



数据结构习题 与实训教程(C语言描述)

王梦菊 齐景嘉 主编
侯菡蓓 初亭峰 徐辉 副主编
解晨光 主审

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

数据结构习题 与实训教程(C语言描述)

王梦菊 齐景嘉 主编
侯茵蓓 初亭峰 徐辉 副主编
解晨光 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书分为上、下两篇。上篇为习题部分,共分为10章,每章分为“基本知识提要”、“典型题解析”、“测试习题与参考答案”三部分;下篇为实训指导部分,精选了各章实训内容,并给出了完整的C语言程序供学生上机实习参考。全书将习题与实训指导相配合,更加方便读者课后复习和上机实训时使用。

本书精选600多道习题及实训题目,内容丰富,结构清楚,答案完整,便于自学。本书与主教材《数据结构(C语言描述)》(齐景嘉主编)相配套,可作为普通高等院校计算机及相关专业数据结构与算法课程的教学参考书和实训指导教材,同时适合参加计算机专业研究生入学考试、各类计算机专业等级考试的考生研习,还可供计算机应用技术人员参考使用。

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

数据结构习题与实训教程(C语言描述)/王梦菊,齐景嘉主编. —北京:清华大学出版社, 2011.10

(21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-26383-8

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第158135号

责任编辑:付弘宇 赵晓宁

责任校对:时翠兰

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.5 字 数:324千字

版 次:2011年10月第1版 印 次:2011年10月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00元

产品编号:043337-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授
吴百锋 教授
杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授
徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

东华大学

应吉康 教授
乐嘉锦 教授
孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
扬州大学	李善平	教授
南京大学	李 云	教授
	骆 斌	教授
南京航空航天大学	黄 强	副教授
	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	曾华桑	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人: 魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

数据结构是计算机专业的核心课程,是设计和实现系统软件及大型应用软件的重要理论技术基础。数据结构是一门较为复杂和难以理解的课程,因此,本书通过对概念和习题的讲解与分析,对重点知识的整理与归纳,帮助读者加深对所学知识本质的理解,从而更好地掌握数据结构的原理和算法。同时,本书将各种数据结构和算法应用于复杂程序设计,让读者通过上机实训对算法进行验证,可以有效地提高学习效果。

本书正是针对“数据结构”课程的教学和学习需要而编写的,与齐景嘉、王梦菊编写的教材《数据结构(C语言描述)》(ISBN 9787302263241)相配套。按照课程的讲授顺序,阐述了线性表、栈和队列、串、数组和稀疏矩阵、广义表、树形结构、图、查找、排序、文件等内容。在本书的编写中作者考虑了计算机类专业全国硕士研究生入学统一考试的要求,精选了部分考研试题,同时选择了一些各类计算机等级考试中出现的“数据结构”试题,结合作者实际教学中的教案,给出了与该课程本科教学大纲相配合的 600 多道习题及实训题目。

全书分为上、下两篇。上篇为习题部分,共分为 10 章。每章又分为“基本知识提要”、“典型题解析”、“测试习题与参考答案”三部分。“基本知识提要”部分给出了本章的知识结构图,便于读者把握本章知识脉络,对本章节的知识有一个全局了解;之后给出了本章的重点知识整理,对于易于混淆、难以理解或需要深入探讨的问题进行了阐述。“典型题解析”部分选取了本章的经典题型,并进行了深入透彻的分析,给出了详细的解题步骤,使读者能够举一反三,掌握此类题型的解析方法。“测试习题与参考答案”部分从研究生入学考试及各类计算机专业考试中选取了大量试题,并均给出了参考答案,分为填空、选择、判断、应用题和算法设计共 5 种题型,可作为读者自测或教学考试的参考题目。下篇为实训指导部分,精选了各章实训内容,并给出了完整的 C 语言程序,全部程序都在 TC 2.0 下调试成功。使学生通过阅读与实践,掌握编写实用程序的方法和技巧。

本书可作为普通高等院校计算机及相关专业数据结构与算法课程的教学参考书和实训指导教材,同时适合参加计算机专业研究生入学考试、各类计算机专业等级考试的考生研习,还可供计算机应用技术人员参考使用。

本书由王梦菊、齐景嘉任主编,侯茵菡、初亭峰、徐辉任副主编,解晨光任主审。各章编写分工如下:第 1 和第 2 章及下篇实训指导部分由哈尔滨金融学院齐景嘉编写;第 3 和第 10 章由黑龙江大学徐辉编写;第 4 和第 5 章由哈尔滨师范大学初亭峰编写;第 6 和第 9 章由哈尔滨金融学院王梦菊编写;第 7 和第 8 章由哈尔滨金融学院侯茵菡编写。全书由王梦菊统稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处,望广大读者批评指正。本书及配套资源的使用中如遇到问题,请联系 fuhuy@tup.tsinghua.edu.cn。

编 者

2011 年 7 月

目 录

上篇 习题部分

第 1 章 概述	3
1.1 基本知识提要	3
1.1.1 知识结构图	3
1.1.2 重点知识整理	3
1.2 典型题解析	5
1.3 测试习题与参考答案	6
1.3.1 测试习题	6
1.3.2 参考答案	9
第 2 章 线性表	11
2.1 基本知识提要	11
2.1.1 知识结构图	11
2.1.2 重点知识整理	11
2.2 典型题解析	13
2.3 测试习题与参考答案	18
2.3.1 测试习题	18
2.3.2 参考答案	22
第 3 章 栈和队列	26
3.1 基本知识提要	26
3.1.1 知识结构图	26
3.1.2 重点知识整理	26
3.2 典型题解析	29
3.3 测试习题与参考答案	33
3.3.1 测试习题	33
3.3.2 参考答案	38
第 4 章 串	45
4.1 基本知识提要	45
4.1.1 知识结构图	45

4.1.2 重点知识整理	45
4.2 典型题解析	48
4.3 测试习题与参考答案	52
4.3.1 测试习题	52
4.3.2 参考答案	57
第5章 数组和广义表	66
5.1 基本知识提要	66
5.1.1 知识结构图	66
5.1.2 重点知识整理	66
5.2 基础知识题解析	69
5.3 测试习题与参考答案	73
5.3.1 测试习题	73
5.3.2 参考答案	77
第6章 树和二叉树	85
6.1 基本知识提要	85
6.1.1 知识结构图	85
6.1.2 重点知识整理	85
6.2 典型题解析	87
6.3 测试习题与参考答案	92
6.3.1 测试习题	92
6.3.2 参考答案	96
第7章 图	104
7.1 基本知识提要	104
7.1.1 知识结构图	104
7.1.2 重点知识整理	104
7.2 典型题解析	106
7.3 测试习题与参考答案	113
7.3.1 测试习题	113
7.3.2 参考答案	117
第8章 查找	122
8.1 基本知识提要	122
8.1.1 知识结构图	122
8.1.2 重点知识整理	122
8.2 基础知识题解析	124
8.3 测试习题与参考答案	129

8.3.1 测试习题	129
8.3.2 参考答案	133
第9章 排序	140
9.1 基本知识提要	140
9.1.1 知识结构图	140
9.1.2 重点知识整理	140
9.2 典型题解析	149
9.3 测试习题与参考答案	153
9.3.1 测试习题	153
9.3.2 参考答案	156
第10章 文件	161
10.1 基本知识提要	161
10.1.1 知识结构图	161
10.1.2 重点知识整理	161
10.2 典型题解析	163
10.3 测试习题与参考答案	165
10.3.1 测试习题	165
10.3.2 参考答案	168

下篇 实训部分

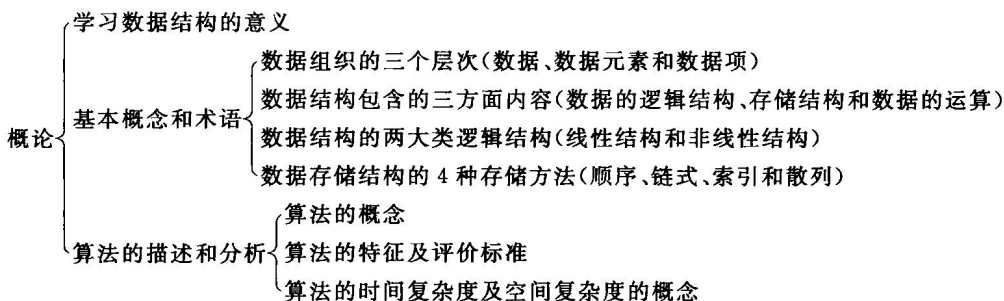
实训教学大纲	175
实训1 顺序存储的线性表	176
实训2 单链表	178
实训3 栈和队列	182
实训4 串	187
实训5 二叉树	190
实训6 图	195
实训7 查找	198
实训8 排序	201
参考文献	204

上篇

习题部分

1.1 基本知识提要

1.1.1 知识结构图



1.1.2 重点知识整理

1. 学习数据结构的意义

著名的瑞士计算机科学家沃思教授曾提出：算法+数据结构=程序。这里的数据结构是指数据的逻辑结构和存储结构，而算法则是对数据运算的描述。由此可见，程序设计的实质是对实际问题选择一种好的数据结构，加之设计一个好的算法，而好的算法在很大程度上取决于描述实际问题的数据结构。因此，解决问题的一个关键步骤是选取合适的数据结构表示该问题，然后才能写出有效的算法。

2. 数据、数据元素和数据项的概念

数据是指所有能输入到计算机中并能被计算机加工、处理的符号的集合。它是信息的载体，其含义极其广泛，诸如数、符号、字体、图形、声音等都可以看做是数据。因此，在概念上不同于大家平常理解的“数”的概念。

数据元素是数据的基本单位。有时一个数据元素包括若干个数据项。

数据项是数据不可再分割的最小标识单位。

综合起来看，数据、数据元素和数据项反映了数据组织的 3 个层次，即数据可以由若干

个数据元素组成,数据元素又由若干个数据项组成。

3. 数据的逻辑结构的概念

数据的逻辑结构实际上就是数据的组织形式,它反映的是数据元素之间的一种关联方式或称为“邻接关系”。可分为4种基本类型:集合、线性结构、树形结构和图状结构。

关于数据的逻辑结构,要特别注意以下几点:

- 逻辑结构与数据元素本身的形式、内容无关;
- 逻辑结构与数据元素的相对位置无关;
- 逻辑结构与所含数据元素的个数无关;
- 逻辑结构与数据的存储无关,它是独立于计算机的。

4. 数据的存储结构的概念

数据的存储结构就是指数据在计算机内的表示,它涉及数据元素的表示及元素之间关系的表示两个方面。数据的存储方式有4种,分别是顺序存储结构、链式存储结构、索引存储结构和散列存储结构。

5. 运算的概念

数据的运算就是指对数据施加的操作。最常用的运算有检索、插入、删除、更新、排序等。这些运算实际上是在抽象的数据上所施加的抽象操作。因此在这里,我们只关心这些操作是“做什么”的,而无须考虑“怎么做”。

有一点需要明确,数据的运算是定义在数据的逻辑结构上的,因此每一种逻辑结构对应着一个运算的集合。

6. 算法的时间复杂度和空间复杂度的概念、计算方法、数量级表示

一个算法的时间复杂度 $T(n)$ 是该算法的时间耗费,它是该算法所求解问题规模 n 的函数。

一个算法的空间复杂度 $S(n)$ 是该算法所耗费的存储空间,它也是问题规模 n 的函数。算法的时间复杂度和空间复杂度合称为算法的复杂度。

时间复杂度从好到坏的级别依次是:常量阶 $O(1)$ 、对数阶 $O(\log_2 n)$ 、线性阶 $O(n)$ 、线性对数阶 $O(n \log_2 n)$ 、平方阶 $O(n^2)$ 、指数阶 $O(2^n)$ 。

在很多算法中,其时间复杂度还与所处理数据的分布状态有关。有时会根据各种可能出现的数据分布状态中最好、最坏的情况来估计算法的最好、最坏时间复杂度;有时也会对数据分布作出某种假设(如等概率),然后估计算法的平时时间复杂度。

7. 数据分析

数据分析涉及5个方面的内容,而后续章节中对每一种数据结构的讨论也是按以下5个方面(步骤)来展开的。

(1) 数据逻辑结构上的特点。

- (2) 定义在逻辑结构上的基本运算。
- (3) 数据在计算机内的表示(即存储结构)。
- (4) 在具体存储结构上的运算实现。
- (5) 对算法的时间性能、空间性能进行评价。

每种数据结构在上述 5 个方面都是密切相关的,而不同数据结构的对应方面也有着相互联系。所以在学习过程中,要善于进行比较,找出彼此间的相同点和不同点,这样有助于加深理解并逐渐在头脑中形成一个完整的体系。

1.2 典型题解析

例 1.1 分析下列程序段的时间复杂度。

```
int i = 1;
while(i <= n)
    i = i * 2;
```

例题解析:

对时间复杂度的分析主要是看循环体里面的语句执行的次数。循环体里面是 $i = i * 2$, 即每循环一次 i 值增加一倍,所以执行次数与 n 之间是以 2 为底的对数关系,故时间复杂度为 $O(\log_2 n)$ 。

例 1.2 分析下列查找函数的最坏时间复杂度。

```
int locate(int a[], int n, int k)
{
    int i;
    i = n;
    while(i >= 1 && a[i] != k)
        i--;
    return i;
}
```

例题解析:

当查找不成功时,总是比较 $n+1$ 次,所以最坏时间复杂度为 $n+1$,其数量级 $T(n) = O(n)$ 。

例 1.3 分析下列函数的时间复杂度。

```
int max;
void function(int a[], int n)
{
    int i, k;
    max = a[0];
    for(i = 1; i < n; i++)
        if(a[i] > max)
        {
            max = a[i];
            k = i;
        }
}
```

例题解析:

循环体内必须经过 $n-1$ 次循环比较,所以时间复杂度为 $n-1$,其数量级 $T(n) = O(n)$ 。

例 1.4 分析下列程序段的时间复杂度。

```
int i, j, s = 0;
for(i = 1; i <= n; i++)
    for(j = i + 1; j <= n; j++)
        s++;
```

例题解析:

用渐近时间复杂度 $T(n) = O(f(n))$ 来度量; 其中 $f(n)$ 是程序段中频度最大的语句的频度。本例为 $s++$ 语句的频度。

$$f(n) = \sum_{i=1}^n (n-i) = n(n-1)/2$$

所以 $T(n) = O(n^2/2 - n/2) = O(n^2/2) = O(n^2)$ 。

1.3 测试习题与参考答案

1.3.1 测试习题

一、填空题

1. 数据的逻辑结构在计算机存储器内的表示,称为数据的()。
2. 数据的逻辑结构可以分为()结构和()结构两大类。
3. 顺序存储结构是把逻辑上相邻的结点存储在物理上()的存储单元里,结点之间的逻辑关系由存储单元位置的邻接关系来体现。
4. 链式存储结构是把逻辑上相邻的结点存储在物理上()的存储单元里,结点之间的逻辑关系由附加的指针域来体现。
5. 算法分析的两个主要方面是()复杂度和()复杂度。
6. 数据的存储结构可用 4 种基本的存储方法表示,它们分别是()、()、()和()。
7. 线性结构反映结点间的逻辑关系是()的,非线性结构反映结点间的逻辑关系是()。
8. 在图状结构中,每个结点的前驱结点数和后继结点数可以()。
9. 数据结构包括()、()和()三方面的内容。
10. 在树形结构中,元素之间存在()关系。

二、选择题

1. 数据结构是一门研究非数值计算的程序设计问题中计算机的操作对象以及它们之间的()和运算的学科。
A. 结构 B. 关系 C. 运算 D. 算法
2. 数据结构被形式化定义为 (K, R) , 其中 K 是数据元素的有限集合, R 是 K 上的()有限集合。
A. 操作 B. 映象 C. 存储 D. 关系