代数及其在组合电路设计中的应用。第十三章介绍有限自动机理论与语言。

本书的翻译过程中得到了许多人的帮助，孙淑婷、房晶焱、陈锵、刘文红、杨静、陈凌峰、陈纯颖等参加了翻译工作，孙淑婷、何树元、洪文晶、李悦、刘文琼等同志协助处理了所有数学符号和图形，在此深表感谢。

前言

《离散数学结构——理论与应用》一书是一本创新性教材，介绍了讲授离散数学结构课程的新方法。离散数学结构课程是计算机科学课程中的必要组成部分，学生可以是数学专业或计算机专业，可以由数学系或计算机科学系老师讲授。因此，离散数学结构课程一定要体现理论性概念及其相关应用之间的平衡。

方法

本书采用的方法是多年教学经验的总结，主要目的是使离散数学结构课程更有趣，更易学。通常，计算机科学专业的离散数学结构课程放在程序设计课程之后，而这门课程又是其他高级课程的先修课程。《离散数学结构——理论与应用》一书从理论性概念和实际应用两方面为学生打下坚实的基础。

我们讲授离散数学结构课程已有多多年，所遇到的教材有的面向理论，有的面向应用。我们不喜欢单纯给出定理的叙述及其证明，一个接一个的证明会使许多学生望而生畏。反过来，不巩固理论成果而只是罗列一个个的应用则会像一本菜谱。

《离散数学结构——理论与应用》一书介绍理论的重要性及其与应用之间的关系。多年来，我们发现，在理论结果前后放上例子是简便而有效的教学方法。编写证明之前，我们通常会用例子说明概念的实际意义。此外，除了证明之外，还会介绍如何构造证明。介绍算法时，也采用同样的方法。介绍算法之前/之后会介绍这个算法的工作原理。

本书是针对学生编写的，使用用户友好的语言，有利于学习。学生常常会问：“怎样解题和求证？”为了在此鸿沟上架设桥梁，我们在每节末尾提供了一组课堂练习，教会学生怎样解题和求证，使学生能够自己做练习。

本书包含丰富的习题，每章末尾还有一组编程练习。学生可以用任何程序设计语言做这些练习，如 Maple、C++ 或 Java。

本书针对一学期课程编写，但包含的材料远远超出了一学期所能讲授的内容，使老师可以灵活地确定主题的覆盖范围。本书共包含十三章，可以根据具体情况按不同顺序教学。

组织与内容

第一章介绍集合论、逻辑与算法基础，介绍集合论中的基本术语和本书所使用的各种结果。

逻辑部分在介绍命题与推理规则之类的基本内容之后，介绍了各种证明方法。最后，在算法部分建立了编写本书算法所使用的语法。

第二章介绍整数的性质和归纳原理。整数目前是最例子的最主要来源。我们先介绍整数的基本性质，然后介绍在计算机内存中如何表示整数；接着详细介绍归纳原理，给出各种例子，介绍如何通过归纳法来证明程序（特别是循环）的正确性。

第三章和第四章详细介绍关系、偏序集和矩阵，介绍如何用图和矩阵来表示关系。此外，还用矩阵确定有限集合上关系的传递闭包，详细介绍如何用 Warshall 算法求传递闭包，还介绍如何在关系型数据库的设计中使用关系。

第五章详细介绍函数，我们不是介绍各种类型的函数，而是介绍函数与字符串之间的关系。

第六章介绍同余及其各种应用。我们主要关注于如何用同余构造 ISBN、UPC、信用卡号、调度循环赛、散列和码字。本章可以在学完第三章之后学习，不是本书其余章节的先修章节。

第七章主要介绍计数技术，具体介绍基本计数原理，如加法与乘法原理、鸽巢原理、排列、组合、二项式系数与离散概率。我们还介绍用各种算法生成排列、组合和二项式系数。

第八章介绍使用递归关系的高级计数技术，然后介绍如何求解线性齐次递归关系和某些线性非齐次递归关系。我们对线性非齐次递归关系特别感兴趣，因为它们常用于使用分治法的算法分析。我们会提供足够的结果，以便分析第九章的各种算法。

第九章主要介绍算法及其复杂度。首先介绍算法分析的重要性，然后建立大 O 表示、Theta 符号等理论性概念。本章后半部分介绍和分析各种查找与排序算法以及矩阵相乘的算法，并介绍确定多个矩阵相乘顺序的有效方法。

第十章详细介绍图，首先介绍图论的基本定义与术语，包括子图、通路、路径、回路、图的同构、平面图和图的着色，并介绍如何在计算机内存中表示图及各种图算法。

第十一章介绍树、特殊类型的树并确定生成树与最小生成树。本章最后介绍传输网络并介绍网络中确定最大流量的算法。

第十二章介绍布尔代数及其在电路设计中的应用。

第十三章介绍自动机理论与语言。

本书伴随网站包含下列信息：交换电路设计中的布尔代数应用，用右同余将规则语言特征化，具有 λ 变换的非确定有限自动机和生成函数。

图 1 所示的章间相关性显示了各章彼此的依存关系，虚线表示该章不是后续章节的必要先修章。

如图 1 所示，第一章、第二章和第三章必须依次学习，然后就可以有不同选择。第九章介绍与矩阵相关的某些算法。要了解这些算法，就要知道矩阵基本概念和基本运算，如加法与乘法。因此，只有第四章的这些部分是第九章必要的先修内容。

第九章介绍了算法分析中使用的各种符号，如大 O 表示、Theta 符号。第十章除了介绍图的相关理论性概念之外，还介绍了图的矩阵表示以及图在计算机科学中的应用，如最短路径算法与拓扑排序。此外，还详细介绍了这些算法。只有第九章介绍的 Theta 符号的概念是分析最

短路径算法时所需要的, 第九章的其余内容不是第十章的必要先修内容。同样, 只有矩阵基本性质是学习第十章所必需的。

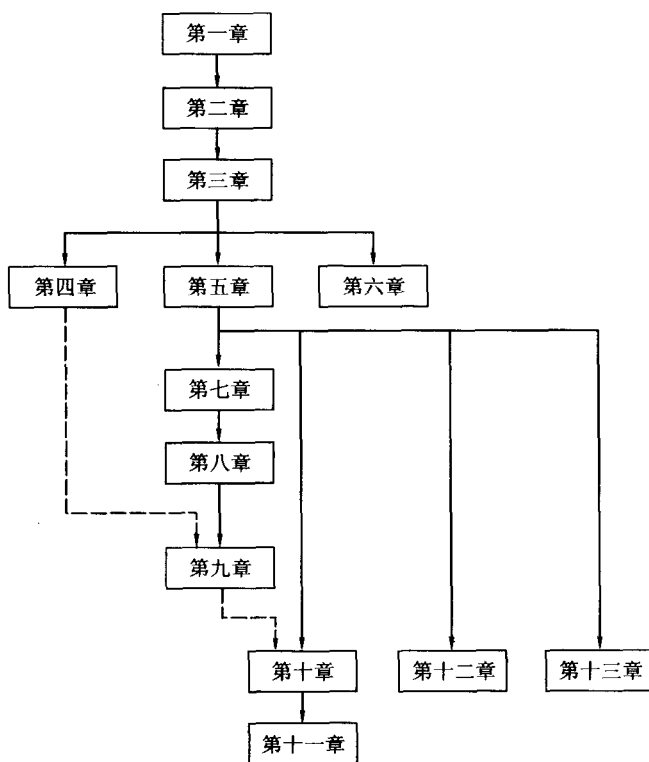


图 1

教学计划

本书各章可按下列方法学习 (学完第三章后, 可以在任何时候学习第六章, 因此下述序列中没有包括第六章)。

1. 依次学习所有章节。
2. 按下列顺序学习: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 7, 8, 9, 12, 13。
3. 按下列顺序学习: 1, 2, 3, 5, 4, 10, 11, 7, 8, 9, 12, 13。
4. 按下列顺序学习: 1, 2, 3, 5, 4, 10, 11, 12, 13, 6, 7, 8, 9。

特征

本书每一章包括下列特征, 这些特征既有助于教学, 也有利于学生自己继续钻研。

- 教学目的：概述该章将要详细介绍的概念。
- 备注：强调本章所介绍概念的要点。
- 超过 450 幅图，全面、彻底地演示了各种复杂概念。
- 编号例子：说明关键概念。
- 课堂练习是超过 325 个纯课堂练习的集合，放在每章末尾。这些练习介绍如何求解问题和证明。建议学生应认真研究这些练习，学会问题求解的方法。
- 本节小结：总结了本章介绍的概念。
- 习题：进一步巩固所学知识，保证学生真正学会相关内容。
- 编程练习：要求学生编写程序，得到指定结果。

教学工具

《离散数学结构——理论与应用》一书用各种教学工具帮助课堂教学。本书附带的教学工具有教师手册、答案、试题库和测试引擎、PowerPoint 演示和图形文件。本书的所有教学工具都放在一张教师光盘中，也可以从 www.course.com 取得。有兴趣的教师可与 Thomson Learning 公司北京办事处联系。

电子教师手册：本书所附的教师手册包括：

- 备课的其他教辅材料，包括对讲解课题的建议。
- 所有习题的答案，包括编程练习。

ExamView® 是一个基于目标的试题生成器，使教师可以从试题库中生成纸面、局域网或基于 Web 的试题。教师可以用快速试题向导生成试题，只要几分钟就可以用 Course Technology 公司的试题库生成试题，也可以生成定制试题。

答案：www.course.com 和教学工具光盘中提供了所有编程练习的 C++ 解答。

PowerPoint 演示：各章提供了 PowerPoint 幻灯片，教师可以按不同方式使用这些幻灯片，可以作为课堂演示的教辅工具，也可以打印成讲义，分发给学生。教师可以增加自己的幻灯片，向学生介绍其他内容。

图形文件：教师可以用图形文件生成自己的演示文稿，直接从课文中取出图形。

致谢

本书编写过程中得到了许多人的帮助。首先要感谢 S. C. Cheng 博士的大力支持和改进建议，还要感谢学生在教学过程中提出的关于助记易读的各种建议。还要感谢 Lee I. Fenicle (Creighton 大学技术转让办公室主任)、Randall L. Crist 博士与 Ratish Basu Roy 博士的大力支持和改进建议。还要感谢 Sunil Kumar Maity 与 Madhumita Mukherjee 的建议和意见。

感谢下列审校人员认真审阅了本书相关章节并提出宝贵的修改意见：Jim Ball, Indiana 州立

大学; Jose Cordova, Louisiana 大学 Monroe 分校; Joseph Klerlein, Western Carolina 大学; Catherine Yan, Texas A&M 大学。我们认真考虑了他们的意见,使本书得到更好的改进。感谢开发编辑 Laurie Brown 认真编辑每一章并迅速做出反馈。如果没有管理编辑 Jennifer Muroff 与生产经理 Alyssa Pratt 的计划,一切不可能这么顺利。衷心感谢 Jennifer Muroff 与 Alyssa Pratt 和高级生产总编 Aimee Poirier 以及 Course Technology 质量部认真测试书中的代码。特别感谢质量测试员 Burt LaFountain 认真阅读手稿、所有习题及编程练习的答案。还要感谢 Washington 大学的 Kate Deibel 提供第一章~第八章和第十一章的编程练习答案,感谢 Bryant 学院的 Jim Bishop 所提供的人物传记。

感谢我们父母的祝福。

最后,感谢作者的妻子和孩子们。当写作疲劳的时候,是他们给我带来快乐。欢迎对本书提出建议和意见。尽管我努力做好,但仍需要不断改进。读者的建议和意见可以发往下列电子邮件地址: malik@creighton.edu。

D. S. Malik

目 录

第一章 集合论、逻辑与算法基础.....1

1.1 集合.....1	
1.1.1 文氏图.....6	
1.1.2 集合运算.....7	
1.1.3 有序对与笛卡儿积.....14	
1.1.4 集合的计算机表示.....15	
课堂练习.....18	
本节小结.....21	
习题 1.1.....22	
1.2 数理逻辑.....25	
1.2.1 非.....26	
1.2.2 合取.....27	
1.2.3 析取.....28	
1.2.4 蕴涵.....29	
1.2.5 双向蕴涵.....30	
1.2.6 命题公式(公式).....31	
课堂练习.....37	
本节小结.....40	
习题 1.2.....41	
1.3 论证有效性.....43	
1.3.1 一些有效论证形式.....45	
课堂练习.....48	
本节小结.....51	
习题 1.3.....51	
1.4 量词与一阶逻辑.....53	
1.4.1 谓词求非.....57	
1.4.2 其他推理规则.....58	
课堂练习.....59	

本节小结.....61	
习题 1.4.....61	
1.5 证明方法.....63	
1.5.1 直接证明.....64	
1.5.2 间接证明.....65	
1.5.3 反证法.....66	
1.5.4 证明双向蕴涵.....67	
1.5.5 证明等价命题.....68	
1.5.6 证明中的错误.....69	
课堂练习.....70	
本节小结.....71	
习题 1.5.....71	
1.6 算法.....73	
1.6.1 伪码约定.....74	
1.6.2 多项式运算.....80	
课堂练习.....84	
本节小结.....85	
习题 1.6.....85	
编程练习.....86	

第二章 整数与数学归纳法.....87

2.1 整数.....89	
2.1.1 除法算法.....92	
2.1.2 最大公约数.....97	
2.1.3 最小公倍数.....102	
课堂练习.....103	
本节小结.....106	
习题 2.1.....106	
2.2 计算机中的整数表示.....108	

2.2.1 二进制数运算	113	3.2.5 格	208
课堂练习	124	课堂练习	212
本节小结	127	本节小结	215
习题 2.2	128	习题 3.2	216
2.3 数学归纳法	129	3.3 应用: 关系型数据库	219
2.3.1 应用: 循环不变量		3.3.1 结构化查询语言	223
(程序正确性)	133	课堂练习	224
课堂练习	137	本节小结	226
本节小结	143	习题 3.3	226
习题 2.3	143	编程练习	227
2.4 素数	146	第四章 矩阵与关系闭包	228
2.4.1 正整数因子分解	153	4.1 矩阵	228
课堂练习	156	4.1.1 矩阵转置	238
本节小结	158	4.1.2 对称矩阵	238
习题 2.4	158	4.1.3 布尔(0-1)矩阵	239
2.5 线性丢番图方程	159	课堂练习	243
课堂练习	164	本节小结	248
本节小结	167	习题 4.1	250
习题 2.5	167	4.2 关系矩阵与闭包	253
编程练习	168	4.2.1 求传递闭包的 Warshall	
第三章 关系与偏序集	169	算法	262
3.1 关系	169	课堂练习	269
3.1.1 关系的域与值域	173	本节小结	273
3.1.2 等价关系	177	习题 4.2	274
3.1.3 等价类与划分	181	编程练习	276
3.1.4 闭包	184	第五章 函数	277
课堂练习	190	5.1 函数	277
本节小结	195	5.1.1 单射、满射和一一	
习题 3.1	197	映射	284
3.2 偏序集	200	5.1.2 复合	286
3.2.1 词典序	202	课堂练习	290
3.2.2 偏序集的有向图	203	本节小结	294
3.2.3 哈塞图	204	习题 5.1	295
3.2.4 极小元与极大元	206		

5.2	特殊函数与集合的基数	298
5.2.1	函数的逆	298
5.2.2	限制、扩展、映像和 预映像	301
5.2.3	弱取整函数与强取整 函数	303
5.2.4	集合的基数	305
	课堂练习	309
	本节小结	312
	习题 5.2	313
5.3	序列与字符串	314
5.3.1	特殊数列	318
5.3.2	求和	319
5.3.3	索引变量的改变	320
5.3.4	积	323
5.3.5	字符串(单词)	324
5.3.6	在计算机内存中表示 字符串	324
	课堂练习	326
	本节小结	329
	习题 5.3	330
5.4	二元运算	332
	课堂练习	336
	本节小结	339
	习题 5.4	340
	编程练习	341

第六章 同余 342

6.1	同余	342
6.1.1	整除测试	348
6.1.2	同余类的加法与乘法	352
	课堂练习	353
	本节小结	356
	习题 6.1	357
6.2	校验位	358

6.2.1	ISBN	359
6.2.2	UPC-A 与 EAN-13	364
6.2.3	信用卡的校验位	370
	课堂练习	371
	本节小结	375
	习题 6.2	376
6.3	线性同余	377
6.3.1	中国余数定理	381
6.3.2	整数的模(余)表示	383
6.3.3	循环赛	386
6.3.4	散列函数	389
	课堂练习	394
	本节小结	398
	习题 6.3	399
6.4	特殊同余定理	401
6.4.1	密码学	405
	课堂练习	409
	本节小结	413
	习题 6.4	413
	编程练习	414

第七章 计数原理 416

7.1	基本计数原理	416
7.1.1	加法原理	417
7.1.2	乘法原理	418
7.1.3	同时使用加法与乘法 原理	421
7.1.4	容斥原理	423
	课堂练习	426
	本节小结	428
	习题 7.1	429
7.2	鸽巢原理	431
	课堂练习	434
	本节小结	436
	习题 7.2	436

7.3	排列	437
	课堂练习	439
	本节小结	441
	习题 7.3	441
7.4	组合	442
	课堂练习	444
	本节小结	447
	习题 7.4	447
7.5	广义排列与组合	448
	课堂练习	452
	本节小结	454
	习题 7.5	455
7.6	二项式系数	455
7.6.1	计算阶乘与 $C(n,r)$ 的 算法	461
	课堂练习	466
	本节小结	468
	习题 7.6	468
7.7	生成排列与组合	469
	课堂练习	474
	本节小结	475
	习题 7.7	476
7.8	离散概率	476
7.8.1	公理方法	480
7.8.2	条件概率	482
	课堂练习	483
	本节小结	485
	习题 7.8	486
	编程练习	487

第八章 递归关系 488

8.1	数列与递归关系	488
8.1.1	用迭代(替代)法求解 递归关系	496
	课堂练习	503

	本节小结	508
	习题 8.1	509
8.2	线性齐次递归关系	511
	课堂练习	521
	本节小结	524
	习题 8.2	525
8.3	线性非齐次递归关系	526
	课堂练习	538
	本节小结	542
	习题 8.3	543
	编程练习	543

第九章 算法与时间复杂度 544

9.1	算法分析	544
	课堂练习	556
	本节小结	557
	习题 9.1	558
9.2	各种算法	560
9.2.1	顺序查找	560
9.2.2	折半查找	562
9.2.3	选择排序	564
9.2.4	插入排序	566
9.2.5	基于比较的排序算法 的下限	570
9.2.6	合并排序	571
9.2.7	合并排序算法分析	577
9.2.8	列表中的最小元素与 最大元素	577
9.2.9	Strassen 矩阵乘法	579
9.2.10	矩阵连乘	585
9.2.11	chainedMatrixMultipli- cation 函数分析	591
	课堂练习	593
	本节小结	595
	习题 9.2	595

编程练习	598
第十章 图论	599
10.1 图的定义与符号	600
10.1.1 有向图	605
10.1.2 简单图	606
10.1.3 子图	608
课堂练习	610
本节小结	613
习题 10.1	615
10.2 通路、路径与圈	617
10.2.1 匹配	624
课堂练习	627
本节小结	630
习题 10.2	631
10.3 图的矩阵表示	634
10.3.1 相邻矩阵	635
10.3.2 关联矩阵	639
课堂练习	640
本节小结	642
习题 10.3	642
10.4 特殊回路	644
10.4.1 欧拉回路	644
10.4.2 哈密尔顿圈	652
课堂练习	656
本节小结	658
习题 10.4	659
10.5 同构	661
课堂练习	665
本节小结	668
习题 10.5	668
10.6 图算法	670
10.6.1 最短路径算法	671
10.6.2 Dijkstra 最短路径 算法	671

10.6.3 拓扑排序	678
课堂练习	683
本节小结	684
习题 10.6	684
10.7 平面图与图着色	685
10.7.1 平面图	685
10.7.2 图着色	692
课堂练习	698
本节小结	701
习题 10.7	702
编程练习	704
第十一章 树与网络	705
11.1 树	705
11.1.1 树的同构	709
课堂练习	711
本节小结	712
习题 11.1	712
11.2 有根树	713
11.2.1 二叉树	714
11.2.2 二叉树遍历	717
11.2.3 二叉搜索树	719
11.2.4 二叉搜索树分析	722
11.2.5 表达式树	723
11.2.6 二叉树的同构	726
课堂练习	727
本节小结	729
习题 11.2	730
11.3 生成树	731
11.3.1 最小生成树	735
课堂练习	740
本节小结	742
习题 11.3	742
11.4 网络	744
11.4.1 (再谈)匹配	760

课堂练习	762
本节小结	764
习题 11.4	766
编程练习	767
第十二章 布尔代数与组合电路	769
12.1 二元布尔代数	769
课堂练习	781
本节小结	782
习题 12.1	783
12.2 布尔代数	786
课堂练习	792
本节小结	794
习题 12.2	795
12.3 逻辑门与组合电路	796
12.3.1 Karnaugh 图与布尔 表达式的最小化	810
12.3.2 涉及三个变量的 K-图和布尔表达式 的最小化	813
12.3.3 涉及四个变量的 K-图与布尔表达 式的最小化	815
课堂练习	817
本节小结	821
习题 12.3	822
编程练习	824

第十三章 有限自动机与语言	825
13.1 有限自动机与规则语言	825
13.1.1 确定有限自动机	827
13.1.2 源引理的应用	834
13.1.3 规则语言的代数 性质	835
13.1.4 非确定有限自 动机	836
课堂练习	842
本节小结	846
习题 13.1	848
13.2 带输入和输出的有限状 态机	853
课堂练习	858
本节小结	860
习题 13.2	861
13.3 文法与语言	863
课堂练习	871
本节小结	874
习题 13.3	876
编程练习	877
附录	878
部分习题答案与提示	881
符号表	909
参考文献	917

集合论、逻辑与算法基础



本章教学目的是：

- 了解集合
- 介绍集合的各种运算
- 熟悉文氏图
- 了解在计算机内存中如何表示集合
- 了解命题
- 了解如何用逻辑连接词来组合命题
- 介绍如何用各种论证形式推出结论
- 熟悉量词和谓词
- 了解各种证明方法
- 介绍何为算法

本章为后面各章搭建一个舞台，并适时介绍贯穿全书所使用的某些技术术语。首先介绍集合及其基本属性，然后略微详细地学习数学逻辑。本书不仅侧重于理论，也侧重于应用。在介绍理论概念时，我们会通过各种例子阐明这个概念，并在适当时候证明理论结果。因此，在介绍集合之后，我们会学习数学逻辑并描述各种证明方法。

这些年来，计算机技术的革命已经改变了人们的生活方式与通信方式。计算机程序使得乏味的计算更易于处理，使人们可以迅速得到结果，并保证很好的精度。因此，本书介绍可以用不同程序设计语言（如 C++ 或 Java）实现的各种算法。本章最后一节介绍算法及本书描述算法时所用的伪代码的语法。

许多例子使用自然数、整数、有理数和实数，读者应熟悉这些数字系统。

1.1 集合

历史知识

Georg Cantor 尽管被认为是伟大的德国数学家之一，但实际上是个丹麦富商的后代，1845 年冬