

21世纪全国**高职高专**计算机应用专业规划教材



劳动和社会保障部教材办公室组织编写

数据结构教程

石连栓 主编

劳动和社会保障部推荐教材



中国劳动社会保障出版社



清华大学出版社

21 世纪全国**高职高专**计算机应用专业规划教材



劳动保障部教材办公室组织编写
劳动保障部推荐教材

数据结构教程

石连栓 主编

中国劳动社会保障出版社
北京

清华大学出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

数据结构教程/石连栓主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

21 世纪全国高职高专计算机应用专业规划教材

ISBN 7-5045-5468-5

I. 数… II. 石… III. 数据结构-高等学校:技术学校-教材 IV. TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010010 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×960 毫米 16 开本 19.25 印张 394 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 简 介

本书系统介绍了各种典型的数据结构，内容包括线性表、栈和队列、串、数组和广义表、树和二叉树、图、查找、排序和文件。书中内容表述严谨，概念清楚，逻辑性强，并注重实际应用。各章节所讲述的数据结构和算法都给出了具体的描述，并附有习题，供读者加深对概念的理解和算法的掌握。

本书可作为高等职业学校和大中专院校计算机应用专业的教材，也可作为非计算机应用专业本科生选修课的教材，还可供从事计算机应用技术的人员参考。

编 审 委 员 会

主 任：张尧学 教育部高等教育司司长

副主任：刘 康 劳动和社会保障部培训就业司副司长

陈 淮 中国劳动社会保障出版社副总编

焦金生 清华大学出版社副总编

委 员：(按姓氏笔画为序)

石连栓 安淑芝 沈沧海 张 民 张兴会

李 环 林 海 周 超 韩 伟 傅正泰

本书责任编辑：沈沧海

序

2002年全国职业教育工作会议指出：“推进职业教育的改革与发展是实施科教兴国战略、促进经济和社会可持续发展、提高国际竞争力的重要途径，是调整经济结构、提高劳动者素质、加快人力资源开发的必然要求，是拓宽就业渠道、促进劳动就业和再就业的重要举措。”为进一步落实全国职业教育工作会议的精神，在教育部高等教育司与劳动保障部培训就业司的共同指导与支持下，中国劳动社会保障出版社与清华大学出版社组织有关部门研究了高等职业教育（高等职业技术学院、高等专科学校、成人高等教育院校、高级技工学校）“计算机应用”专业的课程设置，并在此基础上启动了“21世纪全国高职高专计算机应用专业规划教材”的编写与出版工作，该套教材具有如下特点：

1. 针对性强。本套教材是为高职高专计算机应用专业的学生编写的，遵循“提出问题—解决问题”的思路，以培养计算机应用能力为主线，构造该专业的课程设置体系和教学内容体系，强调理论教学与实验实训密切结合，尤其突出实训环节的教学。

2. 配套出版辅助教材。编写出版主教材的同时，本套教材还配套出版相应的《实训》，旨在指导学生通过大量的实际训练，更好地掌握教程的内容，从而进一步提高学生在计算机各个方面的应用能力，突出职业教育的特色。

3. 版本更新及时。将紧跟科学技术的新发展和高职高专教育的新形势，不断推出新教材，及时修订更新教材内容。

4. 与考试认证、岗位培训等实际应用紧密结合。在体现自身特色的同时，尽量兼容目前的计算机考试辅导和岗位准入培训的要求。目前可以考虑兼容的有“全国计算机等级考试”“高技能人才培训”“高职院校毕业生资格职业培训”等，同时除了部分理论性较强的科目以外，该丛书的部分教材还可以用于非学历教育（含社会培训、职工岗前培训等）。

相信这套教材的编写和出版对进一步推动学校教育与职前培训的结合，促进高职高专的教学和教材改革，以及探索高等职业教育的新的发展思路等会有很好的促进作用。



教育部高等教育司司长

2003年9月于北京

出版说明

我国高等职业技术教育是社会经济发展对职业教育提出的更高层次的要求，是中等职业教育的继续和发展。为了进一步适应经济发展对高等技术应用型和技能操作型人才的需求，国家正在理顺高等职业教育、高等专科学校教育和成人高等教育三者的关系，统称为高职高专教育，力求形成合力，将目标统一到培养高等技术应用型和技能操作型人才上来。

为了贯彻落实党中央、国务院关于大力发展高等职业教育、培养高等技术应用型和技能操作型人才的指导精神，解决高等职业教育缺乏通用教材的问题，劳动和社会保障部教材办公室从 1999 年下半年开始，组织部分高校编写了“21 世纪全国高职高专专业教材”。这套教材具有三大特点：①为高等职业教育、高等专科学校教育和成人高等教育“三教”的整合与升级服务；②体现高职高专教育以培养高等技术应用型和技能操作型人才为宗旨，使学生获得相应职业领域的职业能力；③以专业教材为主，突出以应用技术、创造性技能和专业理论相结合为特色。目前我们已出版的高职高专专业教材有机械类、电工类和医学美容、汽车检测与维修、国际贸易、建筑装饰、物业管理等专业的教材，与教育部高教司合作开发、即将出版的计算机应用专业规划教材，以及正在陆续开发的电子商务、机电一体化、数控技术等几十个专业的教材。力争逐步建立起涵盖高职高专各主要专业，符合市场要求，满足经济建设需要的高职高专院校专业教材体系。

在本套教材的编写工作中，我们注意了以下两点：一是目标明确。立足于高等技术应用类型的专业，以培养生产建设、三产服务、经营管理第一线的高等职业技术应用型和技能操作型人才为根本任务，以适应经济建设的需求。二是突出特色。教材以国家职业标准为依据，以培养技术应用能力为主线，全面设计学生的知识、职业能力和培养方案，以“适用、管用、够用”为原则，从职业分析入手，根据职业岗位群所需的知识结构来确定教材的具体内容，在基础理论适度的前提下，突出其职业教育的功能，力争达

到理论与实践的完美结合，知识与应用的有机统一，以保证高职高专教育目标的顺利实现。

编写这套适用于全国高职高专教育有关专业的教材既是一项开创性工作，又是一项系统工程，参与编写这套系列专业教材的各有关院校的专家和教师为此付出了艰辛的努力，谨向他们表示衷心的感谢。同时由于缺乏经验，这套教材难免存在某些缺点和不足，在此，我们恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订并逐步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2003 年 10 月

前言

数据结构是计算机专业重要的专业基础课程，也是该专业的核心课程之一，是一门集理论性和实践性于一体的课程。通过学习数据结构教程，学生能掌握组织数据、存储数据和处理数据的基本方法，可以为学习后续课程和进行软件开发打下坚实的基础。

在计算机科学与技术领域，数据结构是用来描述数据的内部构成的，即数据由哪些数据构成，以什么方式构成，呈什么结构。数据结构作为一门学科，主要研究数据的各种逻辑结构和存储结构，以及对数据的各种操作，即数据结构主要包括三个方面的内容：数据的逻辑结构、数据的物理结构、对数据的操作。通常，算法（对数据的操作）的设计取决于数据的逻辑结构，算法的实现取决于数据的物理存储结构。从学科角度来讲，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关系和操作等的学科。

本书共 10 章，主要内容包括：第 1 章主要介绍了数据结构的一些基本概念和术语，包括数据的逻辑结构和存储结构、算法和算法分析的概念。第 2 章介绍了线性表的逻辑结构和存储结构及运算实现。第 3 章介绍了栈和队列的定义及其存储结构和运算。第 4 章介绍了串的基本概念、基本运算和串操作应用。第 5 章介绍数组和广义表的定义和存储结构。第 6 章介绍了树和二叉树的定义和基本术语，详细讨论了二叉树的遍历运算和它的应用。第 7 章介绍了图的有关定义和基本概念，给出了图的 4 种存储结构。也介绍了图的遍历、生成树、拓扑排序、关键路径、最短路径。第 8 章介绍了查找，内容包括静态查找表、动态查找表和哈希表。第 9 章主要讨论了各种内部排序算法及其性能分析，包括插入排序、选择排序、归并排序、基数排序以及各种内部排序方法的比较讨论，同时对外部排序作了简单介绍。第 10 章对有关文件，如顺序文件、索引文件、散列文件、多关键字文件作了介绍。

本书既注重原理又重视实践，内容叙述详细，并配有大量的实例和习题。

本书是在石连栓组织下完成的,其中第 1, 2, 3, 4 章由殷虹编写,第 5, 6, 7 章由李娜编写,第 8, 9, 10 章由孙英编写,最后由石连栓统稿。

在本书编写过程中,得到了“21 世纪全国高职高专计算机应用专业规划教材”编委会的指导。清华大学出版社的张民老师给予了编者热情的支持和帮助。在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,错误和不足在所难免,敬请广大读者多提宝贵意见,不吝赐教。

编 者

2006 年 2 月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 什么是数据结构	(1)
1.2 基本概念和术语	(3)
1.3 数据的逻辑结构	(4)
1.4 数据的存储结构	(5)
1.4.1 顺序存储方式	(6)
1.4.2 链式存储方式	(6)
1.4.3 索引存储方式	(7)
1.4.4 散列存储方式	(7)
1.5 算法和算法分析	(8)
1.5.1 算法	(8)
1.5.2 算法设计的要求	(9)
1.5.3 算法效率的度量	(10)
习题一	(12)
第2章 线性表	(15)
2.1 线性表的逻辑结构	(15)
2.1.1 线性表的定义	(15)
2.1.2 线性表的基本操作	(16)
2.2 线性表的顺序存储及运算实现	(17)

2.2.1	顺序表	(17)
2.2.2	顺序表上基本运算的实现	(19)
2.2.3	顺序表应用举例	(22)
2.3	线性表的链式存储及运算实现	(24)
2.3.1	线性链表	(25)
2.3.2	单链表的运算	(26)
2.3.3	循环链表	(33)
2.3.4	循环链表的运算	(34)
2.3.5	双向链表	(35)
2.3.6	双向链表的运算	(36)
2.3.7	简单应用举例	(37)
2.4	顺序表和链表的比较	(43)
	习题二	(44)
第 3 章	栈和队列	(46)
3.1	栈	(46)
3.1.1	栈的定义	(46)
3.1.2	栈的顺序存储结构及基本运算的实现	(47)
3.1.3	栈的链式存储结构及基本运算的实现	(52)
3.2	栈的应用举例	(54)
3.2.1	表达式求值	(54)
3.2.2	数制转换	(58)
3.2.3	迷宫求解	(59)
3.2.4	行编辑程序	(63)
3.3	栈与递归	(65)
3.3.1	递归算法的基本思想	(65)
3.3.2	递归调用的实现	(65)
3.4	队列	(69)
3.4.1	队列的定义	(69)

3.4.2 队列的顺序存储结构及基本运算的实现	(70)
3.4.3 队列的链式存储结构及基本运算的实现	(75)
3.4.4 队列的应用	(78)
习题三	(78)
第 4 章 串	(81)
4.1 串的基本概念	(81)
4.2 串的基本运算	(82)
4.3 串的存储结构和实现算法	(83)
4.3.1 串的顺序存储表示	(83)
4.3.2 串的链式存储表示	(84)
4.3.3 串的堆分配存储表示	(85)
4.3.4 串的基本操作的实现算法	(86)
4.4 串的模式匹配算法	(90)
4.4.1 简单的模式匹配算法——BF 算法	(90)
4.4.2 改进的模式匹配算法——KMP 算法	(92)
4.5 串操作应用举例	(96)
习题四	(98)
第 5 章 数组和广义表	(100)
5.1 数组的定义	(100)
5.1.1 一维数组	(100)
5.1.2 多维数组	(100)
5.1.3 数组的基本操作	(102)
5.2 数组的顺序表示和实现	(102)
5.2.1 数组的顺序表示	(102)
5.2.2 数组类型在机器内部的实现	(104)
5.3 矩阵的压缩存储	(106)
5.3.1 特殊矩阵	(107)

5.3.2 稀疏矩阵	(109)
5.4 广义表	(117)
5.4.1 广义表的定义	(117)
5.4.2 广义表的表示	(118)
5.4.3 广义表的深度	(119)
5.4.4 广义表的特点	(119)
5.4.5 广义表的操作	(120)
5.5 广义表的存储结构	(121)
5.6 m 元多项式的表示	(122)
5.7 广义表的递归算法	(124)
5.7.1 求广义表的深度	(125)
5.7.2 广义表的输出	(127)
5.7.3 建立广义表的存储结构	(128)
习题五	(131)
第 6 章 树和二叉树	(133)
6.1 树的定义和基本术语	(133)
6.2 二叉树	(138)
6.2.1 二叉树的定义	(138)
6.2.2 二叉树的性质	(140)
6.2.3 二叉树的存储结构	(144)
6.3 遍历二叉树和线索二叉树	(149)
6.3.1 遍历二叉树	(149)
6.3.2 线索二叉树	(157)
6.4 树和森林	(161)
6.4.1 树的存储结构	(162)
6.4.2 森林与二叉树的转换	(166)
6.4.3 树和森林的遍历	(168)
6.5 哈夫曼树及其应用	(170)

6.5.1 最优二叉树(哈夫曼树)	(170)
6.5.2 哈夫曼编码	(176)
6.5.3 哈夫曼树的其他应用	(179)
习题六	(181)
第7章 图	(184)
7.1 图的定义和术语	(184)
7.1.1 图形结构的实际背景	(184)
7.1.2 图的定义和术语	(185)
7.2 图的存储结构	(190)
7.2.1 邻接矩阵表示法	(191)
7.2.2 邻接表	(193)
7.2.3 十字链表	(195)
7.2.4 邻接多重表	(197)
7.3 图的遍历	(199)
7.3.1 深度优先搜索	(199)
7.3.2 广度优先搜索	(201)
7.4 图的连通性问题	(203)
7.4.1 无向图的连通分量和生成树	(203)
7.4.2 有向图的强连通分量	(203)
7.4.3 最小生成树	(204)
7.5 拓扑排序	(208)
7.6 关键路径	(211)
7.6.1 AOE 网	(211)
7.6.2 关键路径	(212)
7.7 最短路径	(216)
7.7.1 从某个源点到其余各顶点的最短路径	(217)
7.7.2 每一对顶点之间的最短路径	(218)
习题七	(221)

第8章 查找	(224)
8.1 静态查找表	(225)
8.1.1 顺序表的查找	(225)
8.1.2 有序表的查找	(227)
8.1.3 索引顺序表的查找	(229)
8.2 动态查找表	(231)
8.2.1 二叉排序树和平衡二叉树	(231)
8.2.2 B-树 B ⁺ 树	(240)
8.3 哈希表	(245)
8.3.1 哈希表的概念及作用	(245)
8.3.2 构造哈希表的基本方法	(246)
8.3.3 处理冲突的方法	(249)
习题八	(252)
第9章 排序	(254)
9.1 排序的基本概念	(254)
9.2 插入排序	(256)
9.2.1 直接插入排序	(256)
9.2.2 折半插入排序	(257)
9.2.3 表插入排序	(258)
9.2.4 希尔排序	(260)
9.3 快速排序	(261)
9.3.1 冒泡排序	(262)
9.3.2 快速排序	(263)
9.4 选择排序	(265)
9.4.1 简单选择排序	(265)
9.4.2 树形选择排序	(266)
9.4.3 堆排序	(267)

9.5 归并排序	(270)
9.6 基数排序	(271)
9.7 各种内部排序方法的比较讨论	(276)
9.8 外部排序介绍	(276)
习题九	(277)
第 10 章 文件	(280)
10.1 有关文件的基本概念	(280)
10.1.1 文件的类别	(280)
10.1.2 文件的操作	(281)
10.2 顺序文件	(282)
10.3 索引文件	(283)
10.4 散列文件	(284)
10.5 多关键字文件	(285)
10.5.1 多重表文件	(286)
10.5.2 倒排文件	(287)
习题十	(288)
参考文献	(289)