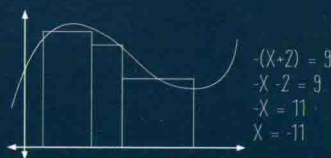


$$\text{CONE} = (1/3) B H = 1/3 \pi R^2 H$$

$$2. |A| \geq 0 \quad |-23| + |4|$$

ABSOLUTE VALUE



$$(4/3) \pi R_1 R_2 R_3$$



$$P = C E R T$$

趣学算法

$$(1/2) D_1 D_2$$

$$V = 5,000$$

$$P = C (1 + R) T$$

$$1. |-A| = |A|$$



$$2/\pi = \text{SORT}(2/2 * \text{SORT}(2 + \text{SORT}(2))/2 * \text{SORT}(2 + (\text{SORT}(2 + \text{SORT}(2)))/2 * \dots C$$

陈小玉 著

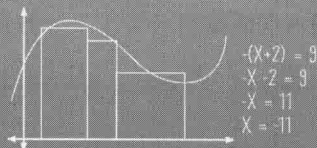
- **实例丰富，通俗易懂**
通过趣味故事引入算法，从简到繁，帮助读者体会算法设计思想。
- **完美图解，简单有趣**
结合大量完美绘图，分解剖析算法，提升读者阅读乐趣。
- **网络资源，技术支持**
网络提供本书所有范例程序的源代码、练习题、答案解析和调试说明书。



$$\text{CONE} = (1/3) B H = 1/3 \text{PI} R^2 H$$

$$2. |A| \geq 0$$

$$|-23|+14|$$



ABSOLUTE VALUE

$$(4/3) \text{PI} R_1 R_2 R_3$$



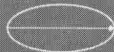
$$P = C E R T$$

趣学算法

$$(1/2) D_1 D_2$$

$$V = 5,000$$

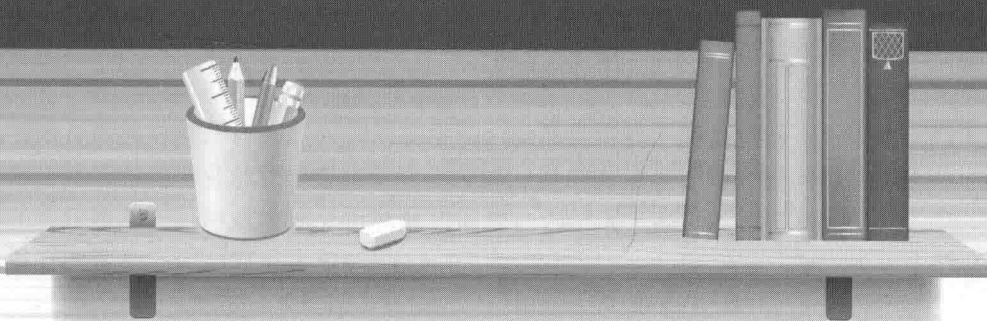
$$P = C (1 + R) T$$



$$1. |-A| = |A|$$

$$2/\text{PI} = \text{SQRT}2/2 * \text{SQRT}(2 + \text{SQRT}2)/2 * \text{SQRT}(2 + (\text{SQRT}(2 + \text{SQRT}2))/2) * \dots$$

陈小玉 著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

趣学算法 / 陈小玉著. -- 北京: 人民邮电出版社,
2017. 8
ISBN 978-7-115-45957-2

I. ①趣… II. ①陈… III. ①算法设计 IV.
①TP301.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第158820号

内 容 提 要

本书内容按照算法策略分为7章。第1章从算法之美、简单小问题、趣味故事引入算法概念、时间复杂度、空间复杂度的概念和计算方法,以及算法设计的爆炸性增量问题,使读者体验算法的奥妙。第2~7章介绍经典算法的设计策略、实战演练、算法分析及优化拓展,分别讲解贪心算法、分治算法、动态规划、回溯法、分支限界法、线性规划和网络流。每一种算法都有4~10个实例,共50个大型实例,包括经典的构造实例和实际应用实例,按照问题分析、算法设计、完美图解、伪代码详解、实战演练、算法解析及优化拓展的流程,讲解清楚且通俗易懂。附录介绍常见的数据结构及算法改进用到的相关知识,包括sort函数、优先队列、邻接表、并查集、四边不等式、排列树、贝尔曼规则、增广路复杂性计算、最大流最小割定理等内容。

本书可作为程序员的学习用书,也适合从未有过编程经验但又对算法有强烈兴趣的初学者使用,同时也可作为高等院校计算机、数学及相关专业的师生用书和培训学校的教材。

-
- ◆ 著 陈小玉
责任编辑 张 涛
执行编辑 张 爽
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 38
字数: 853千字 2017年8月第1版
印数: 1-2400册 2017年8月北京第1次印刷
-

定价: 89.00元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

前言

编写背景

有一天，一个学生给我留言：“我看到一些资料介绍机器人具有情感，真是不可思议，我对这个特别感兴趣，但我该怎么做呢？”我告诉他：“先看算法。”过了一段时间，这个学生苦恼地说：“算法书上那些公式和大段的程序不能执行，太令人抓狂！我好像懂了一点儿，却又什么都不懂！”我向他推荐了一本简单一点儿的书，他仍然表示不太懂。

问题出在哪里？数据结构？C语言？还是算法表达枯燥、晦涩难懂？

这些问题一点也不意外，你不会想到，有同学拿着C语言书问我：“这么多英文怎么办？for、if这样的单词是不是要记住？”我的天！我从来没考虑过for、if这些是英文，而且是要记的单词！就像拿起筷子吃饭，端起杯子喝水，我从来没考虑我喝的是H₂O。经过这件事情，彻底颠覆了我以前的教学理念，终于理解为什么看似简单的问题，那么多人就是看不懂。我们真正需要的是一本算法入门书，一本要简单、简单、再简单的算法入门书。

有学生告诉我：“大多数算法书上的代码都不能运行，或者运行时各种错误，每每如此都迷茫至崩溃……”我说：“你要理解算法而不是运行代码。”可这个学生告诉我：“你知道吗，我运行代码成功后是多么喜悦和自信！已经远远超越了运行代码的本身。”好吧，相信这本书将会给你满满的喜悦和自信。

本书从算法之美娓娓道来，没有高深的原理，也没有枯燥的公式，通过趣味故事引出算法问题，结合大量的实例及绘图展示，分析算法本质，并给出代码实现的详细过程和运行结果。如果你读这本书，像躺在躺椅上悠闲地读《普罗旺斯的一年》，这就对了！这就是我的初衷。

本书适合那些对算法有强烈兴趣的初学者，以及觉得算法晦涩难懂、无所适从的人，也适合作为计算机相关专业教材。它能帮助你理解经典的算法设计与分析问题，并获得足够多的经验和实践技巧，以便更好地分析和解决问题，为学习更高深的算法奠定基础。

更重要的是——体会算法之美！

学习建议

知识在于积累，学习需要耐力。学习就像挖金矿，或许一开始毫无头绪，但换个角度、换换

工具，时间久了总会找到一个缝隙。成功就是你比别人多走了一段路，或许恰恰是那么一小步。

第一个建议：多角度，对比学习。

学习算法，可以先阅读一本简单的入门书，然后综合几本书横向多角度看，例如学习动态规划，拿几本算法书，把动态规划这章都找出来，比较学习，多角度对比分析更清晰，或许你会恍然大悟。或许有同学说我哪有那么多钱买那么多书，只要想学习，没有什么可以阻挡你！你可以联系你的老师，每学期上课前，我都会告诉学生，如果你想学习却没钱买书，我可以提供帮助。想一想，你真的没有办法吗？

第二个建议：大视野，不求甚解。

经常有学生为了一个公式推导或几行代码抛锚，甚至停滞数日，然后沉浸在无尽的挫败感中，把自己弄得垂头丧气。公式可以不懂，代码可以不会。你不必投入大量精力试图推导书上的每一个公式，也不必探究语法或技术细节。学算法就是学算法本身，首先是算法思想、解题思路，然后是算法实现。算法思想的背后可能有高深的数学模型、复杂的公式推导，你理解了当然更好，不懂也没关系。算法实现可以用任何语言，所以不必纠结是 C、C++、Java、Python……更不必考虑严格的语法规则，除非你要上机调试。建议还是先领会算法，写伪代码，在大脑中调试吧！如果你没有良好的编程经验，一开始就上机或许会更加崩溃。遇到不懂的部分，浏览一下或干脆跳过去，读完了还不明白再翻翻别的书，总有一天，你会发现“蓦然回首，那人却在灯火阑珊处”。

第三个建议：多交流，见贤思齐。

与同学、朋友、老师或其他编程爱好者一起学习和讨论问题，是取得进步最有效的办法之一，也是分享知识和快乐的途径。加入论坛、交流群，会了解其他人在做什么、怎么做。遇到问题请教高手，会感受到醍醐灌顶的喜悦。论坛和群也会分享大量的学习资料和视频，还有不定期的培训讲座和读书交流会。记住，你不是一个人在战斗！

第四个建议：勤实战，越挫越勇。

实践是检验真理的唯一标准。古人云：“学以致用”“师夷长技以制夷”。请不要急切期盼实际应用的例子，更不要看不起小实例。“不积跬步，无以至千里”，大规模的成功商业案例不是我们目前要解决的问题。看清楚并走好脚下的路，比仰望天空更实际。多做一些实战练习，更好地体会算法的本质，在错误中不断成长，越挫越勇，相信你终究会有建树。

第五个建议：看电影，洞察未来。

不管是讲人工智能，还是算法分析，我都会建议同学们去看一看科幻电影，如《人工智能》《记忆裂痕》《绝密飞行》《未来战士》《她》等。奇妙的是，这些科幻的东西正在一步步地被实现，靠的是什么呢？人工智能。计算机的终极是人工智能，人工智能的核心是算法。未来的战争是科技的战争，先进的科技需要人工智能。我们的国家还有很多技术处于落后状态，未来需要你。

“一心两本”学习法：一颗好奇心，两个记录本。

怀着一颗好奇心去学习，才能不断地解决问题，获得满足感，体会算法的美。很多科学大家的秘诀就是永远保持一颗好奇心；一个记录本用来记录学习中的重点难点和随时突发的奇想；一个记录本做日记或周记，记录一天或一周来学了什么，有什么经验教训，需要注意什么，计划下一天或下一周做什么。不停地总结反思过去，计划未来，这样每天都有事做，心中会有满满的正能量。

记住没有人能一蹴而就，付出总有回报。

本书特色

(1) 实例丰富，通俗易懂。从有趣的故事引入算法，从简单到复杂，使读者从实例中体会算法设计思想。实例讲解通俗易懂，让读者获得最大程度的启发，锻炼分析问题和解决问题的能力。

(2) 完美图解，简单有趣。结合大量完美绘图，对算法进行分解剖析，使复杂难懂的问题变得简单有趣，给读者带来巨大的阅读乐趣，使读者在阅读中不知不觉地学到算法知识，体会算法的本质。

(3) 深入浅出，透析本质。采用伪代码描述算法，既简洁易懂，又能抓住本质，算法思想描述及注释使代码更加通俗易懂。对算法设计初衷和算法复杂性的分析全面细致，既有逐步得出结论的推导过程，又有直观的绘图展示。

(4) 实战演练，循序渐进。每一个算法讲解清楚后，进行实战演练，使读者在实战中体会算法，增强自信，从而提高读者独立思考和动手实践的能力。丰富的练习题和思考题用于及时检验读者对所学知识掌握情况，为读者从小问题出发到逐步解决大型复杂性问题奠定了基础。

(5) 算法解析，优化拓展。每一个实例都进行了详细的算法解析，分析算法的时间复杂度和空间复杂度，并对其优化拓展进一步讨论，提出了改进算法，并进行伪码讲解和实战演练，最后分析优化算法的复杂度进行对比。使读者在学习算法的基础上更上一个阶梯，对算法优化有更清晰的认识。

(6) 网络资源，技术支持。网络提供本书所有范例程序的源代码、练习题以及答案解析，这些源代码可以自由修改编译，以符合读者的需要。本书提供源代码执行、调试说明书，对读者存在的问题提供技术支持。

建议和反馈

写一本书是一项极其琐碎、繁重的工作，尽管我已经竭力使本书和网络支持接近完美，

但仍然可能存在很多漏洞和瑕疵。欢迎读者提供关于本书的反馈意见，有利于我们改进和提高，以帮助更多的读者。如果你对本书有任何评论和建议，或者遇到问题需要帮助，可以加入趣学算法交流 QQ 群（514626235）进行交流，也可以致信作者邮箱 rainchxy@126.com 或本书编辑邮箱 zhangshuang@ptpress.com.cn，我将不胜感激。

致谢

感谢我的家人和朋友在本书编写过程中提供的大力支持！感谢提供宝贵意见的同事们，感谢提供技术支持的同学们！感恩我遇到的众多良师益友！

目 录

第 1 章 算法之美	1
1.1 打开算法之门	2
1.2 妙不可言——算法复杂性	2
1.3 美不胜收——魔鬼序列	9
1.4 灵魂之交——马克思手稿中的数学题	16
1.5 算法学习瓶颈	21
1.6 你怕什么	22
第 2 章 贪心算法	24
2.1 人之初，性本贪	25
2.1.1 贪心本质	25
2.1.2 贪亦有道	26
2.1.3 贪心算法秘籍	26
2.2 加勒比海盗船——最优装载问题	27
2.2.1 问题分析	27
2.2.2 算法设计	28
2.2.3 完美图解	28
2.2.4 伪代码详解	29
2.2.5 实战演练	30
2.2.6 算法解析及优化拓展	31
2.3 阿里巴巴与四十大盗——背包问题	32
2.3.1 问题分析	32
2.3.2 算法设计	33
2.3.3 完美图解	33
2.3.4 伪代码详解	34
2.3.5 实战演练	35
2.3.6 算法解析及优化拓展	36
2.4 高级钟点秘书——会议安排	37

2.4.1	问题分析	38
2.4.2	算法设计	39
2.4.3	完美图解	40
2.4.4	伪代码详解	41
2.4.5	实战演练	42
2.4.6	算法解析及优化拓展	45
2.5	一场说走就走的旅行——最短路径	45
2.5.1	问题分析	46
2.5.2	算法设计	46
2.5.3	完美图解	47
2.5.4	伪代码详解	51
2.5.5	实战演练	52
2.5.6	算法解析及优化拓展	55
2.6	神秘电报密码——哈夫曼编码	59
2.6.1	问题分析	60
2.6.2	算法设计	62
2.6.3	完美图解	63
2.6.4	伪代码详解	65
2.6.5	实战演练	74
2.6.6	算法解析及优化拓展	77
2.7	沟通无限校园网——最小生成树	77
2.7.1	问题分析	78
2.7.2	算法设计	79
2.7.3	完美图解	80
2.7.4	伪代码详解	87
2.7.5	实战演练	88
2.7.6	算法解析	90
2.7.7	算法优化拓展	90
第3章	分治法	99
3.1	山高皇帝远	100
3.1.1	治众如治寡——分而治之	100
3.1.2	天时地利人和——分治算法要素	100
3.1.3	分治算法秘籍	101

3.2	猜数游戏——二分搜索技术	101
3.2.1	问题分析	101
3.2.2	算法设计	102
3.2.3	完美图解	102
3.2.4	伪代码详解	103
3.2.5	实战演练	104
3.2.6	算法解析与拓展	105
3.3	合久必分，分久必合——合并排序	107
3.3.1	问题分析	108
3.3.2	算法设计	108
3.3.3	完美图解	108
3.3.4	伪代码详解	108
3.3.5	实战演练	111
3.3.6	算法解析与拓展	112
3.4	兵贵神速——快速排序	113
3.4.1	问题分析	114
3.4.2	算法设计	115
3.4.3	完美图解	116
3.4.4	伪代码详解	117
3.4.5	实战演练	118
3.4.6	算法解析与拓展	120
3.5	效率至上——大整数乘法	124
3.5.1	问题分析	124
3.5.2	算法设计	125
3.5.3	完美图解	126
3.5.4	伪代码详解	128
3.5.5	实战演练	132
3.5.6	算法解析与拓展	135
3.6	分治算法复杂度求解秘籍	137
第4章	动态规划	141
4.1	神奇的兔子序列	142
4.2	动态规划基础	143
4.2.1	算法思想	143

4.2.2	算法要素	143
4.2.3	解题秘籍	143
4.3	孩子有多像爸爸——最长的公共子序列	145
4.3.1	问题分析	145
4.3.2	算法设计	147
4.3.3	完美图解	148
4.3.4	伪代码详解	152
4.3.5	实战演练	153
4.3.6	算法解析及优化拓展	155
4.4	DNA 基因鉴定——编辑距离	156
4.4.1	问题分析	156
4.4.2	算法设计	158
4.4.3	完美图解	159
4.4.4	伪代码详解	161
4.4.5	实战演练	162
4.4.6	算法解析及优化拓展	163
4.5	长江一日游——游艇租赁	164
4.5.1	问题分析	164
4.5.2	算法设计	166
4.5.3	完美图解	166
4.5.4	伪代码详解	170
4.5.5	实战演练	171
4.5.6	算法解析及优化拓展	172
4.6	快速计算——矩阵连乘	172
4.6.1	问题分析	173
4.6.2	算法设计	176
4.6.3	完美图解	176
4.6.4	伪代码详解	180
4.6.5	实战演练	181
4.6.6	算法解析及优化拓展	182
4.7	切呀切披萨——最优三角剖分	183
4.7.1	问题分析	183
4.7.2	算法设计	186
4.7.3	完美图解	187

4.7.4	伪代码详解	191
4.7.5	实战演练	192
4.7.6	算法解析及优化拓展	194
4.8	小石子游戏——石子合并	194
4.8.1	问题分析	195
4.8.2	算法设计	197
4.8.3	完美图解	198
4.8.4	伪代码详解	203
4.8.5	实战演练	205
4.8.6	算法解析及优化拓展	206
4.9	大卖场购物车 1——0-1 背包问题	209
4.9.1	问题分析	210
4.9.2	算法设计	211
4.9.3	完美图解	212
4.9.4	伪代码详解	216
4.9.5	实战演练	217
4.9.6	算法解析及优化拓展	218
4.10	快速定位——最优二叉搜索树	220
4.10.1	问题分析	221
4.10.2	算法设计	225
4.10.3	完美图解	226
4.10.4	伪代码详解	239
4.10.5	实战演练	241
4.10.6	算法解析及优化拓展	243
4.11	动态规划算法秘籍	246
第 5 章	回溯法	248
5.1	回溯法基础	249
5.1.1	算法思想	249
5.1.2	算法要素	249
5.1.3	解题秘籍	251
5.2	大卖场购物车 2——0-1 背包问题	252
5.2.1	问题分析	252
5.2.2	算法设计	253

5.2.3	完美图解	255
5.2.4	伪代码详解	258
5.2.5	实战演练	259
5.2.6	算法解析	262
5.2.7	算法优化拓展	262
5.3	部落护卫队——最大团	265
5.3.1	问题分析	266
5.3.2	算法设计	267
5.3.3	完美图解	269
5.3.4	伪代码详解	274
5.3.5	实战演练	275
5.3.6	算法解析及优化拓展	277
5.4	地图调色板——地图着色	278
5.4.1	问题分析	278
5.4.2	算法设计	279
5.4.3	完美图解	280
5.4.4	伪代码详解	285
5.4.5	实战演练	286
5.4.6	算法解析及优化拓展	288
5.5	一山不容二虎—— n 皇后问题	289
5.5.1	问题分析	290
5.5.2	算法设计	291
5.5.3	完美图解	292
5.5.4	伪代码详解	300
5.5.5	实战演练	301
5.5.6	算法解析及优化拓展	303
5.6	机器零件加工——最优加工顺序	305
5.6.1	问题分析	305
5.6.2	算法设计	308
5.6.3	完美图解	308
5.6.4	伪代码详解	313
5.6.5	实战演练	314
5.6.6	算法解析	316
5.6.7	算法优化拓展	316

5.7	奇妙之旅 1——旅行商问题	319
5.7.1	问题分析	319
5.7.2	算法设计	320
5.7.3	完美图解	321
5.7.4	伪代码详解	330
5.7.5	实战演练	331
5.7.6	算法解析及优化拓展	333
5.8	回溯法算法秘籍	336
第 6 章	分支限界法	338
6.1	横行天下——广度优先	339
6.1.1	算法思想	340
6.1.2	算法步骤	340
6.1.3	解题秘籍	341
6.2	大卖场购物车 3——0-1 背包问题	341
6.2.1	问题分析	342
6.2.2	算法设计	343
6.2.3	完美图解	345
6.2.4	伪代码详解	350
6.2.5	实战演练	352
6.2.6	算法解析	355
6.2.7	算法优化拓展——优先队列式分支限界法	356
6.3	奇妙之旅 2——旅行商问题	366
6.3.1	问题分析	366
6.3.2	算法设计	367
6.3.3	完美图解	368
6.3.4	伪代码详解	371
6.3.5	实战演练	373
6.3.6	算法解析	376
6.3.7	算法优化拓展	377
6.4	铺设电缆——最优工程布线	385
6.4.1	问题分析	386
6.4.2	算法设计	386
6.4.3	完美图解	387

6.4.4	伪代码详解	399
6.4.5	实战演练	400
6.4.6	算法解析及优化拓展	403
6.5	回溯法与分支限界法的异同	404
第7章	线性规划网络流	405
7.1	线性规划问题	406
7.1.1	线性规划标准型	408
7.1.2	单纯形算法图解	409
7.1.3	解题秘籍	413
7.1.4	练习	413
7.2	工厂最大效益——单纯形算法	414
7.2.1	问题分析	414
7.2.2	完美图解	415
7.2.3	伪代码详解	418
7.2.4	实战演练	420
7.2.5	算法解析及优化拓展	423
7.3	最大网络流——最短增广路算法	424
7.3.1	问题分析	424
7.3.2	增广路算法	427
7.3.3	完美图解	431
7.3.4	伪代码详解	437
7.3.5	实战演练	439
7.3.6	算法解析	441
7.3.7	算法优化拓展——重贴标签算法 ISAP	442
7.4	最小费用最大流——最小费用路算法	455
7.4.1	问题分析	456
7.4.2	算法设计	456
7.4.3	完美图解	457
7.4.4	伪代码详解	459
7.4.5	实战演练	461
7.4.6	算法解析	465
7.4.7	算法优化拓展——消圈算法	466
7.5	精明的老板——配对方案问题	468

7.5.1	问题分析	468
7.5.2	算法设计	469
7.5.3	完美图解	469
7.5.4	伪代码详解	470
7.5.5	实战演练	471
7.5.6	算法解析	475
7.5.7	算法优化拓展——匈牙利算法	475
7.6	国际会议交流——圆桌问题	480
7.6.1	问题分析	481
7.6.2	算法设计	482
7.6.3	完美图解	482
7.6.4	伪代码详解	484
7.6.5	实战演练	485
7.6.6	算法解析及优化拓展	489
7.7	要考试啦——试题库问题	489
7.7.1	问题分析	490
7.7.2	算法设计	490
7.7.3	完美图解	491
7.7.4	伪代码详解	493
7.7.5	实战演练	494
7.7.6	算法解析及优化拓展	498
7.8	太空实验计划——最大收益问题	499
7.8.1	问题分析	499
7.8.2	算法设计	500
7.8.3	完美图解	502
7.8.4	伪代码详解	505
7.8.5	实战演练	506
7.8.6	算法解析及优化拓展	510
7.9	央视娱乐节目购物街——方格取数问题	511
7.9.1	问题分析	511
7.9.2	算法设计	512
7.9.3	完美图解	513
7.9.4	伪代码详解	514
7.9.5	实战演练	516

7.9.6	算法解析及优化拓展	520
7.10	走着走着，就走到了西藏——旅游路线问题	521
7.10.1	问题分析	521
7.10.2	算法设计	523
7.10.3	完美图解	523
7.10.4	伪代码详解	525
7.10.5	实战演练	528
7.10.6	算法解析及优化拓展	532
7.11	网络流问题解题秘籍	533
附录 A	特征方程和通项公式	534
附录 B	sort 函数	537
附录 C	优先队列	541
附录 D	邻接表	549
附录 E	并查集	555
附录 F	四边不等式	561
附录 G	排列树	565
附录 H	贝尔曼规则	579
附录 I	增广路中称为关键边的次数	582
附录 J	最大流最小割定理	585