

普通高校本科计算机专业特色教材精选·算法与程序设计

数据结构学习与实验指导 (C语言版)

秦玉平 马靖善 王丽君 主编



清华大学出版社

普通高校本科计算机专业特色教材精选·算法与程序设计

数据结构学习与实验指导 (C语言版)

秦玉平 马靖善 王丽君 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与《数据结构(C语言版)》第2版(秦玉平、马靖善主编,清华大学出版社出版)配套的学习与实验指导书。全书共分8章,涵盖了数据结构课程的主要内容,同时兼顾了题目的广度和深度。每章都包括内容概述、典型题解析、自测试题及参考答案、思考题及参考答案、实验题及参考答案(除第1章外)和习题解答。本书的绝大部分题目精选于各大高校的历年考研题目和具有多年丰富教学经验的教师在教学实践过程中设计、整理的题目。本书中的算法都已经过调试,无须修改就能在 Turbo C2.0 系统下调用运行。

本书适合计算机及其相关专业学生作为数据结构课程的辅导和实验用书,同时可供报考计算机专业研究生的考生使用,也可作为自学者学习数据结构课程的辅导书。

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。

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

图书在版编目(CIP)数据

数据结构学习与实验指导(C语言版)/秦玉平等主编. —北京:清华大学出版社,2012.5

(普通高校本科计算机专业特色教材精选·算法与程序设计)

ISBN 978-7-302-28504-5

I. ①数… II. ①秦… III. ①数据结构—高等学校—教学参考资料 ②C语言—程序设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP311.12 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 064981 号

责任编辑:焦虹

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.75

字 数:421千字

版 次:2012年5月第1版

印 次:2012年5月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:30.00元

产品编号:047068-01

出版说明



在我国高等教育逐步实现大众化后，越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线，为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此，教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”，强调要以信息技术为手段，深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要，根据各行各业的具体人才需求，培养具有显著特色的人才，是我们共同面临的重大问题。具体地说，培养具有一定专业特色和特定能力的计算机专业应用型人才是计算机教育要解决的重要问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要，培养具有特色的计算机人才，急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前，一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作，许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教学和科研成果转化为教材的形式，向全国其他学校推广，对于深化我国高等学校的教学改革具有十分重要的意义。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上，决定组织编写《普通高校本科计算机专业特色教材精选》丛书。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势，以社会对人才的需求为导向，主要以培养应用型计算机人才为目标，立足课程改革和教材创新，广泛吸纳全国各地高等院校优秀教师参与编写，从中精选出版确实反映计算机专业教学改革成果的特色教材，供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点。

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各学校办学特色的基础上，面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材，主要学习计算机专业的基本理论和基本知识，接受利用计算机解决实际问题的基本训练，培养研究和开发计算机系统，特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂、易教易学,使学生不仅知其然,还要知其所以然,更要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

力求做到:既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。对每种教材都增加了能力训练部分的内容,以使学生学习通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。

4. 注重教材的立体化配套

对大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示、学生上机实验指导等辅助教学资源。对有些教材还提供能在我社网站上下载的文件,以方便教学。

由于各学校的培养目标、教学要求和办学特色所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致。我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材。同时,我们也希望通过本套教材的编写与出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

前言

数据结构是计算机及其相关专业的一门核心课程, 又是计算机专业硕士研究生入学考试的必考科目之一。该课程概念多、知识涉及面广, 其原理和算法十分抽象。为使学习者尽快掌握该课程的整体内容, 我们编写了本书。

本书是《数据结构(C语言版)》第2版(秦玉平、马靖善主编, 清华大学出版社出版)的配套学习与实验指导书。全书共分8章, 涵盖了数据结构课程的主要内容, 同时兼顾了题目的广度和深度。每章都包括内容概述、典型题解析、自测试题、思考题、实验题(除第1章外)和习题解答。其中, 内容概述给出了知识结构图、考核要点、重点、难点和核心考点; 典型题解析的题目精选于各大高校的历年考研题目和具有丰富教学经验的教师在教学实践过程中设计、整理的题目, 给出了较详细的解析; 自测试题包括选择题、填空题、判断题、计算操作题和算法设计题, 并提供了参考答案; 实验题目依据考核要点和实际应用设计, 题目多、覆盖面广, 同样提供了参考答案; 思考题根据常见问题设计, 具有一定的扩展性和综合性, 并提供了参考答案; 习题解答给出了主教材习题的详细解答。最后在附录中给出了3套模拟试题及参考答案和10个课程设计题目。

本书第1章、第4章和附录由马靖善编写, 第2章、第3章、第5章和第6章由秦玉平编写, 第7章由王丽君编写, 第8章由张博编写。全部书稿由秦玉平和王丽君审校, 所有算法由秦玉平调试。

本书的算法都用C语言函数实现, 无须修改就可被调用。尽管本书是针对《数据结构(C语言版)》第2版(秦玉平、马靖善主编, 清华大学出版社出版)编写的, 但也适用于其他数据结构教材, 并可作为考研复习指导书。

在本书编写过程中, 编者参考了大量有关数据结构的书籍和资料, 在此对这些参考文献的作者表示感谢。

由于书中题目数量较大,加之编者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请广大读者批评指正,以便再版时改进。

如有问题或需要算法源代码,请通过下面的邮箱与我们联系: jzqinyuping@gmail.com。

作 者

目 录

CONTENTS

第 1 章 概述	1
1.1 内容概述	1
1.2 典型题解析	2
1.2.1 考查基本概念	2
1.2.2 考查算法分析	3
1.3 自测试题	4
1.4 思考题	7
1.5 习题解答	7
1.6 自测试题参考答案	12
1.7 思考题参考答案	12
第 2 章 线性表	15
2.1 内容概述	15
2.2 典型题分析	16
2.2.1 考查线性表的各种存储结构及优缺点	16
2.2.2 考查线性表在各种存储结构上的插入和删除 操作	18
2.2.3 考查线性表在各种存储结构上的结点顺序调整 操作	20
2.2.4 考查线性表在各种存储结构上的查找操作	23
2.2.5 考查线性表在各种存储结构上的分解和合并 操作	25
2.3 自测试题	27
2.4 实验题	30
2.5 思考题	31
2.6 习题解答	31
2.7 自测试题参考答案	45

2.8	实验题参考答案	48
2.9	思考题参考答案	53
第3章	特殊线性表	55
3.1	内容概述	55
3.2	典型题解析	56
3.2.1	考查栈的特点及其基本操作	56
3.2.2	考查队列的特点及其基本操作	58
3.2.3	考查串的有关概念及基本操作	61
3.3	自测试题	65
3.4	实验题	68
3.5	思考题	68
3.6	习题解答	69
3.7	自测试题参考答案	78
3.8	实验题参考答案	80
3.9	思考题参考答案	85
第4章	数组和广义表	87
4.1	内容概述	87
4.2	典型题解析	88
4.2.1	考查数组	88
4.2.2	考查广义表	91
4.3	自测试题	93
4.4	实验题	96
4.5	思考题	96
4.6	习题解答	96
4.7	自测试题参考答案	104
4.8	实验题参考答案	106
4.9	思考题参考答案	107
第5章	树和二叉树	109
5.1	内容概述	109
5.2	典型题解析	110
5.2.1	考查二叉树定义及其性质	110
5.2.2	考查二叉树的存储及其遍历	111
5.2.3	考查线索二叉树	117
5.2.4	考查森林(树)的存储及其遍历	119
5.2.5	考查赫夫曼树及其应用	121

5.3	自测试题	122
5.4	实验题	125
5.5	思考题	126
5.6	习题解答	126
5.7	自测试题参考答案	138
5.8	实验题参考答案	141
5.9	思考题参考答案	146
第6章	图	149
6.1	内容概述	149
6.2	典型题解析	150
6.2.1	考查图的基本概念	150
6.2.2	考查图的存储结构	151
6.2.3	考查图的遍历	154
6.2.4	考查生成树和最小生成树	156
6.2.5	考查图的应用	159
6.3	自测试题	162
6.4	实验题	166
6.5	思考题	167
6.6	习题解答	167
6.7	自测试题参考答案	175
6.8	实验题参考答案	177
6.9	思考题参考答案	181
第7章	查找	183
7.1	内容概述	183
7.2	典型题解析	183
7.2.1	考查静态查找表	183
7.2.2	考查动态查找表	187
7.2.3	考查散列表	193
7.3	自测试题	199
7.4	实验题	201
7.5	思考题	202
7.6	习题解答	202
7.7	自测试题参考答案	212
7.8	实验题参考答案	215
7.9	思考题参考答案	219

第 8 章 内部排序	221
8.1 内容概述	221
8.2 典型题解析	221
8.2.1 考查具体排序算法的排序过程	221
8.2.2 考查具体排序算法性能	223
8.2.3 考查算法分析和实现能力	225
8.3 自测试题	227
8.4 实验题	230
8.5 思考题	230
8.6 习题解答	231
8.7 自测试题参考答案	241
8.8 实验题参考答案	243
8.9 思考题参考答案	246
 附录 A 模拟试题 A	247
 附录 B 模拟试题 B	255
 附录 C 模拟试题 C	263
 附录 D 课程设计题目	271
 参考文献	274

第 1 章

概 述



1.1 内容概述

本章主要介绍数据、数据元素、数据项、数据类型、抽象数据类型、数据结构、数据结构的逻辑结构和物理结构等基本概念,还介绍了算法的定义、算法的主要特性和算法评价方法。本章知识结构如图 1.1 所示。

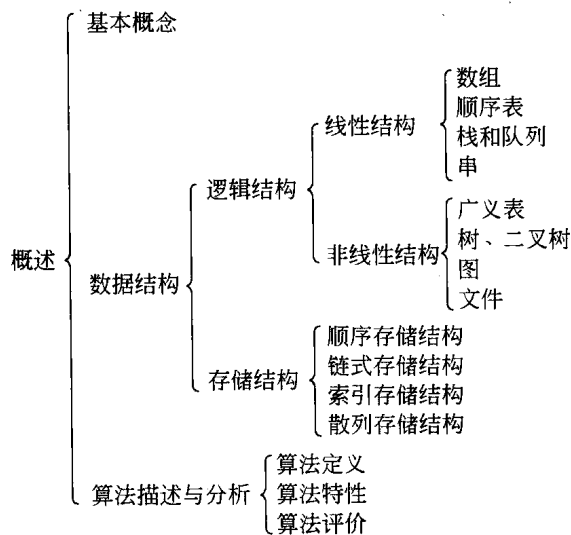


图 1.1 第 1 章知识结构

考核要求: 理解有关基本概念和术语,掌握数据结构的逻辑结构、物理结构以及数据的运算的含义及相互关系,掌握算法时间复杂度和空间复杂度的分析方法。

重点难点: 本章重点是数据结构的逻辑结构、物理结构以及数据运算的含义及相互关系,难点是算法的复杂度分析。

核心考点: 数据结构的定义、算法的特性和算法的时间复杂度分析。

1.2 典型题解析

1.2.1 考查基本概念

主要考查对数据、数据元素、数据项、数据类型、数据结构、逻辑结构和物理结构等基本概念的理解。

【例 1.1】 数据结构是()。

- A. 一种数据类型
- B. 数据的存储结构
- C. 一组性质相同的数据元素的集合
- D. 相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合

解析: 数据结构由数据和结构两部分组成。其中,数据部分是指数据元素的集合;结构就是关系,结构部分就是指数据元素之间关系的集合。笼统地说,数据结构是指数据元素的集合及数据元素之间关系的集合。概括地讲,数据结构是指相互之间有一种或多种特定关系的数据元素的集合。

答案: D

【例 1.2】 在下列说法中,正确的是()。

- A. 数据是数据元素的基本单位。
- B. 数据元素是数据项中不可分割的最小标识单位。
- C. 数据可由若干个数据元素构成。
- D. 数据项可由若干个数据元素构成。

解析: 数据元素是描述数据的基本单位,数据项是描述数据的最小单位,数据元素可由若干个数据项组成。

答案: C

【例 1.3】 在数据结构中,数据的逻辑结构可以分成()。

- A. 内部结构和外部结构
- B. 线性结构和非线性结构
- C. 紧凑结构和非紧凑结构
- D. 动态结构和静态结构

解析: 从逻辑上可以把数据结构分为线性结构和非线性结构两种。在线性结构中只有一个开始结点和一个终端结点,并且所有结点都最多只有一个前驱和后继,顺序表是典型的线性结构。非线性结构可能有多个开始结点和多个终端结点,每个结点可能有多个前驱和多个后继。非线性结构中最重要的是树型结构和图形结构。

答案: B

【例 1.4】 数据元素及其关系在计算机存储器内的表示,称为数据的()。

- A. 逻辑结构
- B. 存储结构
- C. 线性结构
- D. 非线性结构

解析: 数据结构依据抽象描述方式和机内存储形式可分为逻辑结构和物理结构两大类。物理结构又称存储结构,是数据结构在计算机内的存储表示,也称内存映像。逻辑结构是以抽象的数学模型来描述数据结构中数据元素之间的逻辑关系。逻辑结构与数据的

存储无关,即独立于计算机,而存储结构是依赖于计算机的。

答案: B

【例 1.5】 抽象数据类型的三个组成部分分别为()。

- A. 数据对象、数据关系和基本操作
- B. 数据元素、逻辑结构和存储结构
- C. 数据项、数据元素和数据类型
- D. 数据元素、数据结构和数据类型

解析: 抽象数据类型是指一个数学模型以及定义在该模型上的一组操作。与数据结构的定义相对应,抽象数据类型可用三元组 (D, S, P) 表示。其中, D 是数据对象, S 是 D 上的关系, P 是对 D 的基本操作集。即抽象数据类型由数据对象、数据关系和基本操作三部分组成。

答案: A

1.2.2 考查算法分析

主要考查算法的定义、算法的特性和评价算法性能的时间复杂度的计算。

【例 1.6】 下面说法正确的是()。

- A. 算法的优劣与算法描述语言无关,但与所用计算机有关。
- B. 程序一定是算法。
- C. 算法的时间复杂度只依赖于问题的规模。
- D. 健壮算法不会因非法的数据输入而出现莫名其妙的状态。

解析: 评价一个算法优劣的重要依据是算法的时间复杂度和空间复杂度,与算法的描述语言和所用计算机无关,故 A 不正确。算法具有有穷性,即一个算法是在执行有穷步之后结束,且每一步都在有穷时间内完成,而程序是可以无限地循环下去的,如操作系统的监控程序在计算机启动后一直检测着操作者的鼠标动作和输入的命令,这也是算法与程序的主要区别,故 B 不正确。一个算法的时间性能依赖于问题的规模,当问题的规模 n 趋向无穷大时,算法执行时间 $T(n)$ 的数量级被称为算法的时间复杂度,但它不只依赖于问题的规模,同时取决于输入实例的初始状态,故 C 不正确。算法的健壮性是指当输入不合法数据时,算法能作出相应响应或进行适当处理,避免带着非法数据执行,导致莫名其妙的结果。

答案: D

【例 1.7】 下面关于算法的叙述中错误的是()。

- A. 算法最终必须由计算机程序实现。
- B. 解决某问题的算法与为该问题编写的程序含义是相同的。
- C. 算法中的每条指令都必须有明确的含义。
- D. 一个算法应有一个或多个输入。

解析: 描述算法的工具具有自然语言、框图、计算机语言程序、类计算机语言等,但算法最终由计算机程序实现。由此可知,解决某问题的算法与为该问题编写的程序含义是相同的。根据算法特征,算法中的每条指令都必须有明确的含义,依据算法要实现的功能,一个算法应有零个或多个输入。

答案: D

【例 1.8】 计算下面程序段的时间复杂度。

```
sum=1;
for (i=0;sum<n;i++)
    sum+=1;
```

解析: 语句的频度是指该语句重复执行的次数。一个算法中所有语句的频度之和构成该算法的执行时间, 记作 $T(n)$ 。一个算法的时间性能依赖于问题的规模, 它是该算法所求解问题规模 n 的函数, 记作 $f(n)$ 。当问题的规模 n 趋向无穷大时, 算法执行时间 $T(n)$ 的数量级被称为渐进时间复杂度, 简称时间复杂度, 记作 $T(n) = O(f(n))$ 。由此可知, 在分析时间复杂度时, 可忽略执行次数与问题规模 n 无关的语句以及量级的系数。该程序段中执行次数与问题规模有关的语句为 $sum += 1$; , 频度为 $n-1$ 次, 时间复杂度为: $T(n) = n-1 = O(n)$ 。

【例 1.9】 计算下列程序段的时间复杂度。

```
x=1;
for (i=1; i<=n; i++)
    for (j=1; j<=i; j++)
        for (k=1; k<=j; k++)
            x+=2;
```

解析: 该程序段中执行次数与问题规模有关的语句为: $x += 2$; , 频度为:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^j 1 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i j = \sum_{i=1}^n i(i+1)/2 = (n(n+1)(2n+1)/6 + n(n+1)/2)/2 \\ &= n(n+1)(n+2)/6 \end{aligned}$$

时间复杂度为: $T(n) = n(n+1)(n+2)/6 = O(n^3)$

1.3 自测试题

1. 单项选择题

- (1) 若结点的存储地址与其关键字之间存在某种映射关系, 则称这种存储结构为()。
 - A. 顺序存储结构
 - B. 链式存储结构
 - C. 索引存储结构
 - D. 散列存储结构
- (2) 按值可否分解, 数据类型通常可分为两类, 它们是()。
 - A. 静态类型和动态类型
 - B. 原子类型和表类型
 - C. 原子类型和结构类型
 - D. 数组类型和指针类型
- (3) 若将数据结构形式定义为二元组 (K, R) , 其中 K 是数据元素的有限集合, 则 R 是 K 上()。
 - A. 操作的有限集合
 - B. 映像的有限集合
 - C. 类型的有限集合
 - D. 关系的有限集合

- (4) 一个算法是()。
- A. 程序
B. 具体问题求解步骤的描述
C. 要满足五个基本特性
D. A 和 C
- (5) 算法计算量的大小称为计算的()。
- A. 效率
B. 复杂性
C. 现实性
D. 难度
- (6) 若一个算法的时间复杂度用 $T(n)$ 表示,其中 n 的含义是()。
- A. 问题规模
B. 语句条数
C. 循环层数
D. 函数数量
- (7) 算法分析的目的是()。
- A. 找出数据结构的合理性
B. 研究算法中输入和输出的关系
C. 分析算法的效率以求改进
D. 分析算法的易懂性和文档性
- (8) 算法分析的两个主要方面是()。
- A. 空间复杂性和时间复杂性
B. 正确性和简明性
C. 可读性和文档性
D. 数据复杂性和程度复杂性
- (9) 下列选项中渐进时间最小的是()。
- A. $n\log_2 n + 1000\log_2 n$
B. $n^{\log_2 n} - 1000\log_2 n$
C. $n^2 - 1000\log_2 n$
D. $2n\log_2 n - 1000\log_2 n$
- (10) 在下列程序段中,语句 s 的执行次数为()。

```
for(i=1;i<n-1;i++)  
    for(j=n;j>=i;j++)  
        s;
```

- A. n^2
B. $\frac{(n+3)(n-2)}{2}$
C. $\frac{n(n+1)}{2}$
D. $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$

2. 正误判断题

- (1) 数据元素是数据的最小单位。 ()
- (2) 数据的逻辑结构是指数据的各数据项之间的逻辑关系。 ()
- (3) 数据的物理结构是指数据在计算机内的实际存储形式。 ()
- (4) 数据结构基本操作设置的最重要的准则是实现应用程序与存储结构的独立。 ()
- (5) 数据的逻辑结构说明数据元素之间的顺序关系,它依赖于计算机的存储结构。 ()
- (6) 算法原地工作的含义是指不需要任何额外的辅助空间。 ()
- (7) 同一算法,实现语言的级别越高,执行效率就越快。 ()
- (8) 算法的时间复杂度仅与问题的规模有关。 ()
- (9) 在相同的规模 n 下,时间复杂度为 $O(n)$ 的算法在时间上总优于时间复杂度为 $O(2^n)$ 的算法。 ()
- (10) 数据结构包括数据的逻辑结构、存储结构和对数据进行的运算或操作三方面

内容。

()

3. 填空题

- (1) 数据的物理结构包括 ① 的表示和 ② 的表示。
- (2) 对于给定的 n 个元素,可以构造出的逻辑结构有集合结构 ③、④、图状结构或网状结构四种。
- (3) 数据的 ⑤ 是指以抽象的数学模型来描述数据结构中数据元素之间的逻辑关系。
- (4) 一个数据结构在计算机中 ⑥ 称为存储结构。
- (5) 数据结构中评价算法的两个重要指标是 ⑦。
- (6) 当问题的规模 n 趋向无穷大时,算法执行时间 $T(n)$ 的数量级被称为算法的 ⑧。
- (7) 一个算法具有 5 个特性: ⑨, 确定性, 可行性, 有零个或多个输入, 有一个或多个输出。
- (8) 若一个算法中的语句频度之和为 $T(n) = 3720n + 4n\log_2 n$, 则算法的时间复杂度为 ⑩。

4. 计算题

- (1) 计算下面程序段的时间复杂度。

```
product=1;
for(i=1000;i>0;i--)
    for(j=i+1;j<1000;j++)
        product *=j;
```

- (2) 计算下面程序段的时间复杂度。

```
for(i=0;i<n;i++)
    for(j=1;j<m;j++)
        A[i][j]=0;
```

- (3) 设 n 是偶数,试计算下面程序段的时间复杂度。

```
m=0;
for(i=1;i<=n;i++)
    for(j=2*i;j<=n;j++)
        m++;
```

- (4) 计算下面程序段的时间复杂度。

```
for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<n;j++)
    { c[i][j]=0;
      for(k=0;k<n;k++)
          c[i][j]+=a[i][k]*b[k][j];
    }
```