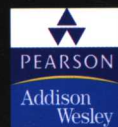




国外经典教材·计算机科学与技术



Discrete Mathematics

Fourth edition

离散数学 (第4版)

(美)

John A. Dossey

Albert D. Otto

Lawrence E. Spence

Charles Vanden Eynden

章炯民 王新伟 曹立

著

译



清华大学出版社

国外经典教材·计算机科学与技术

离散数学（第4版）

（美）John A. Dossey

（美）Albert D. Otto

（美）Lawrence E. Spence

（美）Charles Vanden Eynden

伊利诺斯州立大学

章炯民 王新伟 曹立译

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是离散数学的入门教材,充分考虑到了初学者的需要,内容、例题、习题都作了精心的挑选和组织,讲解细致,叙述浅显易懂,循序渐进,用例贴近日常生活或计算机应用,并注重算法。主要内容包括集合、关系、函数、图论、组合数学、组合电路设计、有限自动机、算法、逻辑等。

本书可作为计算机专业或其他相关专业的离散数学教材或教学参考书,也可作为自学者的参考用书。

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: Discrete Mathematics, Fourth edition by John A. Dossey, Albert D. Otto, Lawrence E. Spence, Charles Vanden Eynden, Copyright © 2002

EISBN: 0-321-07912-4

All Rights Reserved.

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

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: 01-2003-1760

版权所有,翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

离散数学(第4版)/(美)多西(Dossey, J.A.)等编著;章炯民,王新伟,曹立译. —北京:清华大学出版社, 2005.9

(国外经典教材·计算机科学与技术)

ISBN 7-302-11248-7

I. 离… II. ①多… ②章… ③王… ④曹… III. 离散数学-教材 IV. O158

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第068446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: 许存权

文稿编辑: 李虎斌 马子杰

封面设计: 久久度文化

版式设计: 王慧娟

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市金元装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 34.75 字数: 760千字

版 次: 2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-11248-7/O·490

印 数: 1~4000

定 价: 69.00元

译者序

计算机从其诞生到今天短短的几十年间,得到了令人瞩目的飞速发展,它在很多方面都深刻地改变了人类的活动方式和思维习惯。然而,现代数字计算机的理论模型依然是 20 世纪 30 年代提出的图灵机,这是一种“离散”的机器,可用来处理“离散”的对象。当然,正如大多数计算机的早期应用,通过近似计算等手段,计算机也可以处理“连续”的对象,但现代的数字计算机仍然是一种“离散”的机器。事实上,目前计算机已经越来越多地用于处理各种“离散”的对象。

离散数学是研究离散对象的数量和空间关系的数学,它包括多个数学分支,如本书所涉及到的集合论、图论、组合数学、古典概率、自动机理论等,是计算机科学的理论基础,也是计算机应用的有力工具。另一方面,计算机科学的发展又促进了离散数学的发展。18 世纪以前的数学基本上都属于离散数学的范畴,以后,天文学、物理学等的发展极大地推动了连续数学(如微积分)的发展,直到 20 世纪中期,尤其是 20 世纪 80 年代以后,随着计算机日益渗透到现代社会的各个方面,离散数学又重新受到高度重视。当然,离散数学涉及的内容极其广泛,其应用全然不是仅局限于计算机科学及其应用,而是涉及到我们生活的方方面面。

离散数学是计算机专业最重要的必修课程之一,它是许多计算机专业课程的基础,国内外已经出版了大量的离散数学教科书和参考书,那么为什么还要引进出版本书呢?

对大多数计算机专业的学生而言,由于有限的数学素养,要学好这门课程不太容易,其困难主要表现在两个方面。一是看不懂或不理解某些内容;二是尽管看懂了有关的内容,但是不会应用,面对习题无从着手。另一个常常困惑学生的问题是:离散数学是否真的如教师所讲的那样在计算机科学中起着关键的作用?本书针对这些问题作了很好的处理。它不仅可以作为一本很好的离散数学教材或参考书,还可以启发我们的思路,编写出更适合我国国情的教材。这就是我们要翻译此书并把它推荐给读者的原因。

本书充分考虑到计算机专业的学生和初学者的数学素养,对内容、例题、习题都作了精心的挑选和组织,叙述方式力求深入浅出。对离散数学中出现的大量的定义、定理和证明,它不是简单地罗列,而是采用浅显易懂的语言娓娓道来,循序渐进地展开,并辅以足够的由易到难的例子或例题,而且这些例子或例题往往十分贴近日常生活或计算机应用。本书所配备的大量习题也同样如此,使读者在完成习题的过程中不知不觉地巩固和深化所学知识和技能。本书的另一个特点是强调算法,这使读者很容易把离散数学和计算机科学联系起来。

本书的第一作者 John A. Dossey 教授长期从事各个层次的数学教学研究和实践,著有大量数学教科书和教研论文,多次获得美国各种数学教学奖项,具有极其丰富的数学教学

理论和实践经验。本书凝聚了作者多年的研究成果和实践经验，是一本优秀的离散数学入门教材，其英文版现已出到第4版，为美国众多大学所采用。事实上，它也是一本很好的自学教材。相信本书也一定会给国内的读者以莫大的帮助。

本书的翻译由章炯民、王新伟和曹立共同协作完成，章炯民对全书进行了统稿和审阅。此外，万英杰、吴谷等也参与了部分翻译工作。译者本着尊重原著的原则，力求准确、严谨地翻译，同时也更正了原著中的少量错误。由于译者水平所限，错误和欠妥之处难免，敬请读者批评指正。

译者

2005年1月于华东师范大学

前 言

如今数学的应用越来越多地涉及到离散而非连续的模型，造成这种趋势的主要原因是现代社会与计算机日益密切的融合。本书适用于大学第一学期的离散数学入门课程。

1. 预备知识

虽然按照本书讲授的课程只要求很少的数学预备知识，但还是要求学生具备修读过至少两年高中数学所应具有的水平，包括解题和算法的技能以及抽象思维的能力。

2. 途径

本书强调算法并以此贯穿全书。算法用英语表述，不需要具体编程语言的知识。

3. 主题的选择

本书的主题选择基于多个专业组织的建议，包括 MAA（美国数学协会）关于一年级和二年级离散数学工作组的建议、NCTM（National Council of Teachers of Mathematics，美国数学教师协会）的《学校数学的原则与标准》和 CBMS（Conference Board of the Mathematical Sciences，美国数学科学联合会）对教师的数学教育的建议等。

4. 灵活性

虽然本书是针对大学第一学期的课程设计的，但是本书所包含的材料多于一个学期或者两个学期所能覆盖的内容。因此，教师可以方便地选择主题以适应学生的特定需求和兴趣。本书以前版本的使用者在许多课程中都反映取得了很大的成功，从计算机专业的一年级课程，到数学专业的高年级课程。现在的这个版本仍然为教师提供了灵活性，以设计适宜于各种不同类型学生的课程。

5. 第 4 版的变动

根据第 3 版使用者的建议，在每章的末尾增加了历史评注。此外，重写了第 3 章和第 4 章，以使广度优先算法的地位更突出（现在它出现在 3.3 节，并应用于 3.4 节和 4.2 节）。第 3 章和第 4 章的许多例子也重写了，以方便这样的教师，他们不希望讨论算法的形式化表述细节。这些例子现在写在算法的前面，能够更好地揭示算法是如何工作的，而不必讨论形式化的算法本身。以前分开的关于生成树以及极小和极大生成树的章节现在合并在新的 4.2 节中。关于矩阵的介绍性材料从第 3 章移出，放到新的附录 B 中。另一个新的附录（附录 C）描述了本书算法中使用的循环与分支结构。全书中的讲解也有不少改变，以增加写作上的清晰性。

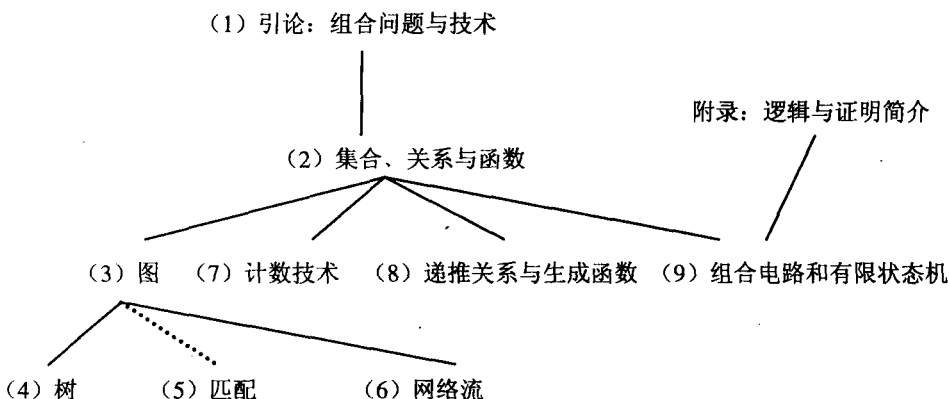
6. 习题

本书的习题配置得很有适应性。大量简单的计算题和算法题包括在每一节的末尾，这

些习题为学生提供了对离散数学的概念和算法的全面练习，对数学背景较弱的学生尤其重要。另一些习题拓展了正文中的材料，或者引进了正文中未论述过的新概念。带*号的习题表示更具挑战性的问题。教师应挑选适合学生的课程和习题。奇数序号的练习题的答案附在本书末尾。在每一章的末尾，有一组补充题，用于温习各章最重要的概念和技术，以及探讨未被正文覆盖的新概念。

7. 各章的独立性

在采用本书进行教学时，各章的顺序可以灵活地安排。下图说明了各章的依赖关系。其中的虚线表示第5章仅需要第3章的最初几节。虽然本书只假定读者具有高中几何课程的对逻辑与证明的熟练程度，但是本书为那些偏好更形式化处理的人提供了一个附录（附录A）。如果要讲授这个附录，可以将它作为独立的单元在任何时候讲授，也可以与第9章一起联合讲授。



第1章和第2章本质上是导论。第1章给出本课程所处理的离散问题的样例，应很快讲授完。有些问题提出来了，但是在本书的后面才给出解答。1.4节包含对复杂性的讨论，可以略过它，或者推迟到学生有更多算法经验时再讲授。在这一节中，教师可以只讲解与学生关联最密切的示例算法。

第2章复习各种基本主题，包括集合、关系、函数和数学归纳法。本章可以讲授得稍快，这取决于学生的数学背景和课程的层次。对于数学背景较好的学生，第2章的很多内容可以让他们自行阅读。如上图所示，除了第4章和第6章依赖于第3章，以及第5章需要第3章开头的概念外，其余各章均彼此独立。

8. 其他可能的课程

强调图论及其应用的课程可讲授第3~6章的大部分，而涉及图论较少的课程则可以略去第5章和第6章，并专注于第7~9章。遵循这些线路的两个课程的范例如下表所示。

课 程 甲		课 程 乙	
章 节	课 时 数	章 节	课 时 数
1	4	1 (跳过 1.4 节)	3
2	6	2	6

续表

课 程 甲		课 程 乙	
章 节	课 时 数	章 节	课 时 数
3	6	3	6
4	7	4	6
5	6	7	8
6	4	8	5
7	8	附录	3
		9	4

采用本书可以讲授各种程度的高级课程。比如, 计算复杂性是一个很重要的主题, 本书对许多算法的复杂性给予了关注。但是, 这是一个较难的主题, 对其论述深度应当与课程的层次和学生的基础相吻合。

9. 计算机题

每章以一组计算机题结束, 这些计算机题与该章的内容、算法等相关。这些计算机题被刻意地用普通的术语来叙述, 以便适应使用各种计算系统和语言的学生。

10. 补充读物

Student's Solution Manual 可供学生购买, 其中提供了奇数序号习题的详细但未必是最佳的解答, 可用书号 EISBN 0-201-75483-5 订购。*Instructor's Answer Manual* 也已备妥, 其中包含所有偶数序号的计算题的解答, 书号是 EISBN 0-201-75482-7。

11. 致谢

我们衷心地感谢下列数学家, 他们的评论指引了本书的写作。他们是 Millersville 大学的 Dorothee Blum、Wisconsin 大学 Madison 分校的 Richard Brualdi、Florida 州立大学的 John L. Bryant、Portland 州立大学的 Richard Crittenden、George Mason 大学的 Klaus Fischer、东 Texas 州立大学的 Dennis Grantham、Clemson 大学的 William R. Hare、西 Michigan 大学的 Christopher Hee、Florida Atlantic 大学的 Frederick Hoffman、Florida 国际大学的 Julian L. Hook、Broome 公立学院的 Camlelita Keyes、Macalester 学院的 Richard K. Molnar、Purdue 大学 Calumet 分校的 Catherine Murphy、Florida 大学的 Charles Nelson、Miami 大学的 Fred Schuurmann、Charles S. Mott 公立学院的 Karen Sharp 和新 Hampshire 大学的 Donovan H. Van Osdol。为本书第二版的改进提供了有益意见的有我们的同事 Saad El-Zanati、Michael Plantholt 和 Shailesh Tipnis, 以及全美国各地本书的使用者, 还有 Bemidji 州立大学的 Elaine Bohanon、Evergreen 州立学院的 George Dimitroff、Wisconsin-Whitewater 大学的 Richard Enstad、西 Michigan 大学的 Donald Goldsmith、Kentucky 教育网络的 Thomas R. Graviss、Wisconsin-Whitewater 大学的 Gary Klatt、Kings 学院的 Mark Michael、Shepherd 学院的 Peter Morris、Missouri 大学的 Dix H. Pettey、Puget Sound 大学的 Matt Pickard、Tennessee 大学的 Terry Walters、南 Mississippi 大学的 Porter Webster、Frostburg 州立大学的 Richard Weimer、Wisconsin-Eau Claire 大学的 Thomas Weininger 和 Furman 大学的 Mark Woodard。本书第三

版作了进一步改进,这得益于全美国各地本书的使用者的意见以及下列同行的评论意见: Wisconsin-Eau Claire 大学的 Veena Chadha、Michigan 大学的 Gary Chartrand、东南 Louisiana 大学的 Tilak de Alwis、东 Washington 大学的 Ron Dalla、Evergreen 州立学院的 George Dimdroff、Georgia 州立大学的 Gayla S. Domke、Texas 大学 Arlington 分校的 Jerome Eisenfeld、Frosthurg 州立大学的 Kathleen Elder、George Mason 大学的 Klaus Fischer、北 Virginia 公立学院的 Donald A. Goral、南 Florida 大学的 Natasa Jonoska、George Mason 大学的 Thomas Kiley、圣 Mary's 学院的 Theresa D. Magnus、Tennessee 大学的 Chris Mawata、北 Carolina A & T 大学的 Robert C. Mers、Purdue 大学 Calumet 分校的 Catherine M. Murphy、Pennsylvania Edinboro 大学的 Anne Quinn、Wright 州立大学的 Steen Pedersen、Missouri 大学 Columbia 分校的 Dix H. Pettey、Bemidji 州立大学的 James L. Richards、Washburn 大学的 A. Allan Riveland、中部 Michigan 大学的 Mohan Shrikhande 和西 Michigan 大学的 Allan Schwenk, 以及我们的同事 Roger Eggleton。

我们要对 Illinois 州立大学的 Michael Plantholt 和 Dean Sanders 表示特别的感谢,他们独立地审核了第 3 版中的所有算法的正确性和可读性。他们的建议引发了对算法的实质性的修正和改进。

本书第 4 版的更改源于下列同行的评论意见:中西部州立大学的 Mark Fenis、Georgia 州立大学的 Johanne Hartingh、圣 Mary's 学院的 Colleen Hoover、Truman 州立大学的 Jason Miller 和太平洋联合学院的 Richard Rockwell。

我们还要感谢 Cindy Cody 和 Kevin Bradley 在出版过程中出色的编辑工作。

John A. Dossey
Albert D. Otto
Lawrence E. Spence
Charles Vanden Eynden

致 学 生

本书是关于离散对象的，即有限的过程及元素可以列举的集合。这和微积分相反，微积分是关于无限的过程和实数区间的。

离散数学由来已久，近年来随着计算机重要性的提高得到了快速的发展。数字计算机是一种复杂的、但本质上是有限的机器，在任意给定的时刻，都可以用一个很长、但有限的 0 和 1 的序列来描述它，这个序列对应于其电子元件的内部状态。所以，离散数学对理解计算机和如何应用计算机极为重要。

离散数学的一个重要成分与算法有关，算法是进行某些计算的明确的指令。我们最早学习算法是在小学里，因为算术中充斥了算法。例如，长除法，这可能会使小学生写出诸如下面这种格式的东西：

$$\begin{array}{r} 32 \\ 13 \overline{)425} \\ \underline{39} \\ 35 \\ \underline{26} \\ 9 \end{array}$$

其中，学生使用了某些熟记的步骤：在 42 中有 3 个 13，3 乘以 13 等于 39，42 减 39 等于 3，把 5 抄写下来等。这些步骤构成了算法。

算法的另一个例子是计算机程序。假设一个小公司想要找出所有欠款超过\$100，且拖欠至少 3 个月的顾客。尽管这家公司的计算机文件中包含这些信息，但这些信息只占有数据的一小部分。所以，必须写一个程序筛选出公司想要知道的信息。这个程序由一组精确的计算机指令构成，并考虑到所有可能的情况，从而使之能将所要的顾客清单分离出来。

我们所举的两个例子在这一点上是相似的，即执行算法的实体并不需要懂得算法为什么是有效的。小学生一般不知道为什么长除法会得出正确的答案，仅知道正确的步骤。当然，计算机也不理解任何东西，它只遵从指令（并且，如果它的指令错了，即程序错了，那么计算机就将忠实地得出错误的答案）。

如果你正在学习以本书为教材的课程，那么你早已不在小学里了，而且你是人，不是计算机，所以，你不仅需要知道算法是如何工作的，还要知道其所以然。

我们会研究一些你以前可能从来没有见过的算法。例如，假设你打算开车从佛罗里达的迈阿密到华盛顿的西雅图。即使你坚持走洲际高速公路，也还是有几百条路线可以走。哪一条路线最近呢？你可能会拿出地图，研究后找到一条你认为最近的路线，但你是否肯定呢？

有一个算法可用来解决这个问题，它可以给出正确的答案。而更好的是，你还可以将

这个算法在计算机上编程，让计算机找出最短的路线。本书将会阐述这个算法。

我们不仅对算法的“如何”和“为什么”感兴趣，还对算法的“时间多长”感兴趣。计算机的机时可能很昂贵，所以在把一项工作提交给计算机之前，我们可能想要估计它将花费多长时间。有时令人吃惊的答案是：即使使用现存的最大、最快的计算机，所花费的时间也如此之长，以至于用计算机求解变得不现实。有一种流行但并不正确的观点认为，计算机可以做任何计算。其实没有一台计算机可以从世界上各个气象站获取数据，并用这些数据提前很多天精确地预测出未来的天气；没有人知道如何高效地进行某些计算实际上也是非常有用的。例如，如果 n 是两个 150 位左右的十进制素数的乘积，则分解出 n 的因子需要几百年（即便使用已知的最好的算法和计算机），这个事实是一种重要的加密机制的基础。

你可能已经多次听说过：数学不是一种观赏运动，学习数学的惟一途径是实践。我们有理由要在这里重复这个忠告。这是千真万确的！而且这也是我们知道的能告诉你的最好的学习方法。仅看别人怎么做，你是不可能学会弹吉他或投篮的，你也不可能仅靠阅读本书或听课就学好离散数学。你必须积极主动地思考。在阅读数学书时，你应该在手头随时备好笔和纸，以做例题、进行详细的计算。在听数学课前，你最好先阅读有关的内容，这样，你就可以专注于你对内容的理解是否与教授的理解相一致，还可以就一些难点提问。

当然，学习数学的最好的方法之一是做习题。本书中有很多习题。有些是纯粹的计算题，有些测试对概念的理解，还有些要求给出证明。在本书的后面给出了编号为奇数的练习题的答案，但在你得出自己的答案之前，不要去查看！如果你的答案和给出的答案始终一致，那么你就可以确信你走对路了。

有些习题比其他习题难，你在这些习题上花的时间越多，你学到的就越多。有一个一般的观点（在一些课程中被强调）：如果你在 5 分钟内不能解出某道题，你就应该继续做下一题。但随着你越来越熟练，这个观点越来越不适用，因为重要的问题很少能在 5 分钟内得到解决。

许多学生没有认识到学习术语的重要性。在数学中，传统的做法是对一些简单、常见的词汇赋予特殊的含义，如集合、函数、关系、图、树、网络。这些词都有严格的定义，必须认真学习。否则，你就不能理解你在书中读到的内容和教授所讲述的课程。这些术语对有效的交流是必须的。如果不允许你使用棒球运动的术语，你将怎样向别人讲解棒球比赛呢？每当你想说一个投球是“坏球”，你就不得不说：“这是一个不在好球区，且未被击球手击中的投球。”对此，“好球区”也是术语，也需要每次解释。而在这样的基础上进行交流几乎是不可能的。

最后，要有效地与别人共享信息，恰当的术语也是必须的。数学是全人类的共同追求，而人类的合作有赖于交流。在现实生活中，仅仅简单地计算出某些东西往往不够，还必须能够向别人解释，使别人确信你的解是正确的。

我们期待你成功地学好离散数学，并从中学到许多技术和观点，你将会发现它们在许多地方都是有用的。

目 录

第 1 章 组合问题与技术引论.....	1
1.1 工程时间问题.....	2
1.1.1 问题.....	2
1.1.2 分析.....	3
1.1.3 关键路径分析.....	5
1.1.4 一个建筑的例子.....	5
练习 1.1.....	6
1.2 匹配问题.....	9
1.2.1 问题.....	9
1.2.2 分析.....	10
1.2.3 排列.....	11
1.2.4 航空公司问题的解决方案的实用性.....	12
练习 1.2.....	13
1.3 背包问题.....	14
1.3.1 问题.....	14
1.3.2 分析.....	16
1.3.3 问题的再次考察.....	17
练习 1.3.....	18
1.4 算法及其效率.....	19
1.4.1 算法的比较.....	19
1.4.2 多项式求值.....	20
1.4.3 子集生成算法.....	23
1.4.4 冒泡排序.....	25
练习 1.4.....	27
历史注记.....	29
补充练习.....	30
计算机题.....	33
推荐读物.....	33
第 2 章 集合、关系和函数.....	35
2.1 集合运算.....	35
练习 2.1.....	39

2.2	等价关系.....	40
	练习 2.2.....	44
2.3	同余关系.....	45
	练习 2.3.....	49
2.4	部分序关系.....	50
	2.4.1 哈斯图.....	55
	2.4.2 拓扑排序.....	56
	练习 2.4.....	58
2.5	函数.....	60
	练习 2.5.....	67
2.6	数学归纳法.....	69
	练习 2.6.....	74
2.7	应用.....	77
	练习 2.7.....	81
	历史注记.....	84
	补充练习.....	85
	计算机题.....	89
	推荐读物.....	89
第 3 章	图.....	91
3.1	图及其表示.....	91
	3.1.1 图的其他表示.....	93
	3.1.2 同构.....	94
	练习 3.1.....	97
3.2	通路和回路.....	100
	3.2.1 欧拉回路和欧拉通路.....	103
	3.2.2 哈密顿回路和通路.....	106
	练习 3.2.....	110
3.3	最短通路和距离.....	116
	3.3.1 带权图.....	118
	3.3.2 通路的数目.....	122
	练习 3.3.....	123
3.4	图着色.....	126
	练习 3.4.....	131
3.5	有向图和有向多重图.....	134
	3.5.1 有向图的表示.....	135
	3.5.2 有向多重图.....	136
	3.5.3 有向欧拉回路和通路.....	139

3.5.4 有向哈密顿回路和通路	140
练习 3.5	142
历史注记	149
补充练习	150
计算机题	155
推荐读物	156
第 4 章 树	157
4.1 树的性质	157
练习 4.1	162
4.2 生成树	165
4.2.1 广度优先搜索	167
4.2.2 最小生成树和最大生成树	169
4.2.3 普里姆算法的证明	173
练习 4.2	174
4.3 深度优先搜索	179
回溯	184
练习 4.3	186
4.4 根树	189
练习 4.4	194
4.5 二叉树和遍历	197
4.5.1 表达式树	197
4.5.2 前序遍历	199
4.5.3 后序遍历	201
4.5.4 中序遍历	203
练习 4.5	205
4.6 最优二叉树和二叉搜索树	207
4.6.1 最优二叉树	207
4.6.2 二叉搜索树	214
练习 4.6	219
历史注记	224
补充练习	225
计算机题	228
推荐读物	229
第 5 章 匹配	230
5.1 相异代表系	230
练习 5.1	233

5.2 图中的匹配.....	235
5.2.1 偶图的矩阵.....	237
5.2.2 覆盖.....	238
练习 5.2.....	240
5.3 匹配算法.....	242
5.3.1 运用算法于最大独立集.....	245
5.3.2 分配课程.....	247
练习 5.3.....	249
5.4 算法的应用.....	252
5.4.1 考尼格定理.....	253
5.4.2 霍尔定理的证明.....	254
5.4.3 瓶颈问题.....	256
练习 5.4.....	257
5.5 匈牙利方法.....	259
练习 5.5.....	265
历史注记.....	266
补充练习.....	267
计算机题.....	269
推荐读物.....	270
 第 6 章 网络流.....	 271
6.1 流和割.....	271
练习 6.1.....	278
6.2 流增广算法.....	280
练习 6.2.....	287
6.3 最大流最小割定理.....	290
练习 6.3.....	294
6.4 流和匹配.....	296
练习 6.4.....	300
历史注记.....	303
补充练习.....	304
计算机题.....	307
推荐读物.....	308
 第 7 章 计数技术.....	 309
7.1 帕斯卡三角形和二项式定理.....	309
练习 7.1.....	312
7.2 三个基本原理.....	313

练习 7.2	317
7.3 排列和组合	320
练习 7.3	323
7.4 允许重复的排列和组合	324
练习 7.4	328
7.5 概率	330
练习 7.5	333
*7.6 容斥原理	335
练习 7.6	341
*7.7 排列和 r -组合的生成	344
练习 7.7	349
历史注记	350
补充练习	351
计算机题	354
推荐读物	355
 第 8 章 递推关系与生成函数	 356
8.1 递推关系	356
练习 8.1	363
8.2 迭代法	365
练习 8.2	372
8.3 常系数线性差分方程	374
练习 8.3	381
*8.4 用递推关系分析算法的效率	383
8.4.1 分而治之算法	385
8.4.2 排序算法的效率	391
练习 8.4	391
8.5 用生成函数计数	393
8.5.1 生成函数	394
8.5.2 形式幂级数	395
练习 8.5	398
8.6 生成函数的代数	399
练习 8.6	406
历史注记	407
补充练习	408
计算机题	412
推荐读物	412

第 9 章 组合电路和有限状态机	413
9.1 逻辑门	413
练习 9.1	419
9.2 构造组合电路	422
练习 9.2	426
9.3 卡诺图	429
练习 9.3	438
9.4 有限状态机	441
9.4.1 奇偶校验机	442
9.4.2 带输出的有限状态机	444
练习 9.4	446
历史注记	449
补充练习	450
计算机题	452
推荐读物	453
附录 A 逻辑和证明简介	454
A.1 命题和联结词	454
练习 A.1	460
A.2 逻辑等价	461
练习 A.2	464
A.3 证明的方法	465
练习 A.3	469
历史注记	470
补充练习	471
推荐读物	473
附录 B 矩阵	474
历史注记	479
附录 C 本书中的算法	481
附录 D 各章奇数练习题答案	486
参考书目	531
历史注记的参考书目	535