

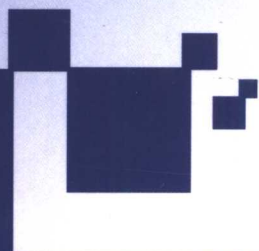
高等学校教材·计算机科学与技术

可赠送课件

jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

数据结构教程

李春葆 编著



清华大学出版社

高等学校教材·计算机科学与技术

数据结构教程

李春葆 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍了数据结构的基本知识和各种数据结构的具体应用。

全书分为14章, 主要内容包括数据结构的基本概念、线性表、栈和队列、串、数组和稀疏矩阵、递归算法、树和二叉树、广义表、图、各种查找算法的实现、排序算法的实现、文件结构以及采用面向对象方法描述算法等。

本书突出上机实习内容, 第1~13章给出大量的上机实验题, 供读者选用。书中精编了大量的实例, 这些实例体现了求解问题的方法和良好的程序设计风格。

本书适合作为高等院校计算机及其相关专业的本科生教材, 也可作为软件技术人员的参考用书。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构教程/李春葆编著. —北京: 清华大学出版社, 2005.1

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 7-302-09984-7

I. 数… II. 李… III. 数据结构—高等学校—教材 IV. TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第123134号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社总机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 丁 岭

文稿编辑: 霍志国

印 刷 者: 北京市密云胶印厂

装 订 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 22 字数: 540千字

版 次: 2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-09984-7/TP·6860

印 数: 1~4000

定 价: 28.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或(010)62795704

高等学校教材·计算机

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
刘 强 副教授
冯建华 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

北京交通大学

阮秋琦 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

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

上海第二工业大学

蒋川群 教授

浙江大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

南京大学

骆 斌 教授

| | | |
|----------|-----|-----|
| 南京航空航天大学 | 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 | 龚声蓉 | 教授 |
| 江苏大学 | 宋余庆 | 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 | 王林平 | 副教授 |
| | 魏开平 | 教授 |
| 武汉理工大学 | 李中年 | 教授 |
| 国防科技大学 | 赵克佳 | 教授 |
| | 肖侬 | 副教授 |
| 中南大学 | 陈松乔 | 教授 |
| 湖南大学 | 林亚平 | 教授 |
| | 邹北骥 | 教授 |
| 西安交通大学 | 沈钧毅 | 教授 |
| | 齐勇 | 教授 |
| 西北大学 | 周明全 | 教授 |
| 长安大学 | 巨永峰 | 教授 |
| 西安石油学院 | 方明 | 教授 |
| 西安邮电学院 | 陈莉君 | 副教授 |
| 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 |
| 长春工程学院 | 沙胜贤 | 教授 |
| 山东大学 | 孟祥旭 | 教授 |
| | 郝兴伟 | 教授 |
| 山东科技大学 | 郑永果 | 教授 |
| 中山大学 | 潘小轰 | 教授 |
| 厦门大学 | 冯少荣 | 教授 |
| 福州大学 | 林世平 | 副教授 |
| 云南大学 | 刘惟一 | 教授 |
| 重庆邮电学院 | 王国胤 | 教授 |
| 西南交通大学 | 杨燕 | 副教授 |

出版说明

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《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》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”，是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一，教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

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、顺应并符合新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”。首批推出的特色精品教材包括：

(1) 高等学校教材·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) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统

清华大学出版社经过近二十年的努力，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。清华版教材经过二十多年的精雕细刻，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
E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

数据结构是计算机学科的必修课程，涵盖了计算机学科的计算设计、数值分析、操作系统和编译原理等课程涉及的大部分相关算法的实现。学好该课程，不仅对这些后续课程的学习有很大帮助，而且在实际中有广泛的用途。

计算机是进行数据处理的工具，数据结构主要研究数据的各种组织形式以及建立在这些结构之上的各种运算的实现。它不仅为用计算机语言进行程序设计提供了方法性的理论指导，而且在一个更高的层次上总结了程序设计的常用方法和常用技巧。

本教程是作者针对数据结构课程概念多、算法灵活和抽象性强等特点，在总结长期教学经验的基础上编写的。全书分为 14 章，第 1 章为绪论，介绍数据结构的基本概念，特别强调算法分析的方法；第 2 章为线性表，介绍线性表的两种存储结构，即顺序表和链表的逻辑结构与基本运算的实现过程；第 3 章为栈和队列，介绍这两种特殊的线性结构的概念与应用；第 4 章为串，介绍串的概念与模式匹配算法；第 5 章为数组和稀疏矩阵数组，介绍多维数组和稀疏矩阵的概念与相关运算的实现过程；第 6 章为递归，较深入地讨论了计算机学科中递归设计方法，以及将递归算法转化为非递归算法的一般过程；第 7 章为树形结构，介绍树和二叉树的概念与各种运算的实现过程，其中特别突出二叉树的各种递归算法方法；第 8 章为广义表，介绍了广义表的存储结构和相关算法的实现过程；第 9 章为图，介绍图的概念和图的各种运算算法的实现过程；第 10 章为查找，介绍各种查找算法的实现过程；第 11 章为内排序，介绍各种内排序算法的实现过程；第 12 章为外排序，介绍各种外排序算法的实现过程；第 13 章为文件，介绍各类文件的组织结构。第 14 章为采用面向对象方法描述算法，介绍了面向对象的概念和用 C++ 描述数据结构算法的方法。

数据结构是一门应用性非常强的课程，学生在掌握各种数据结构，特别是存储结构的基础上，一定要尽可能多地上机实习，通过较多的实验把难以理解的抽象概念转化为实实在在的计算机能够正确运行的程序，这样才能将所学知识和实际应用结合起来，吸取算法的设计思想和精髓，提高运用这些知识解决实际问题的能力。因此，本教程突出上机实习内容，除最后一章外其余各章都给出大量的上机实验题，供教师和学生选用。另外书后给出了两个附录，附录 A 为综合实验题，目的是全面考查学生综合运用数据结构知识的能力，一般在本课程学习末期或者在专门的数据结构集中实习课（通常为 36 课时）中向学生布置；附录 B 为学生提交的实验报告的格式。

为了便于学习和上机实验，我们还编写了与本教程配套的《数据结构教程学习指导》和《数据结构教程上机实验指导》两本教材，构成一个完整的教学系列。本系列中所有程序均在 Visual C++ 6.0 环境下调试通过。

本教程和相关学习指导的编写得到武汉大学教务部“数据结构综合教学改革”教学

项目的支持,是本课程组许多教师多年来在数据结构课程教学研究和教学改革中的经验与成果的结晶。特别得到何炎祥、黄竟伟、苏光奎、黄水松、薛超英、尹为民等多位教授和博导的大力帮助,作者在此表示衷心感谢。

由于水平所限,尽管编者不遗余力,仍可能存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编者
2004.7.30

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 数据结构 | 1 |
| 1.1.1 数据结构的定义 | 1 |
| 1.1.2 逻辑结构类型 | 4 |
| 1.1.3 存储结构类型 | 6 |
| 1.1.4 数据结构和数据类型 | 7 |
| 1.2 算法及其描述 | 10 |
| 1.2.1 算法 | 10 |
| 1.2.2 算法描述 | 11 |
| 1.3 算法分析 | 13 |
| 1.3.1 算法设计的目标 | 13 |
| 1.3.2 算法效率分析 | 13 |
| 1.3.3 算法存储空间分析 | 16 |
| 1.4 小结 | 17 |
| 1.5 习题 | 17 |
| 1.6 上机实验题 | 18 |
| 第 2 章 线性表 | 20 |
| 2.1 线性表及其逻辑结构 | 20 |
| 2.1.1 线性表的定义 | 20 |
| 2.1.2 线性表的抽象数据类型描述 | 21 |
| 2.2 线性表的顺序存储结构 | 22 |
| 2.2.1 线性表的顺序存储结构——顺序表 | 22 |
| 2.2.2 顺序表基本运算的实现 | 23 |
| 2.3 线性表的链式存储结构 | 28 |
| 2.3.1 线性表的链式存储结构——链表 | 28 |
| 2.3.2 单链表基本运算的实现 | 29 |
| 2.3.3 双链表 | 35 |
| 2.3.4 循环链表 | 38 |
| 2.3.5 静态链表 | 39 |
| 2.4 线性表的应用 | 44 |
| 2.5 有序表 | 47 |
| 2.6 小结 | 50 |
| 2.7 习题 | 50 |

| | | |
|------------|--------------------|------------|
| 2.8 | 上机实验题 | 51 |
| 第3章 | 栈和队列 | 54 |
| 3.1 | 栈 | 54 |
| 3.1.1 | 栈的定义 | 54 |
| 3.1.2 | 栈的顺序存储结构及其基本运算的实现 | 56 |
| 3.1.3 | 栈的链式存储结构及其基本运算的实现 | 57 |
| 3.1.4 | 栈的应用举例 | 60 |
| 3.2 | 队列 | 66 |
| 3.2.1 | 队列的定义 | 67 |
| 3.2.2 | 队列的顺序存储结构及其基本运算的实现 | 67 |
| 3.2.3 | 队列的链式存储结构及其基本运算的实现 | 70 |
| 3.2.4 | 队列的应用举例 | 73 |
| 3.3 | 小结 | 77 |
| 3.4 | 习题 | 77 |
| 3.5 | 上机实验题 | 78 |
| 第4章 | 串 | 81 |
| 4.1 | 串的基本概念 | 81 |
| 4.2 | 串的存储结构 | 82 |
| 4.2.1 | 串的顺序存储结构——顺序串 | 82 |
| 4.2.2 | 串的链式存储结构——链串 | 87 |
| 4.3 | 串的模式匹配 | 93 |
| 4.3.1 | Brute-Force 算法 | 93 |
| 4.3.2 | KMP 算法 | 94 |
| 4.4 | 小结 | 98 |
| 4.5 | 习题 | 98 |
| 4.6 | 上机实验题 | 98 |
| 第5章 | 数组和稀疏矩阵 | 100 |
| 5.1 | 数组 | 100 |
| 5.1.1 | 数组的基本概念 | 100 |
| 5.1.2 | 数组的存储结构 | 101 |
| 5.1.3 | 特殊矩阵的压缩存储 | 103 |
| 5.2 | 稀疏矩阵 | 105 |
| 5.2.1 | 稀疏矩阵的三元组表示 | 105 |
| 5.2.2 | 稀疏矩阵的十字链表表示 | 109 |
| 5.3 | 小结 | 113 |
| 5.4 | 习题 | 113 |

| | | |
|--------------|--------------------|------------|
| 5.5 | 上机实验题..... | 114 |
| 第 6 章 | 递归 | 115 |
| 6.1 | 什么是递归..... | 115 |
| 6.1.1 | 递归的定义..... | 115 |
| 6.1.2 | 何时使用递归..... | 116 |
| 6.1.3 | 递归模型..... | 117 |
| 6.1.4 | 递归与数学归纳法..... | 118 |
| 6.2 | 递归调用的实现原理..... | 119 |
| 6.3 | 递归算法的设计..... | 121 |
| 6.4 | 递归算法到非递归算法的转换..... | 122 |
| 6.4.1 | 尾递归和单向递归的消除..... | 123 |
| 6.4.2 | 模拟系统运行时的栈消除递归..... | 124 |
| 6.5 | 小结..... | 129 |
| 6.6 | 习题..... | 129 |
| 6.7 | 上机实验题..... | 129 |
| 第 7 章 | 树形结构 | 131 |
| 7.1 | 树的基本概念..... | 131 |
| 7.1.1 | 树的定义..... | 131 |
| 7.1.2 | 树的逻辑表示方法..... | 132 |
| 7.1.3 | 树的基本术语..... | 132 |
| 7.1.4 | 树的性质..... | 133 |
| 7.1.5 | 树的基本运算..... | 135 |
| 7.1.6 | 树的存储结构..... | 136 |
| 7.2 | 二叉树概念和性质..... | 138 |
| 7.2.1 | 二叉树概念..... | 138 |
| 7.2.2 | 二叉树性质..... | 138 |
| 7.2.3 | 二叉树与树、森林之间的转换..... | 140 |
| 7.3 | 二叉树存储结构..... | 142 |
| 7.3.1 | 二叉树的顺序存储结构..... | 142 |
| 7.3.2 | 二叉树的链式存储结构..... | 143 |
| 7.4 | 二叉树的遍历..... | 143 |
| 7.4.1 | 二叉树遍历的概念..... | 143 |
| 7.4.2 | 二叉树遍历递归算法..... | 144 |
| 7.4.3 | 二叉树遍历非递归算法..... | 145 |
| 7.5 | 二叉树的基本运算及其实现..... | 151 |
| 7.5.1 | 二叉树的基本运算..... | 151 |
| 7.5.2 | 二叉树的基本运算算法实现..... | 151 |

| | | |
|------------|-------------------|------------|
| 7.6 | 二叉树的构造..... | 157 |
| 7.7 | 线索二叉树..... | 161 |
| 7.7.1 | 线索二叉树的概念..... | 161 |
| 7.7.2 | 线索化二叉树..... | 162 |
| 7.7.3 | 遍历线索化二叉树..... | 164 |
| 7.8 | 哈夫曼树..... | 165 |
| 7.8.1 | 哈夫曼树概述..... | 165 |
| 7.8.2 | 哈夫曼树的构造算法..... | 166 |
| 7.8.3 | 哈夫曼编码..... | 167 |
| 7.9 | 小结..... | 169 |
| 7.10 | 习题..... | 170 |
| 7.11 | 上机实验题..... | 170 |
| 第8章 | 广义表 | 172 |
| 8.1 | 广义表的定义..... | 172 |
| 8.2 | 广义表的存储结构..... | 174 |
| 8.3 | 广义表的运算..... | 175 |
| 8.4 | 小结..... | 182 |
| 8.5 | 习题..... | 182 |
| 8.6 | 上机实验题..... | 183 |
| 第9章 | 图 | 184 |
| 9.1 | 图的基本概念..... | 184 |
| 9.1.1 | 图的定义..... | 184 |
| 9.1.2 | 图的基本术语..... | 185 |
| 9.2 | 图的存储结构..... | 187 |
| 9.2.1 | 邻接矩阵存储方法..... | 187 |
| 9.2.2 | 邻接表存储方法..... | 189 |
| 9.2.3 | 十字邻接表存储方法..... | 191 |
| 9.2.4 | 邻接多重表存储方法..... | 192 |
| 9.3 | 图的遍历..... | 193 |
| 9.3.1 | 图的遍历的概念..... | 193 |
| 9.3.2 | 深度优先搜索遍历..... | 194 |
| 9.3.3 | 广度优先搜索遍历..... | 195 |
| 9.3.4 | 非连通图的遍历..... | 196 |
| 9.4 | 生成树和最小生成树..... | 196 |
| 9.4.1 | 生成树的概念..... | 196 |
| 9.4.2 | 无向图的连通分量和生成树..... | 197 |
| 9.4.3 | 有向图的强连通分量..... | 198 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 9.4.4 普里姆算法..... | 199 |
| 9.4.5 克鲁斯卡尔算法..... | 200 |
| 9.5 最短路径..... | 202 |
| 9.5.1 路径的概念..... | 202 |
| 9.5.2 从一个顶点到其余各顶点的最短路径..... | 202 |
| 9.5.3 每对顶点之间的最短路径..... | 207 |
| 9.6 拓扑排序..... | 211 |
| 9.7 AOE 网与关键路径..... | 213 |
| 9.8 小结..... | 217 |
| 9.9 习题..... | 217 |
| 9.10 上机实验题..... | 217 |
| 第 10 章 查找 | 220 |
| 10.1 查找的基本概念..... | 220 |
| 10.2 线性表的查找..... | 220 |
| 10.2.1 顺序查找..... | 221 |
| 10.2.2 二分查找..... | 221 |
| 10.2.3 分块查找..... | 224 |
| 10.3 树表的查找..... | 226 |
| 10.3.1 二叉排序树..... | 226 |
| 10.3.2 平衡二叉树..... | 233 |
| 10.3.3 B-树..... | 245 |
| 10.3.4 B+树..... | 256 |
| 10.4 哈希表查找..... | 257 |
| 10.4.1 哈希表的基本概念..... | 257 |
| 10.4.2 哈希函数构造方法..... | 258 |
| 10.4.3 哈希冲突解决方法..... | 259 |
| 10.4.4 哈希表上的运算..... | 261 |
| 10.5 小结..... | 265 |
| 10.6 习题..... | 265 |
| 10.7 上机实验题..... | 265 |
| 第 11 章 内排序 | 267 |
| 11.1 排序的基本概念..... | 267 |
| 11.2 插入排序..... | 268 |
| 11.2.1 直接插入排序..... | 268 |
| 11.2.2 希尔排序..... | 269 |
| 11.3 交换排序..... | 271 |
| 11.3.1 冒泡排序..... | 271 |

| | | |
|---------------|---------------------|------------|
| 11.3.2 | 快速排序 | 272 |
| 11.4 | 选择排序 | 274 |
| 11.4.1 | 直接选择排序 | 275 |
| 11.4.2 | 堆排序 | 276 |
| 11.5 | 归并排序 | 279 |
| 11.6 | 基数排序 | 282 |
| 11.7 | 各种内排序方法的比较和选择 | 285 |
| 11.8 | 小结 | 286 |
| 11.9 | 习题 | 286 |
| 11.10 | 上机实验题 | 287 |
| 第 12 章 | 外排序 | 288 |
| 12.1 | 外排序概述 | 288 |
| 12.2 | 磁盘排序 | 289 |
| 12.2.1 | 磁盘排序过程 | 289 |
| 12.2.2 | 多路平衡归并 | 290 |
| 12.2.3 | 初始归并段的生成 | 292 |
| 12.2.4 | 最佳归并树 | 294 |
| 12.3 | 磁带排序 | 296 |
| 12.3.1 | 多路平衡归并排序 | 296 |
| 12.3.2 | 多阶段归并排序 | 297 |
| 12.4 | 小结 | 299 |
| 12.5 | 习题 | 299 |
| 12.6 | 上机实验题 | 299 |
| 第 13 章 | 文件 | 300 |
| 13.1 | 文件的基本概念 | 300 |
| 13.1.1 | 文件 | 300 |
| 13.1.2 | 文件的逻辑结构及操作 | 301 |
| 13.1.3 | 文件的存储结构 | 301 |
| 13.2 | 顺序文件 | 301 |
| 13.3 | 索引文件 | 302 |
| 13.3.1 | ISAM 文件 | 303 |
| 13.3.2 | VSAM 文件 | 306 |
| 13.4 | 哈希文件 | 308 |
| 13.5 | 多关键字文件 | 309 |
| 13.5.1 | 多重表文件 | 309 |
| 13.5.2 | 倒排文件 | 310 |
| 13.6 | 小结 | 310 |

| | | |
|---------------|---------------------------|------------|
| 13.7 | 习题..... | 310 |
| 13.8 | 上机实验题..... | 311 |
| 第 14 章 | 采用面向对象的方法描述算法..... | 312 |
| 14.1 | 面向对象的概念..... | 312 |
| 14.2 | 用 C++ 描述面向对象的程序..... | 313 |
| 14.2.1 | 类..... | 314 |
| 14.2.2 | 类对象..... | 316 |
| 14.2.3 | 构造函数和析构函数..... | 317 |
| 14.2.4 | 派生类..... | 320 |
| 14.3 | 用 C++ 描述数据结构算法..... | 323 |
| 14.3.1 | 顺序表类..... | 323 |
| 14.3.2 | 链栈类..... | 325 |
| 14.3.3 | 二叉树类..... | 328 |
| 附录 A | 综合实验题..... | 332 |
| 附录 B | 实验报告格式..... | 333 |
| | 参考文献..... | 334 |

第1章 绪 论

“数据结构”是计算机及相关专业的专业基础课之一，是一门十分重要的核心课程。它为计算机专业的后续课程(如操作系统、编译原理、数据库原理和软件工程等)学习打下坚实的基础。

另外，随着计算机应用领域的不断扩大，非数值计算问题占据了当今计算机应用的绝大多数，简单的数据类型已经远远不能满足需要，各数据元素之间的复杂联系已经不是普通数学方程式所能表达的了，无论设计系统软件还是应用软件都会用到各种复杂的数据结构。因此，掌握好数据结构课程的知识，对于提高解决实际问题的能力将会有很大的帮助。实际上，一个“好”的程序就是选择一个合理的数据结构和好的算法，而好的算法的选择很大程度上取决于描述实际问题所采用的数据结构，所以，要想编写出“好”的程序，仅仅学习计算机语言是不够的，必须扎实地掌握数据结构的基本知识和基本技能。

1.1 数据结构

在了解数据结构的重要性之后，我们开始介绍数据结构的定义。本节先从一个简单的学生表例子入手，继而给出数据结构的严格定义，接着分析数据结构的几种类型，最后给出数据结构和数据类型之间的区别与联系。

1.1.1 数据结构的定义

数据是人们利用文字符号、数字符号以及其他规定的符号对现实世界的事物及其活动所做的抽象描述。例如，日常生活中使用的各种文字、数字和特定符号都是数据。从计算机的角度看，数据是所有能被输入到计算机中，且能被计算机处理的符号的集合。它是计算机操作的对象总称，也是计算机处理的信息的某种特定的符号表示形式(例如，200402班学生数据就是该班全体学生记录的集合)。

数据元素是数据(集合)中的一个“个体”，是数据的基本单位(例如，200402班中的每个学生记录都是一个数据元素)。在有些情况下，数据元素也称为元素、结点、顶点、记录等。有时候，一个数据元素可以由若干个数据项组成。数据项是具有独立含义的数据最小单位，称为字段或域(例如，200402班中每个数据元素即学生记录是由学号、姓名、性别和班号等数据项组成)。数据元素可以是数据项的集合。

数据结构是指数据以及相互之间的联系，可以看作是相互之间存在着某种特定关系的数据元素的集合，因此，可以把数据结构看作是带结构的数据元素的集合。数据结构包括如下几个方面：

- (1) 数据元素之间的逻辑关系，即数据的逻辑结构。