

计算机科学本科核心课程教材

Data Structures Using C

1000 Problems and Solutions



数据结构（C语言版）

1000个问题与解答

Sudipta Mukherjee 著

张长富 等译

清华大学出版社

计算机科学本科核心课程教材

Data Structures Using C

1000 Problems and Solutions



数据结构（C语言版）

1000个问题与解答

清华大学出版社
北京

Sudipta Mukherjee

Data Structures Using C: 1000 Problems and Solutions

EISBN: 978-0-07-066765-5

Copyright © 2009 The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Tsinghua University Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2010 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Tsinghua University Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和清华大学出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权© 2010 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2010-0573 号

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构(C语言版): 1000 个问题与解答/(印)慕克吉(Mukherjee, S.)著;张长富等译.
—北京:清华大学出版社, 2010.7

书名原文: Data Structures Using C: 1000 Problems and Solutions

ISBN 978-7-302-22484-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 067233 号

责任编辑: 龙敏铭

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 王秀菊

出版发行: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

投稿与读者服务: 010-62795454, jsjje@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

邮 购: 010-62786544

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

装 订 者: 三河市兴旺装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×230 印 张: 42

字 数: 915 千字

版 次: 2010 年 7 月第 1 版

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 69.00 元

产品编号: 035704-01

译者序

本书是一部介绍使用 C 语言表示数据结构的图书。如果说，数据是我们开发的任何应用程序的血液，那么数据结构就像启动和运送这些血液的内脏器官一样。也就是说，数据结构是我们设计的任何应用程序的核心。正确地选择数据结构能够显著地提高系统性能，本书以此为目标，全面介绍数据结构。

本书不仅介绍了数据结构的基本概念，而且也深入地阐述了诸如仙人掌堆栈以及 DNA 进化模拟这样的新型数据结构。

全书由 16 章和两个附录组成，各部分的主要内容：第 1 章讨论数组，它首先介绍了数组的声明方法和格式，之后说明了如何在应用程序中使用数组。第 2 章讨论所有数据结构中都会作为基本构件块使用的数据结构。第 3 章介绍各种类型的链表。链表是最基本的、基于指针的数据结构，也是其他不同类型数据结构的基本构件块。第 4 章讨论字符串处理。它涵盖了不同的字符串处理函数，并通过一些示例程序说明这些函数在解决实际问题时的应用方法。第 5 章阐述递归，这是解决复杂现实问题的一种直观、易于理解的方法，也是一种强有力的编程技巧。本章从使用递归法求解斐波纳契序列开始逐步展开，最后深入到说明如何使用递归求非线性方法的根。第 6 章讨论堆栈。除了描述常见的弹栈、压栈操作之外，本章也使用堆栈建立了 MTF 列表以及其他一些数据结构的模型。堆栈广泛应用于分析器类型的应用程序中。第 7 章说明队列数据结构。本章介绍了如何使用队列模拟现实世界中的排队现象，也说明了可以使用队列构建 MTF 列表的模型。第 8 章讨论树。本章讨论了不同类型的树数据结构。树是一种十分关键的数据结构，在解决众多现实问题时都要用到这一数据结构。本章通过几个实例展示了树的表达和应用能力。第 9 章讨论图。图或许是最复杂的数据结构，在几乎所有科学和技术领域中都能见到它们的应用。为了增进读者对图的理解，本章实现了图论的基本算法。第 10 章讨论排序算法。本章首先介绍各种排序算法，之后实现这些算法，同时给出了它们的时间、空间复杂性分析，并进行了对比。最后给出了一张排序为其核心难题的问题。第 11 章讨论散列。在给出了各种散列算法分类之后，本书提供了它们的完整实现。同时，也说明了在计算机安全软件中如何使用散列算法。第 12 章讨论抽象数据类型（ADT）。本章阐明了如何创建新的 ADT、ADT 可以有什么样的不同类型的方法、如何区分这些方法等。第 13 章讨论日期。说明如何创建处理日期的不同函数。第 14 章讨论映射。映射本质上是一个由键值对儿组成的散列表。本章通过示例说明如何在电话本设计、字典和随即加密机中使用映射。第 15 章讨论货币数据结构。第 16 章讨论文件处理。文件处理在很多现实应用程序中都十分重要。本章主要说明如何从文件中读取数据和将数据写入到文件中。附录 A 给出了一些项目的概念，读者可以实现一下它

们，练习和提高自己的编程能力。附录 B 给出了本书的参考文献。

本书结构清晰，通俗易懂，读者易于使用本书给出的示例体验和体会数据结构的概念与实现技巧。

参加本书翻译工作的人员包括：张长富、蔡建章、李匀、张建安、邓铁洪、徐君、杨莹、李强、李勇、蒋恩骏、陈红霞、陈磊、陈婷、陈宗斌、程云建、戴文雅、邓凡平、邓卫、冯哲、傅祎、龚亚萍、郭碧莲、郭洵、贺军、洪晓煜、侯佳宜、黄宣达、江松波、柯渝、赖曲芳、李波、李绯、李腾、李晓春、李志云、廖阳、刘朋、刘文红、苏辛、孙宏、王嘉佳、王雷、王馨、韦笑、魏敬安、魏宇、徐彬、徐冬、徐志平、许伟、许晓哲、杨文保、易小丽、于樊鹏、袁科萍、张景友、赵东辉、赵杰辉、周成兴、周京平、朱建波、朱珂等。限于译者水平，错误和遗漏之处敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 数组	1
1.0 引言	1
1.1 如何初始化数组	1
1.1.1 初始化：在声明数组时	1
1.1.2 初始化：使用循环	1
1.1.3 初始化：使用另一个数组的值	2
1.1.4 初始化：使用特殊值	2
1.2 如何使用下标遍历一维数组	2
1.2.1 如何使用指针遍历一维数组	3
1.2.2 如何使用下标遍历二维数组	3
1.2.3 如何使用指针遍历二维数组	3
1.3 如何操作数组元素	3
1.4 如何把指定范围内的数据元素加起来	5
1.5 如何把数组中偶数位置和奇数位置的元素加起来	5
1.6 如何执行包含外部变量的运算	6
1.6.1 如何乘以数组元素	7
1.6.2 如何仅仅把数组中的偶数元素加起来	7
1.6.3 如何仅仅把数组中的奇数元素加起来	7
1.6.4 如何把一个元素加到数组每一个元素上	7
1.6.5 如何从数组的每一个元素中减去某个元素	8
1.6.6 如何将一个元素乘以数组的每一个元素	8
1.6.7 如何让数组的每一个元素除以某个元素	8
1.6.8 如何平方数组的每一个元素	9
1.7 如何找出函数值	9
1.8 如何求解人口统计学应用——一个人口统计的问题	9
1.9 在什么地方使用三维数组	10
1.10 如何删除数组中的某个特定数据项	11
1.11 如何删除特定位置的数据项	12
1.12 如何得到数组中的最大值	14
1.13 如何得到数组中的最小值	15

1.14	如何按字母顺序排序数组.....	15
1.15	如何检查字符串是否是回文字符串.....	16
1.16	如何搜索数组元素.....	17
1.17	如何让数组元素唯一.....	18
1.18	如何计算数组元素的平均值.....	19
1.19	如何计算一组整数的加权平均值.....	20
1.20	如何计算已排序数组元素的中值.....	20
1.21	如何找出数组元素的众数.....	21
1.22	如何得到数组元素的值域.....	22
1.23	如何得到数组的标准差.....	22
1.24	如何得到数组元素的方差.....	24
1.25	如何使用牛顿前向差分内插法得到内插值.....	24
1.26	如何使用拉格朗日内插公式插值.....	25
1.27	如何得到 X 或 Y 的回归线.....	27
1.28	如何得到简单聚合指数.....	28
1.29	如何得到价格相关指数的简单平均值.....	30
1.30	如何得到拉斯贝尔（Laspeyre）指数.....	30
1.31	如何得到派许（Paasche）指数.....	31
1.32	如何得到鲍莱（Bowley）指数.....	31
1.33	如何得到费雪（Fisher）指数.....	31
1.34	如何得到马歇尔-爱德华（Marshall-Edward）指数.....	32
1.35	如何使用二维数组表示矩阵.....	32
1.36	如何把两个 3×3 矩阵加起来.....	33
1.37	如何做两个 3×3 矩阵的减法.....	34
1.38	如何做两个矩阵的乘法.....	34
1.39	如何使用矩阵乘法计算收入.....	35
1.40	使用斯特拉森算法计算 2×2 矩阵的乘法， 它仅需 7 次乘法和 18 次加法即可完成.....	36
1.41	如何得到两个矩阵的 Hadamard 积.....	37
1.42	如何得到两个矩阵的 Kronecker 积.....	38
1.43	如何得到矩阵的转置矩阵.....	39
1.44	如何得到方阵的逆矩阵.....	40
1.45	如何得到矩阵的上三角矩阵.....	42
1.46	如何得到严格上三角矩阵.....	43
1.47	如何得到矩阵的下三角矩阵.....	43

1.48	如何得到严格下三角矩阵	44
1.49	如何用给定的行和列构造 Toeplitz 矩阵	45
1.50	如何判断矩阵是否是对称矩阵	45
1.51	将稀疏矩阵表示为数组	46
1.51.1	如何把两个稀疏矩阵相加	47
1.52	三维数组应用	49
1.53	如何从函数中返回多个值	50
1.54	如何克隆 Java 的字符串分词类	51
1.55	二进制到十进制转换	52
1.56	如何为股票交易设计一张图表	53
1.57	如何得到 HHI 指数	55
1.58	如何得到城市的基尼系数	56
1.59	如何判断三个给定数字是否构成等差数列、等比数列或调和数列	57
1.60	不同信号格式的动画	58
1.61	一个著名的密码技术——密写术	64
1.62	上述加密法的解密程序	65
1.63	如何得到 256 级灰度图像的直方图	66
1.64	如何把灰度图像转换为黑白图像/负片图像	67
	概念复习	68
	练习题	69
	编程题	70
第 2 章	结构	73
2.0	引言	73
2.1	使用 typedef	73
2.2	访问结构元素	74
2.3	Turbo C (DOS 下) 中一些内置的有用结构	75
2.4	如何定义一个表示三维空间中点的结构	76
2.5	如何使用点结构得到多边形的图心	76
2.6	如何得到三维空间中两个点之间的距离	77
2.7	如何得到任何正多边形的面积	77
2.8	如何测试三个点的共线性	78
2.9	如何检查三角形是否是等边三角形	78
2.10	如何检查三角形是否是等腰三角形	79
2.11	如何使用 Point 结构建立三角形模型	79
2.12	如何检查三角形是否是直角三角形	80

2.13	如何得到三角形是否是等边三角形.....	80
2.14	如何使用三角形构建四面体模型.....	81
2.15	如何使用 Struct 和 Enum 建立矩形模型.....	82
2.16	如何使用 Point 建立梯形模型.....	82
2.17	如何检查梯形是否是等腰梯形.....	83
2.18	如何检查点是否位于三角形内部.....	83
2.19	如何检查点是否位于矩形内部.....	84
2.20	如何检查点是否位于圆内部.....	85
2.21	如何检查两个圆是否相交.....	85
2.22	如何检查两个圆是否相切.....	86
2.23	如何以斜率方式建立直线模型.....	86
2.24	如何以 XY 截距格式建立直线模型.....	87
2.25	如何把 XY 截距形式的直线转换为斜率格式的直线.....	87
2.26	如何把斜率格式的直线转换为 XY 截距形式的直线.....	87
2.27	如何检查两条直线是否平行.....	87
2.28	如何得到两条直线的交点.....	88
2.29	如何得到圆上任一点的切线.....	88
2.30	如何使用直线和点建立抛物线模型.....	88
2.31	如何得到抛物线上任一点的切线.....	89
2.32	如何得到抛物线上任一点的法线.....	89
2.33	如何建立椭圆模型.....	89
2.34	如何计算椭圆的面积.....	90
2.35	如何得到椭圆上任何一点的切线.....	90
2.36	如何得到椭圆上任何一点的法线.....	90
2.37	如何用结构建立棱柱建模.....	91
2.38	如何建立圆柱的模型.....	91
2.39	如何得到圆柱的表面积.....	92
2.40	如何建立圆锥的模型.....	92
2.41	如何得到圆锥的面积.....	92
2.42	如何得到由圆和点定义的圆柱的体积.....	93
2.43	如何得到棱柱的面积.....	93
2.44	如何检查点是否位于椭圆的内部.....	94
2.45	如何检查点是否位于双曲线内部，假定给出了长轴或短轴.....	94
2.46	如何建立菱形的模型.....	95
2.47	如何得到菱形的面积.....	95

2.48	如何以结构方式建立向量的模型.....	95
2.49	如何编写向量加法的函数.....	95
2.50	如何得到向量的加权和.....	96
2.51	如何检查向量的加权和是否是仿射和.....	97
2.52	如何编写一个得到两个向量积的函数.....	97
2.53	如何编写一个得到两个向量向量积的函数.....	98
2.54	如何编写一个向量标量乘法的函数.....	98
2.55	如何得到三个向量的点积.....	99
2.56	如何检测三个向量是否共面.....	99
2.57	如何得到三个向量的向量积.....	99
2.58	如何得到四个向量的标量积.....	100
2.59	如何得到四个向量的向量积.....	100
2.60	如何用结构建立复数模型.....	100
2.61	如何在极坐标和直角坐标之间转换.....	101
2.62	如何把复数加起来.....	102
2.63	如何用一个复数减去另一个复数.....	102
2.64	如何乘两个复数.....	103
2.65	使用极坐标复数结构验证棣莫弗定理.....	103
2.66	如何使用结构编写一个电话本模拟程序.....	103
2.67	如何以结构组合方式建立银行账户模型.....	107
2.68	如何使用结构编写一个 POS（销售点）模拟程序.....	109
	概念复习.....	123
	练习题.....	123
	编程题.....	124
第 3 章	链表.....	126
3.0	引言.....	126
3.1	单向链表.....	126
3.2	双向链表.....	128
3.3	循环链表.....	129
3.4	你如何处理链表数组.....	129
3.5	在 C 和预测器重的链表.....	130
3.6	本章的链表函数理念.....	130
3.7	如何在单向链表的末尾插入一个结点.....	131
3.8	如何在单向链表首部插入结点.....	132
3.9	如何得到单向链表的第一个元素.....	133

3.10	如何得到单向链表的最后一个元素.....	134
3.11	如何遍历单向链表.....	134
3.12	如何计数单向链表中结点的个数.....	134
3.13	如何得到单向链表中数据项的频率.....	135
3.14	如何搜索单向链表中特定数据项.....	135
3.15	如何得到单向链表中特定结点的地址.....	136
3.16	如何在单向链表的特定位置插入结点.....	136
3.17	如何在单向链表特定元素之前插入一个结点.....	137
3.18	如何显示单向链表的所有内容.....	138
3.19	如何得到单向链表的极大元素.....	138
3.20	如何得到单向链表的最小值.....	139
3.21	如何使用给定值编辑特定结点的内容.....	139
3.22	如何编写一个合并两个链表的函数.....	140
3.23	如何编写一个将一个链表插入到另一个链表中的函数.....	141
3.24	如何交换单向链表的首尾结点（即第一个结点和最后一个结点）.....	142
3.25	如何对交换首尾结点之外的任何其他两个结点.....	143
3.26	如何删除由下标数字给定的特定结点.....	143
3.27	如何从链表中删除一个范围的元素.....	144
3.28	如何从链表中隔一个元素删除一个元素.....	145
3.29	如何让链表数据项唯一.....	145
3.30	如何删除链表的第一个元素.....	146
3.31	如何删除链表的最后一个元素.....	146
3.32	链表和判定函数.....	147
3.33	作为一个数据结构的多项式的属性和方法是什么.....	148
3.34	如何使用单向链表表示多项式.....	148
3.35	多项式工具箱.....	149
3.36	如何在多项式上增加一个新的数据项.....	150
3.37	如何把两个多项式相加并返回它们的和.....	151
3.38	如何将两个多项式相乘.....	151
3.39	如何得到多项式的微分.....	151
3.40	如何计算多项式的积分.....	152
3.41	如何计算给定值处多项式的值.....	152
3.42	如何得到函数的定积分值.....	152
3.43	如何显示多项式.....	152
3.44	如何得到复合函数的值.....	153

3.45	如何在多项式中添加一个新的数据项.....	154
3.46	如何把两个三变量多项式相加.....	155
3.47	如何把两个三变量多项式相乘.....	155
3.48	如何计算多项式对 x 的微分.....	155
3.49	如何计算多项式对 y 的微分.....	156
3.50	如何计算多项式对 z 的微分.....	156
3.51	如何计算多项式对 x 的积分, 假定其他两个变量为常量.....	156
3.52	如何计算多项式对 y 的积分, 假定其他两个变量为常量.....	157
3.53	如何计算多项式对 z 的积分, 假定其他两个变量为常量.....	157
3.54	当所有三个变量都变化时如何积分多项式.....	157
3.55	如何对给定的 x 、 y 、 z 值计算多项式的值.....	157
3.56	如何在给定区间内积分多项式.....	158
3.57	多项式工具箱的一些应用.....	158
3.58	如何得到三变量函数的卷积.....	159
3.59	大数: 链表的应用.....	160
3.60	如何在链表中存储两个大数, 之后把这两个大数相加并显示和.....	161
3.61	数字信号处理.....	162
3.61.1	如何使用链表建立数字信号的模型.....	162
3.62	如何得到信号长度.....	163
3.63	如何得到信号中给定振幅的位置.....	163
3.64	如何在信号末尾添加一个新值.....	164
3.65	如何在信号前部添加新值.....	165
3.66	如何返回第一个信号结点指针.....	165
3.67	如何返回最后一个信号结点指针.....	166
3.68	如何在信号的特定位置插入结点.....	166
3.69	如何显示数字信号.....	166
3.70	如何得到第一个信号结点的振幅.....	167
3.71	如何得到最后一个信号结点的振幅.....	167
3.72	如何得到给定信号特定振幅的频率.....	167
3.73	如何得到给定索引信号结点的地址.....	168
3.74	如何得到特定点信号的振幅.....	168
3.75	如何检查数字信号是否是偶信号.....	168
3.76	如何检查数字信号是否是因果信号.....	169
3.77	如何检查数字信号是否是反因果信号.....	170
3.78	如何检查信号是否是非因果信号.....	171

3.79	如何在单向循环链表末尾添加结点	171
3.80	双向链表	172
3.80.1	如何编写一个建立整型双向链表的模型	172
3.81	如何在双向链表末尾添加一个数值	172
3.82	如何在双向链表前部添加一个数值	173
3.83	如何前进到双向链表的下一个结点	173
3.84	如何前进到双向链表的前一个结点	174
3.85	如何以前向方式显示双向链表	174
3.86	如何以后向方式显示双向链表	174
3.87	如何在链表的某个位置插入一个值	174
3.88	如何在循环双向链表末尾添加一个值	175
3.89	链表在生物化学上的应用	176
3.89.1	使用链表表示 DNA 链	176
3.90	如何被两个单 DNA 链混合到另一个 DNA 上	178
3.91	如何把一个 DNA 溶合到一对链中	179
3.92	如何模拟一个 DNA 链到另一个 DNA 链的链接	180
3.93	如何使用锯齿数组表示稀疏矩阵	181
3.94	如何在稀疏矩阵中添加一个数据项	182
3.95	如何把一个锯齿行添加到稀疏矩阵的锯齿表示中	182
3.96	如何从用户处接收稀疏矩阵的元素并创建链表的锯齿数组 以空间高效方式表达该矩阵	183
3.97	使用锯齿数组表示手写签名	184
3.98	如何使用链表建立简单内容管理系统的模型	185
3.99	如何使用链表建立工作流引擎系统的模型	189
3.100	数组和链表的对比	190
	概念复习	191
	练习题	192
	编程题	193
第 4 章	字符串	194
4.0	引言	194
4.1	C 中有关字符串的一些关键事实	194
4.2	C-风格字符串	195
4.2.1	字符串初始化	195
4.3	如何在声明时初始化	195
4.4	如何使用用户定义值初始化字符串	195

4.5	如何使用一个字符串初始化另一个字符串.....	196
4.6	如何使用字符值初始化字符串.....	196
4.7	如何使用 ASCII 值初始化字符串.....	197
4.8	一些内置 Turbo C 字符串库函数简介.....	197
4.8.1	得到字符串长度.....	198
4.8.2	连接两个 C-风格字符串.....	198
4.8.3	比较两个字符串.....	199
4.8.4	将字符串复制到另一个字符串.....	200
4.8.5	将字符串改变为小写或大写.....	202
4.9	设计使用这两个函数的实用工具.....	202
4.9.1	纠正 C/C++ 程序中错误的大小写 (使用 <code>strlwr()</code>).....	202
4.10	用于更改文件中几个所选缩略语大小写的工具 (使用 <code>strupr()</code>).....	204
4.11	如何颠倒字符串.....	205
4.12	如何使用一个字符设置字符串中的字符.....	206
4.13	如何找到子串字符在另一个字符串中的第一次出现.....	207
4.14	如何得到两个字符串开始不同的位置.....	208
4.15	如何以内存高效方式创建字符串的副本.....	209
4.16	如何将字符串拆分为符号.....	210
4.17	你知道什么是字符串前缀吗.....	211
4.18	你知道什么是字符串后缀吗.....	212
4.19	你知道什么是字符串的子序列吗.....	213
4.19.1	如何检查单词是否有某个前缀.....	215
4.19.2	如何检查单词是否有给定的后缀.....	215
4.19.3	如何接收一个使用空格分隔的单词字符串并以 <code>char*</code> 类型返回这些单词的链表.....	217
4.19.4	如何计算句子中单词的总数.....	218
4.19.5	如何在短语中用一个单词替换另一个单词.....	218
4.19.6	如何从句子中删除给定单词的所有出现.....	219
4.19.7	如何以换行方式显示文本.....	220
4.19.8	如何演示文本的随机密码学加密.....	221
4.19.9	如何解密使用上述函数加密的文本.....	222
4.19.10	如何以字符链表形式表示字符串.....	223
4.19.11	如何使用字符串的上述链表表示创建新的字符串.....	223
4.19.12	如何显示链表表示的字符串.....	224
4.19.13	如何从字符串中提取从一个下标开始、另一个下标结束的子串.....	224

4.19.14	如何从给定字符串左部截掉指定个数的字符	225
4.19.15	如何从给定字符串右部截掉指定个数的字符	225
4.19.16	如何在字符串左部填充 n 个指定字符	225
4.19.17	如何在字符串右部填充 n 个指定字符	226
4.19.18	如何去除单词两边的空白	226
4.19.19	如何使用指定字符和对齐方式填充字符串	227
4.19.20	如何移除短语中的所有空格	228
4.19.21	如何对给定的 k 提取字符串的所有 k-gram	228
4.19.22	如何检查字符串是否是有效的 UPC 代码	229
4.20	如何检查字符串是否是有效的 ISBN	230
4.21	如何检查社会保险号 (SIN) 的有效性	231
4.22	如何检查给定的信用卡号码是否有效	232
4.23	如何将句子的大小写修改为正确的句子大小写	238
4.24	如何切换句子中字母的大小写	238
4.24.1	如何计算句子中给定单词的频率	239
4.24.2	如何显示给定句子的单词直方图	240
4.24.3	如何找到句子/短语/字符串中最常使用的单词	241
4.24.4	如何检查一个单词/短语是否是另一个单词/短语的变位词	241
4.25	如何得到给定单词的同音码	244
4.25.1	如何使用单词的语音码检查两个单词是否发音相同	246
练习题		246
编程题		247
第 5 章 递归		248
5.0	引言	248
5.1	递归的不同类型	248
5.2	递归的陷阱	248
5.3	斐波纳契数和黄金分割	249
5.4	使用递归的随机数生成器	252
5.5	如何使用 von Numann 中间平方法生成伪随机数 (PRN)	254
5.6	如何生成 Ackermann 函数	257
5.7	什么是逆 Ackermann 函数	257
5.8	如何对给定变量生成 TAK 函数	257
5.9	使用递归求解非线性方程	262
5.10	使用递归的模式生成	271
5.11	如何编写一个递归函数生成帕斯卡三角形的数	274

5.12	帕斯卡三角形和斐波纳契数之间的关系是什么.....	275
5.13	如何编写一个递归函数得到 Bell 三角形的数。要接收两个数字， 一个用于行，另一个用于列.....	276
5.14	Bell 数的应用	277
5.15	如何编写一个递归函数生成 Bernoulli 三角形的数	277
5.16	如何编写一个递归函数生成 Catalan 三角形的数	278
5.17	生成 Catalan 数的递归关系是什么.....	279
5.18	使用 Catalan 数求解欧拉多边形剖分问题	280
5.19	DYCK 路径和 Catalan 数	280
5.20	投票问题和 Catalan 数.....	281
5.21	如何编写一个递归函数生成 Losanitsch 三角形数	281
5.22	如何编写递归函数生成 Leibnitz Harmonic 三角形数	282
5.23	L-系统、递归以及更多分形	287
5.24	使用递归的分形生成.....	289
5.25	Koch 曲线	289
5.26	Koch 雪花	290
5.27	自然场景生成中的递归.....	290
	概念复习	291
	练习题	292
	编程题	292
第 6 章	栈	294
6.0	引言	294
6.1	使用结构建立栈的模型	294
6.2	如何初始化上述模型建立的栈.....	294
6.3	如何从上述栈中弹出 MRA 元素.....	296
6.4	如何显示栈顶元素.....	296
6.5	如何交换栈顶的两个元素.....	297
6.6	使用数组的方法大汇总	297
6.7	使用链表建立栈的模型.....	299
6.8	入栈一个元素	299
6.9	如何从栈中出栈一个元素.....	300
6.10	如何窥视栈顶	301
6.11	如何交换栈顶两个元素.....	301
6.12	如何使用栈编写一个括号匹配器.....	306
6.13	开关箱布线问题	306

6.14	仙人掌栈	314
6.14.1	如何把数据项压入仙人掌栈	315
6.14.2	如何从仙人掌栈中弹出数据项	316
6.15	如何编写一个使用仙人掌栈检查错误输入 URL 的算法	316
6.16	什么是 MTFL	321
6.17	如何使用两个栈建立 MTFL 模型，而这两个栈本身由链表建立	322
6.18	如何使用 MTFL 找出商店中最常被搜索的商品	326
6.19	什么是回溯法	327
6.20	如何使用栈开发一个找到迷宫中路径的回溯算法	328
	概念复习	333
	练习题	333
	编程题	334
第 7 章	队列	336
7.0	引言	336
7.1	如何使用数组建立线性队列的模型	336
7.2	如何初始化上面定义的线性队列	336
7.3	如何在队列中添加一个元素	337
7.4	如何从队列中删除元素	338
7.5	如何在队列中搜索元素	340
7.6	如何显示队列中的元素	341
7.7	使用链表建立队列模型	341
7.8	如何在链表队列中添加一个数据项	342
7.8.1	如何得到队列中元素的个数	343
7.9	如何删除队列的队首数据项	344
7.10	如何搜索队列中的元素	344
7.11	如何显示队列元素	345
7.11.1	如何找到队列的队首元素	345
7.11.2	如何找到队列的队尾元素	345
7.12	使用两个栈建立线性队列的模型	347
7.13	如何使用两个队列建立栈的模型	349
7.14	使用结构建立循环队列的模型	350
7.14.1	如何初始化循环队列	351
7.14.2	如何把字符串添加到上面定义的循环队列中	351
7.14.3	如何删除循环队列的第一个字符串	351
7.14.4	如何在循环队列中搜索特定数据项	352