

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

数据结构实训教程 (C语言版)

王方 王志 秦明 编著
杨薇薇 主审



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

数据结构实训教程 (C语言版)

王方 王志 秦明 编著
杨薇薇 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《数据结构》(杨薇薇等编著,清华大学出版社出版)的配套教材,主要包括习题和上机实践选题、部分习题的答案或提示,并在第12章中给出了两套数据结构的模拟题以备读者自查所学情况。

习题的内容和主教材《数据结构》一书相对应,分为10章,针对数据结构的基本概念、线性表、栈、队列、串、数组、树、图、查找、排序等知识点给出了不同题型的习题,题目由易到难,以帮助读者加深对数据结构基础知识的理解以及编程能力的提高。在第11章的实践环节中,每个实验均包括实验目的、实验要求和实验内容,以帮助读者更好地提高实际操作能力。

本书适合作为高等学校“数据结构”课程的辅导教材,也可作为软件水平考试、计算机等级考试的辅导教材或供从事软件应用开发的人员自学参考。

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

数据结构实训教程: C语言版/王方等编著. —北京:清华大学出版社,2011.9

(21世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-25599-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 096293 号

责任编辑:魏江江 薛 阳

责任校对:李建庄

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:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:10.75 字 数:256千字

版 次:2011年9月第1版 印 次:2011年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:19.00元

产品编号:038465-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
章 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

北京信息工程学院

赵 宏 教授

北京科技大学

孟庆昌 教授

石油大学

杨炳儒 教授

天津大学

陈 明 教授

复旦大学

艾德才 教授

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

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

扬州大学

南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学

南京邮电学院

苏州大学

江苏大学

中国矿业大学

武汉大学

华中科技大学

中南财经政法大学

华中师范大学

江汉大学

国防科技大学

中南大学

湖南大学

西安交通大学

长安大学

哈尔滨工业大学

吉林大学

山东大学

中山大学

厦门大学

仰恩大学

云南大学

电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

李 云 教授

骆 斌 教授

黄 强 副教授

黄志球 教授

秦小麟 教授

张功萱 教授

朱秀昌 教授

王宜怀 教授

陈建明 副教授

鲍可进 教授

张 艳 教授

何炎祥 教授

刘乐善 教授

刘腾红 教授

叶俊民 教授

郑世珏 教授

陈 利 教授

颜 彬 教授

赵克佳 教授

邹北骥 教授

刘卫国 教授

林亚平 教授

沈钧毅 教授

齐 勇 教授

巨永锋 教授

郭茂祖 教授

徐一平 教授

毕 强 教授

孟祥旭 教授

郝兴伟 教授

潘小轰 教授

冯少荣 教授

张思民 教授

刘惟一 教授

刘乃琦 教授

罗 蕾 教授

蔡 淮 教授

于 春 讲师

曾华荣 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二十多年的努力,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

数据结构为研究和解决非数值性问题提出了重要的理论和方法,是非数值性程序设计的基础。数据结构不仅是计算机专业的核心课程,而且也成为其他理工科专业的热门选修课。同时数据结构也是一门实践性很强的基础课程,所以加强读者的实践能力是一个重要的环节,为此我们编写了这本数据结构的实践教程。

本书是《数据结构》(杨薇薇等编著,清华大学出版社出版)的配套教材,两者互为补充,相辅相成,本书能有效地使读者掌握数据结构的基本知识,提高解决实际问题的能力。本书按照原书的章节顺序,对各章给出了大量的习题,包括基础知识、综合应用以帮助读者加深对数据结构知识点的理解。另外,每章结束部分附有参考答案,方便读者进行自查。

全书分为三个部分。第一部分是习题,题目包含了每章的知识要点,题型各有不同,由易到难,题量丰富。第二部分是上机实践内容,提供了学习本课程应包含的十多个实验内容,均与教学内容密切相关,每个实验包括实验目的与要求和实验内容,帮助读者提高编程的技巧和能力,养成良好的程序设计风格和习惯。第三部分给出了两套模拟试题,帮助读者加深对整本书知识点的理解和进行自测。

本书第1~4章由王方编写,第5、7、9章由王志编写,第6、8、第10章由秦明编写,各位编者在第二部分还编写了相应的上机实践,全书由杨薇薇统稿。在本书的编写过程中得到了华中科技大学文华学院和学部有关领导、专家的大力支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者的水平有限,书中有不妥或错误之处在所难免,敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2011年7月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 选择题	1
1.2 填空题	3
1.3 简答题	4
1.4 应用题	4
1.5 算法设计	4
1.6 参考答案	5
第 2 章 线性表	7
2.1 选择题	7
2.2 填空题.....	14
2.3 简答题.....	15
2.4 应用题.....	16
2.5 算法设计.....	17
2.6 参考答案.....	19
第 3 章 栈和队列	34
3.1 选择题.....	34
3.2 填空题.....	41
3.3 简答题.....	42
3.4 应用题.....	43
3.5 算法设计.....	45
3.6 参考答案.....	46
第 4 章 串	58
4.1 选择题.....	58
4.2 填空题.....	59
4.3 简答题.....	59
4.4 应用题.....	59
4.5 算法设计.....	61
4.6 参考答案.....	61

第 5 章 数组	68
5.1 选择题	68
5.2 填空题	69
5.3 简答题	70
5.4 应用题	71
5.5 算法设计	71
5.6 参考答案	72
第 6 章 树和二叉树	82
6.1 选择题	82
6.2 填空题	83
6.3 简答题	84
6.4 应用题	84
6.5 算法设计	85
6.6 参考答案	86
第 7 章 图	94
7.1 选择题	94
7.2 填空题	96
7.3 简答题	97
7.4 应用题	97
7.5 算法设计	98
7.6 参考答案	99
第 8 章 排序	106
8.1 选择题	106
8.2 填空题	107
8.3 简答题	109
8.4 应用题	109
8.5 算法设计	110
8.6 参考答案	110
第 9 章 查找	120
9.1 选择题	120
9.2 填空题	123
9.3 简答题	124
9.4 应用题	124
9.5 算法设计	125

9.6 参考答案	125
第 10 章 文件	132
10.1 选择题	132
10.2 填空题	132
10.3 简答题	133
10.4 应用题	133
10.5 参考答案	133
第 11 章 实验	136
实验一 线性表的操作	137
实验二 栈和队列应用	137
实验三 串	138
实验四 数组	139
实验五 算术表达式的实现	139
实验六 哈夫曼编/译码器的实现	140
实验七 重言式判别	141
实验八 图	142
实验九 查找	142
实验十 内部排序算法比较	143
实验十一 多关键字排序	143
实验十二 文件	144
第 12 章 模拟试题及参考答案	146

第1章

绪论

1.1 选择题

1. 数据结构中,从逻辑上可以把数据结构分为()。
(A) 动态结构和静态结构 (B) 线性结构和非线性结构
(C) 内部结构和外部结构 (D) 紧凑结构和非紧凑结构
2. 数据结构在计算机中的存储结构是()。
(A) 数据的物理结构 (B) 数据结构
(C) 数据的逻辑结构 (D) 数据元素之间的关系
3. 分析算法效率的主要因素是()。
(A) 空间复杂度和时间复杂度 (B) 正确性和可读性
(C) 程序复杂性和数据规模 (D) 程序健壮性和正确性
4. 在数据结构中,与使用计算机无关的是数据的()结构。
(A) 物理 (B) 逻辑 (C) 存储 (D) 存储和逻辑
5. 在存储数据时,不仅要存储各数据元素的值,还要存储()。
(A) 数据元素的类型 (B) 数据元素之间的关系
(C) 数据元素的存储方法 (D) 数据的处理方法
6. 以下说法正确的是()。
(A) 数据元素是数据的最小单位
(B) 数据项是数据的基本单位
(C) 数据结构是带结构的各数据项的集合
(D) 一些表面上很不不同的数据可以有相同的逻辑结构
7. 算法的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
8. 算法的时间复杂度取决于()。
(A) 问题的规模 (B) 待处理数据的初态
(C) A 和 B (D) 都不对
9. 计算机算法指的是(1)它必须具备() (2)具有的三个特性()。
(1) (A) 计算方法 (B) 排序方法
(C) 解决问题的步骤序列 (D) 调度方法

- (2) (A) 可执行性、可移植性、可扩充性 (B) 可执行性、确定性、有穷性
(C) 确定性、有穷性、稳定性 (D) 易读性、稳定性、安全性
10. 一个算法应该是()。
(A) 程序 (B) 问题求解步骤的描述
(C) 要满足五个基本特性 (D) A 和 C
11. 下面关于算法说法错误的是()。
(A) 算法最终必须由计算机程序实现
(B) 为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) 算法的可行性是指指令不能有二义性
(D) 以上几个都是错误的
12. 下面说法错误的是()。
(1) 算法原地工作的含义是指不需要任何额外的辅助空间
(2) 在相同的规模 n 下, 复杂度 $O(n)$ 的算法在时间上总是优于复杂度 $O(2n)$ 的算法
(3) 所谓时间复杂度是指最坏情况下, 估算算法执行时间的一个上界
(4) 同一个算法, 实现语言的级别越高, 执行效率就越低
(A) (1) (B) (1), (2) (C) (1), (4) (D) (3)
13. 以下与数据的存储结构无关的术语是()。
(A) 循环队列 (B) 链表 (C) 哈希表 (D) 栈
14. 以下数据结构中, 哪一个是线性结构()。
(A) 广义表 (B) 二叉树 (C) 稀疏矩阵 (D) 串
15. 以下哪一个术语与数据的存储结构无关()。
(A) 栈 (B) 哈希表 (C) 线索树 (D) 双向链表
16. 以下哪个数据结构不是多型数据类型()。
(A) 栈 (B) 广义表 (C) 有向图 (D) 字符串
17. 以下数据结构中, () 是非线性数据结构。
(A) 树 (B) 字符串 (C) 队 (D) 栈
18. 下列数据中, () 是非线性数据结构。
(A) 栈 (B) 队列 (C) 完全二叉树 (D) 堆
19. 连续存储设计时, 存储单元的地址()。
(A) 一定连续 (B) 一定不连续
(C) 不一定连续 (D) 部分连续, 部分不连续
20. 以下属于逻辑结构的是()。
(A) 顺序表 (B) 哈希表 (C) 有序表 (D) 单链表
21. 数据结构是一门研究非数值计算的程序设计中计算机的操作对象以及它们之间的()的科学。
(A) 结构 (B) 关系 (C) 运算 (D) 算法

22. 算法分析的目的是()。
- (A) 找出数据结构的合理性 (B) 研究算法中的输入和输出的关系
- (C) 分析算法的效率以求改进 (D) 分析算法的易懂性
23. 算法分析的主要方面是()。
- (A) 空间复杂性和时间复杂性 (B) 正确性和简明性
- (C) 可读性和容错性 (D) 数据复杂性和程序复杂性

1.2 填空题

- 数据的物理结构包括_____的表示和_____的表示。
- 对于给定的 n 个元素,可以构造出的逻辑结构有_____,_____,_____,_____四种。
- 数据的逻辑结构是指_____。
- 数据元素在计算机中_____称为存储结构。
- 抽象数据类型的定义仅取决于它的一组_____,而与_____无关,即不论其内部结构如何变化,只要它的_____不变,都不影响其外部使用。
- 数据结构中评价算法的两个重要指标是_____和_____。
- 数据结构是研讨数据的_____和_____,以及它们之间的相互关系,并对这种结构定义相应的_____,设计出相应的_____。
- 一个算法具有 5 个特性:_____,_____,_____,有零个或多个输入、有一个或多个输出。
- 线性结构中元素之间存在_____关系,树形结构中元素之间存在_____关系,图形结构中元素之间存在_____关系。
- 下面程序段中带下划线的语句的执行次数的数量级是_____。

```
i = 1;
do
{
    i = i * 2;
} while(i < n)
```
- 计算机执行下面的语句时,语句 s 的执行次数为_____。

```
for(i = 1; i < n - 1; i++)
    for(j = n; j >= i; j--)
        s;
```
- 下面程序段的时间复杂度为_____。($n > 1$)

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

1.3 简答题

1. 简述下列术语: 数据, 数据元素, 数据对象, 数据结构。
2. 举例说明数据结构与算法的关系。
3. 数据的逻辑结构与存储结构有何区别与联系?
4. 简述四种存储方法。
5. 数据类型和抽象数据类型的含义。
6. 评价一个算法的主要方面有哪些?
7. 数据的关系一般有哪几种?

1.4 应用题

1. 分析以下程序段的时间复杂度。

```
(1) a = 0, b = 1;
    for(i = 2; i <= n; i++)
    {
        s = a + b;
        b = a;
        a = s;
    }
```

```
(2) i = s = 1;
    while(s < n)
    {
        i++;
        s += i;
    }
```

```
(3) i = 1;
    while(i <= n)
        i = i * 3;
```

2. 按增长率由小到大的顺序排列下列各函数:

$$2^{100}, (3/2)^n, (2/3)^n, n^n, n^{3/2}, n^{1/2}, n!, \log_2 n, n^{\log_2 n}, 2^n$$

1.5 算法设计

1. 已知二阶斐波那契(Fibonacci)序列定义如下:

$$f_0 = 0, f_1 = 1, f_n = f_{n-1} + f_{n-2} \quad (n \leq 2)$$

试编写算法求二阶斐波那契序列的第 $n+1$ 项。

2. 试写一个算法, 顺序输入 3 个整数 X, Y 和 Z, 然后按自大到小的顺序输出。
3. 输入 3 个整数, 试写出寻找数的一个算法, 并回答下列 2 个问题:
 - (1) 在最坏情况下和平均情况下, 算法分别做多少次比较? 请举例说明结论的正确性。

(2) 在最好情况下,寻找3个数的中数至少需要做多少次比较?

1.6 参考答案

1. 选择题

1. B 2. A 3. A 4. B 5. B 6. D 7. B 8. C 9. (1) C (2) B 10. B
11. D 12. C 13. D 14. D 15. A 16. D 17. A 18. C 19. A 20. C
21. C 22. B 23. C

2. 填空题

1. 数据元素,元素关系
2. 集合,线性,树形,图形
3. 数据的组织形式
4. 表示
5. 逻辑特性,在计算机内部如何表示和实现,数学特性
6. 时间,空间
7. 逻辑结构,物理结构,操作,算法
8. 确定,可行,有穷
9. 一对一,一对多,多对多
10. $\log_2 n$
11. $(n+3)(n-2)/2$
12. $O(n)$

3. 简答题

1. 略。
2. 略。

3. 数据的逻辑结构反映数据元素之间的逻辑关系(即数据元素之间的关联方式或“邻接关系”),数据的存储结构是数据结构在计算机中的表示,包括数据元素的表示及其关系的表示。数据的运算是对于数据定义的一组操作,运算是定义在逻辑结构上的,和存储结构无关,而运算的实现则是依赖于存储结构。

4. (1) 顺序存储方式。数据元素顺序存放,每个存储结点只含一个元素。存储位置反映数据元素间的逻辑关系。存储密度大,但有些操作(如插入、删除)效率较差。

(2) 链式存储方式。每个存储结点除包含数据元素信息外还包含一组(至少一个)指针。指针反映数据元素间的逻辑关系。这种方式不要求存储空间连续,便于动态操作(如插入、删除等),但存储空间开销大(用于指针),另外不能折半查找等。

(3) 索引存储方式。除数据元素存储在一地址连续的内存空间外,还需建立一个索引表,索引表中索引指示存储结点的存储位置(下标)或存储区间端点(下标),兼有静态和动态特性。

(4) 散列存储方式。通过散列函数和解决冲突的方法,将关键字散列在连续的有限的地址空间内,并将散列函数的值解释成关键字所在元素的存储地址,这种存储方式称为散列存储。其特点是存取速度快,只能按关键字随机存取,不能顺序存取,也不能折半存取。

5. 数据类型是程序设计语言中的一个概念,它是一个值的集合和操作的集合。如C语言中的整型、实型、字符型等。整型值的范围(对具体机器都应有整数范围),其操作有加、减、乘、除、求余等。实际上数据类型是厂家提供给用户的已实现了的数据结构。

抽象数据类型(ADT)指一个数学模型及定义在该模型上的一组操作。“抽象”的意义在于数据类型的数学抽象特性。抽象数据类型的定义仅取决于它的逻辑特性,而与其在计算机内部如何表示和实现无关。无论其内部结构如何变化,只要它的数学特性不变就不影响它的外部使用。抽象数据类型和数据类型实质上是一个概念。此外,抽象数据类型的范围更广,它已不再局限于机器已定义和实现的数据类型,还包括用户在设计软件系统时自行定义的数据类型。使用抽象数据类型定义的软件模块含定义、表示和实现三部分,封装在一起,对用户透明(提供接口),而不必了解实现细节。抽象数据类型的出现使程序设计不再是“艺术”,而是向“科学”迈进了一步。

6. 评价好的算法有四个方面。一是算法的正确性;二是算法的易读性;三是算法的健壮性;四是算法的时空效率(运行)。

7. 集合、线性结构、树形结构、图形或网状结构。

4. 应用题

- (1) $O(n)$ (2) $O(n^{1/2})$ (3) $O(\log_3 n)$
- $(2/3)^n, 2^{100}, \log_2 n, n^{1/2}, n^{3/2}, n^{\log_2 n}, (3/2)^n, 2^n, n!, n^n$

5. 算法设计

1.

```
void add(int n)
{
    long f0 = 0, f1 = 1;
    int i;
    for(i = 1; i <= n; i++)
        f0 = f0 + f1;
        f1 = f1 + f0;
}
```

2.

```
void print_descending(int x, int y, int z)
{
    scanf("%d %d %d", &x, &y, &z);
    if(x < y) x <-> y; /* <-> 为表示交换的双目运算符, 以下同 */
    if(y < z) y <-> z;
    if(x < y) x <-> y;
    printf("%d %d %d", x, y, z);
}
```

3. 略。