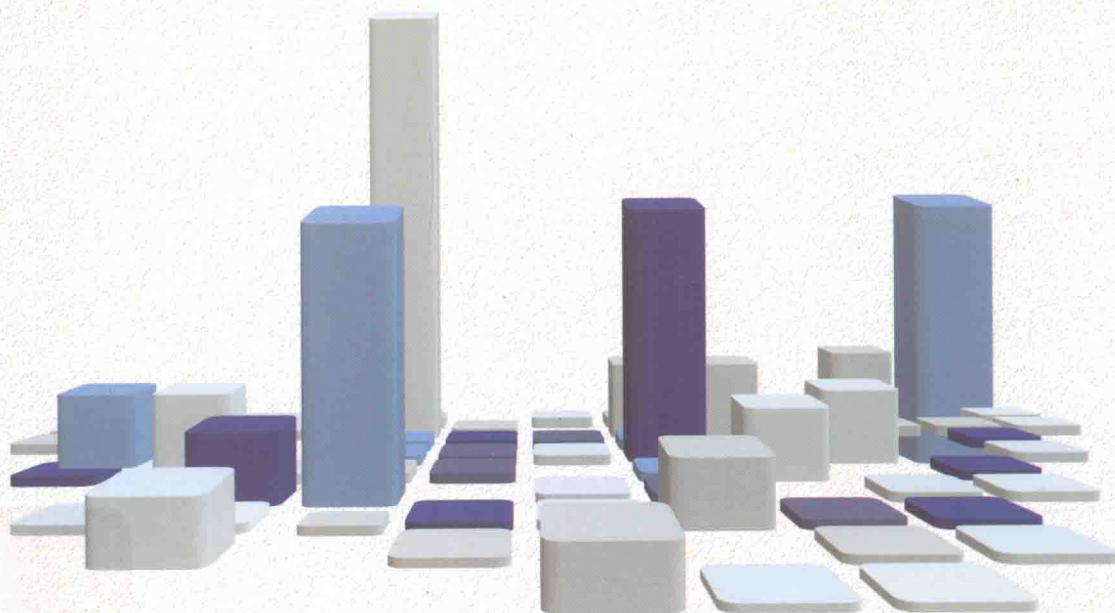


高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材

数据结构

Data Structure

赵敏媛 施一萍 张 辉 编著



清华大学出版社 中国美术学院美术考级教材 素描分册

数据 结构

清华大学出版社 中国美术学院美术考级教材 素描分册

清华大学出版社 中国美术学院美术考级教材 素描分册



高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材

数 据 结 构

赵敏媛 施一萍 张 辉 编著

内 容 简 介

本书前半部分从抽象数据类型的角度讨论各种常用的数据结构及其应用,包括线性表、栈、队列、数组、树和二叉树、图等,阐述各种数据结构的逻辑结构,讨论它们在计算机中的存储表示,以及在不同存储结构下运算算法的实现,并对算法的效率进行了简要分析。本书后半部分主要讨论查找和排序的各种实现方法及其综合分析比较。全书采用 C 语言作为数据结构和算法的描述工具。为了帮助读者进一步深入理解教材内容,巩固概念,各章配有难易适当的习题,以适应不同程度读者练习的需要。

本书结构清晰、语言精练、注重应用,强调系统性和实用性的结合,适合作为高等学校计算机及相关专业的本科教材或参考书,也可作为计算机爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构 / 赵敏媛, 施一萍, 张辉编著. — 北京:
中国铁道出版社, 2011.8
高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材
ISBN 978-7-113-13032-9

I. ①数… II. ①赵… ②施… ③张… III. ①数据结
构—高等学校—教材 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 098218 号

书 名: 数据结构
作 者: 赵敏媛 施一萍 张 辉 编著

策划编辑: 严晓舟
责任编辑: 周海燕
特邀编辑: 王 惠
封面设计: 付 巍
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820
编辑助理: 包 宁
封面制作: 白 雪

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)
印 刷: 北京华正印刷有限公司
版 次: 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11.5 字数: 268 千
印 数: 3 000 册
书 号: ISBN 978-7-113-13032-9
定 价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材研究开发中心联系调换。

编 审 委 员 会

主 任: 何新贵 教授、中国工程院院士 (北京大学)

副主任: (按姓氏笔画排序)

刘瑞挺	教授	(南开大学)
罗晓沛	教授	(中国科学院研究生院)
岳丽华	教授	(中国科学技术大学)
周广声	教授	(上海海事大学)
徐洁磐	教授	(南京大学)

委 员: (按姓氏笔画排序)

王 浩	教授	(合肥工业大学)
王晓峰	教授	(上海海事大学)
史九林	教授	(南京大学)
白晓颖	教授	(清华大学)
刘 强	副教授	(清华大学)
许 勇	教授	(安徽师范大学)
孙志挥	教授	(东南大学)
李龙澍	教授	(安徽大学)
李银胜	副教授	(复旦大学)
李盛恩	教授	(山东建筑大学)
李敬兆	教授	(安徽理工大学)
杨吉江	教授	(清华大学)
何守才	教授	(上海第二工业大学)
余 粟	副教授	(上海工程技术大学)
张 莉	教授	(北京航空航天大学)
张 瑜	教授	(上海工程技术大学)
张燕平	教授	(安徽大学)
陈世福	教授	(南京大学)
陈涵生	研究员	(上海华东计算技术研究所)
迟洪钦	副教授	(上海师范大学)
林钧海	教授	(南京航空航天大学)
金志权	教授	(南京大学)
周鸣争	教授	(安徽工程科技学院)
周根林	教授级高工	(中电集团)
郑人杰	教授	(清华大学)
胡学钢	教授	(合肥工业大学)
姜同强	副教授	(北京工商大学)
徐永森	教授	(南京大学)
殷人昆	教授	(清华大学)
郭学俊	教授	(河海大学)
黄上腾	教授	(上海交通大学)
董继润	教授	(山东大学)
蔡瑞英	教授	(南京工业大学)

当前,世界格局深刻变化,科技进步日新月异,人才竞争日趋激烈。我国经济建设、政治建设、文化建设、社会建设以及生态文明建设全面推进,工业化、信息化、城镇化和国际化深入发展,人口、资源、环境压力日益加大,调整经济结构、转变发展方式的要求更加迫切。国际金融危机进一步凸显了提高国民素质、培养创新人才的重要性和紧迫性。我国未来发展关键靠人才,根本在教育。

高等教育承担着培养高级专门人才、发展科学技术与文化、促进现代化建设的重大任务。近年来,我国的高等教育获得了前所未有的发展,大学数量从1950年的220余所已上升到2008年的2200余所。但目前诸如学生适应社会以及就业和创业能力不强,创新型、实用型、复合型人才紧缺等高等教育与社会经济发展不相适应的问题越来越凸显。2010年7月发布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出了高等教育要“建立动态调整机制,不断优化高等教育结构,重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”的要求。因此,新一轮高等教育类型结构调整成为必然,许多高校特别是地方本科院校面临转型和准确定位的问题。这些高校立足于自身发展和社会需要,选择了应用型发展道路。应用型本科教育虽早已存在,但近几年才开始大力发展,并根据社会对人才的需求,扩充了新的教育理念,现已成为我国高等教育的一支重要力量。发展应用型本科教育,也已成为中国高等教育改革与发展的重要方向。

应用型本科教育既不同于传统的研究型本科教育,又区别于高职高专教育。研究型本科培养的人才将承担国家基础型、原创型和前瞻型的科学研究,它应培养理论型、学术型和创新型的研究人才。高职高专教育培养的是面向具体行业岗位的高素质、技能型人才,通俗地说,就是高级技术“蓝领”。而应用型本科培养的是面向生产第一线的本科层次的应用型人才。由于长期受“精英”教育理念的支配,脱离实际、盲目攀比,高等教育普遍存在重视理论型和学术型人才培养的偏向,忽视或轻视应用型、实践型人才的培养。在教学内容和教学方法上过多地强调理论教育、学术教育而忽视实践能力的培养,造成我国“学术型”人才相对过剩,而应用型人才严重不足的被动局面。

应用型本科教育不是低层次的高等教育,而是高等教育大众化阶段的一种新型教育层次。计算机应用型本科的培养目标是:面向现代社会,培养掌握计算机学科领域的软硬件专业知识和专业技术,在生产、建设、管理、生活服务等一线岗位,直接从事计算机应用系统的分析、设计、开发和维护等实际工作,维持生产、生活正常运转的应用型本科人才。计算机应用型本科人才有较强的技术思维能力和技术应用能力,是现代计算机软、硬件技术的应用者、实施者、实现者和组织者。应用型本科教育强调理论知识和实践知识并重,相应地其教材更强调“用、新、精、适”。所谓“用”,是指教材的“可用性”、“实用性”和“易用性”,即教材内容要反映本学科基本原理、思想、技术和方法在相关现实领域的典型应用,介绍应用的具体环境、条件、方法和效果,培养学生根据现实问题选择合适的科学思想、理论、技术和方法去分析、解决实际问题的能力。所谓“新”,是指教材内容应及时反映本学科的最新发展和最新技术成就,以及这些新知识和新成就在行业、生产、管理、服务等方面的最新应用,从而有效地保证学生“学

以致用”。所谓“精”，不是一般意义的“少而精”。事实常常告诉我们“少”与“精”是有矛盾的，数量的减少并不能直接导致质量的提高。而且，“精”又是对“宽与厚”的直接“背叛”。因此，教材要做到“精”，教材的编写者要在“用”和“新”的基础上对教材的内容进行去伪存真的精练工作，精选学生终身受益的基础知识和基本技能，力求把含金量最高的知识传承给学生。“精”是最难掌握的原则，是对编写者能力和智慧的考验。所谓“适”，是指各部分内容的知识深度、难度和知识量要适合应用型本科的教育层次、适合培养目标的既定方向、适合应用型本科学生的理解程度和接受能力。教材文字叙述应贯彻启发式、深入浅出、理论联系实际、适合教学实践，使学生能够形成对专业知识的整体认识。以上四个方面不是孤立的，而是相互依存的，并具有某种优先顺序。“用”是教材建设的唯一目的和出发点，“用”是“新”、“精”、“适”的最后归宿。“精”是“用”和“新”的进一步升华。“适”是教材与计算机应用型本科培养目标符合度的检验，是教材与计算机应用型本科人才培养规格适应度的检验。

中国铁道出版社同高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材编审委员会经过近两年的前期调研，专门为应用型本科计算机专业学生策划出版了理论深入、内容充实、材料新颖、范围较广、叙述简洁、条理清晰的系列教材。本系列教材在以往教材的基础上大胆创新，在内容编排上努力将理论与实践相结合，尽可能反映计算机专业的最新发展；在内容表达上力求由浅入深、通俗易懂；编写的内容主要包括计算机专业基础课和计算机专业课；在内容和形式体例上力求科学、合理、严密和完整，具有较强的系统性和实用性。

本系列教材是针对应用型本科层次的计算机专业编写的，是作者在教学层次上采纳了众多教学理论和实践的经验及总结，不但适合计算机等专业本科生使用，也可供从事 IT 行业或有关科学研究工作的人员参考，适合对该新领域感兴趣的读者阅读。

在本系列教材出版过程中，得到了计算机界很多院士和专家的支持和指导，中国铁道出版社多位编辑为本系列教材的出版做出了很大贡献，本系列教材的完成不但依靠了全体作者的共同努力，同时也参考了许多中外有关研究者的文献和著作，在此一并致谢。

应用型本科是一个日新月异的领域，许多问题尚在发展和探讨之中，观点的不同、体系的差异在所难免，本系列教材如有不当之处，恳请专家及读者批评指正。

“高等学校计算机类课程应用型人才培养规划教材”编审委员会

2011 年 1 月

数据结构是计算机及其相关专业的核心基础课程,涵盖了计算机学科的设计、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。学好本课程,不仅对后续课程的学习有很大帮助,而且对实际问题的解决能起到关键的作用。

数据结构主要研究数据的组织形式以及建立在这些结构之上的各种运算的实现。数据结构课程的一个重要任务是培养进行复杂程序设计的能力和好的程序设计习惯,使学生掌握数据的组织方法,选择合适的数据结构来实现相应的设计,使实际问题获得最好的解决方案,从而提高学生的软件设计和编程水平。本书是针对培养计算机专业应用型本科人才的需要,结合计算机专业的相关教学大纲编写的,在内容选取上符合应用型本科人才培养目标的要求,在内容的组织编排上体现理论与应用相结合的原则,兼顾学科的广度和深度,适用面广。

全书共分为9章:第1章为绪论,介绍数据结构的基本概念和算法分析方法;第2章介绍线性表,讨论线性表的逻辑结构、线性表的顺序存储和链式存储;第3章和第4章分别讨论栈和队列的特点及其在不同存储结构上的基本运算实现;第5章介绍数组的表示,讨论特殊矩阵的压缩存储方法和稀疏矩阵的表示;第6章介绍树和二叉树,讨论树和二叉树的概念与各种运算;第7章介绍图,讨论图的存储结构及相关算法;第8章介绍各种常用的查找方法及其实现;第9章介绍排序,讨论各种常用的排序方法及其实现。鉴于目前“C语言程序设计”已经普遍成为数据结构的先修课,全书采用C语言作为数据结构和算法的描述工具。为了帮助读者进一步深入理解教材内容,巩固概念,各章都配有难易适当的习题,以适应不同程度读者练习的需要。

本书特色

1. 理论和实践应用相结合

应用型人才的培养应该着重能力培养,教材的内容也应该注重理论知识与实践的结合。本书在理论讲解中穿插演示性例题,使枯燥的理论变得更容易理解和接受;此外,在每一章的最后都有相应数据结构的应用实例,目的是加深理解,强化应用。

2. 系统性和实用性相结合

各种数据结构的介绍都采用抽象数据类型的定义,引导读者学习抽象数据类型的使用,为今后学习面向对象程序设计作一些铺垫。在介绍数据结构的基本运算及其应用时,不仅仅局限于算法思想,而且还着眼于灵活运用和程序实现,书中给出的部分应用示例的完整源程序,都在 Visual C++ 6.0 环境下调试通过,具有很好的实用价值,也便于读者自学。

本课程的先修课程有高级语言程序设计和离散数学。开设本课程时,授课学时为48~64学时,教师可以根据相应教学大纲及学时安排,选讲部分内容。

本书是上海工程技术大学的三位教师在多年从事C语言、数据结构以及计算机软件开发工作的基础上编写的,第1章~第4章由赵敏媛编写,第5章和第6章由张辉编写,第7章~第9章由施一萍编写。

本书由南京大学徐洁磐教授主审，他在百忙之中认真审阅了全书，提出了许多宝贵的改进意见。在本书的编写过程中，还得到了上海海事大学周广声教授的关心和指导，在此一并表示衷心的感谢！

本书适合作为计算机及相关专业的本科教材或参考书，面向计算机科学与技术、计算机工程、软件工程、信息管理与系统等信息技术类专业，也可作计算机爱好者的自学参考书。

由于编者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者
2011 年 5 月

第 1 章 绪论	1
1.1 数据结构的概念	1
1.1.1 基本概念和术语	1
1.1.2 逻辑结构	2
1.1.3 存储结构	4
1.1.4 抽象数据类型	5
1.2 算法	7
1.2.1 算法的描述	7
1.2.2 算法设计的要求	7
1.2.3 算法分析	7
第 2 章 线性表	12
2.1 线性表的抽象数据类型	12
2.2 线性表的顺序存储结构	14
2.2.1 顺序表的类型定义	15
2.2.2 线性表基本运算在顺序表上的实现	15
2.2.3 顺序实现的算法分析	17
2.2.4 顺序表的应用举例	17
2.3 线性表的链式存储结构	19
2.3.1 单链表	19
2.3.2 单循环链表	26
2.3.3 双向链表	27
第 3 章 栈	31
3.1 栈的抽象数据类型	31
3.2 栈的顺序存储结构	33
3.2.1 顺序栈的类型定义	33
3.2.2 栈基本运算在顺序栈上的实现	34
3.2.3 顺序栈的应用举例	35
3.3 栈的链式存储结构	36
3.3.1 链栈的类型定义	37
3.3.2 栈基本运算在链栈上的实现	37
3.3.3 链栈的应用举例	38
3.4 栈与递归的实现	39

第4章	队列	42
4.1	队列的抽象数据类型	42
4.2	队列的顺序存储结构	44
4.2.1	循环队列的类型定义	45
4.2.2	队列基本运算在循环队列上的实现	45
4.2.3	循环队列的应用举例	46
4.3	队列的链式存储结构	47
4.3.1	链队列的类型定义	47
4.3.2	队列基本运算在链队列上的实现	48
4.3.3	链队列的应用举例	49
第5章	数组和稀疏矩阵	52
5.1	数组的概念与表示	52
5.1.1	数组的概念	52
5.1.2	数组的顺序表示	54
5.1.3	特殊矩阵的压缩存储	56
5.2	稀疏矩阵	57
5.2.1	稀疏矩阵的三元组表示	58
5.2.2	稀疏矩阵的十字链表表示	65
第6章	树和二叉树	69
6.1	树	69
6.1.1	树的定义和表示	69
6.1.2	树的基本术语和操作	71
6.1.3	树的存储结构	73
6.2	二叉树	76
6.2.1	二叉树的定义	76
6.2.2	二叉树的性质	79
6.2.3	二叉树的存储结构	81
6.3	二叉树的遍历	83
6.3.1	常用的二叉树遍历算法	83
6.3.2	遍历算法的应用	90
6.4	树和森林	92
6.4.1	森林转换为二叉树	92
6.4.2	二叉树转换为森林	93
6.4.3	树的遍历	94
6.4.4	森林的遍历	95
6.5	哈夫曼树及其应用	96
6.5.1	哈夫曼树	96

6.5.2	哈夫曼算法	97
6.5.3	哈夫曼编码	99
第 7 章	图	104
7.1	图的基本概念	104
7.1.1	图的抽象数据类型的定义	104
7.1.2	图的基本术语	106
7.2	图的存储结构	108
7.2.1	邻接矩阵	108
7.2.2	邻接表	110
7.3	图的遍历	112
7.3.1	深度优先搜索	112
7.3.2	广度优先搜索	114
7.4	最小生成树	115
7.4.1	普里姆算法	116
7.4.2	克鲁斯卡尔算法	119
7.5	拓扑排序	121
7.6	关键路径	124
7.7	最短路径	129
7.7.1	单源点最短路径	129
7.7.2	每对顶点之间的最短路径	131
第 8 章	查找	135
8.1	查找表	135
8.2	静态查找表	136
8.2.1	顺序查找	136
8.2.2	折半查找	137
8.2.3	分块查找	138
8.3	动态查找表	139
8.3.1	二叉排序树	139
8.3.2	平衡二叉树	143
8.4	哈希表	146
8.4.1	哈希函数的构造方法	146
8.4.2	哈希冲突的解决方法	147
第 9 章	排序	152
9.1	排序的基本概念	152
9.2	插入排序	153
9.2.1	直接插入排序	153
9.2.2	希尔排序	154

4 数据结构

9.3 交换排序	156
9.3.1 冒泡排序	156
9.3.2 快速排序	157
9.4 选择排序	159
9.4.1 直接选择排序	159
9.4.2 堆排序	159
9.5 归并排序	161
9.6 基数排序	162
附录 A 实验安排	167
附录 B 中英名词对照表	169
参考文献	171

第1章 绪论



本章导读

本章重点介绍数据结构的基本概念和算法的设计、描述及分析方法。

本章内容要点：

- 数据结构的基本概念；
- 算法和算法分析。



学习目标

通过学习本章内容，学生应该能够：

- 明确数据结构的相关概念；
- 明确数据的逻辑结构和存储结构的区别；
- 掌握算法描述的方法和算法分析的方法。

1.1 数据结构的概念

计算机科学的重要研究内容之一就是计算机进行数据表示和处理。这里面涉及两个问题：数据的表示和数据的处理。数据的表示和组织又直接关系到处理数据的程序的效率。随着计算机的普及，数据量的增加，数据范围的拓宽，使许多系统程序和应用程序的规模越来越大，结构越来越复杂。因此，为了编写出一个“好”程序，必须分析待处理的对象的特征及各对象之间存在的关系，合理地组织数据、高效地处理数据，这正是研究数据结构的目所在。数据结构研究的主要内容是计算机所处理数据元素间的关系及其操作实现的算法，包括数据的逻辑结构、数据的存储结构以及数据的运算。

1.1.1 基本概念和术语

数据是能被计算机识别、存储和加工处理的具有一定结构的符号的总称。数据包括文字、表格、图像等。例如，一个班的全部学生记录、一个部门所有职工的工资表、一个孩子的成长相册等都是数据。

数据项是具有独立意义的不可分割的最小数据单位。每个数据项都由类型和数据值两部分

组成，例如，某学生的年龄值为 20，其类型为整型。

数据元素是数据被使用时的基本单位，在计算机程序中通常作为一个整体进行处理。数据元素又称结点或记录，一个数据元素可由若干个数据项组成。例如，一个学生的个人信息为一个数据元素，而其中的每一项（如姓名、年龄等）为一个数据项。

数据对象是性质相同的数据元素的集合，是数据的一个子集。例如，大写字母数据对象是集合 $C=\{'A', 'B', \dots, 'Z'\}$ 。

数据结构由一个数据元素的集合和一系列基本运算组成。该集合中的数据元素之间存在一种或多种特定的关系。基本运算是使用某种结构的数据元素时，对数据的操作。例如，复数就是一种数据结构，它的数据元素集合包括两个数据元素，且这两个元素之间存在先后关系，第一个表示实部，第二个表示虚部，可以进行的基本操作有加、减、乘、除等。

1.1.2 逻辑结构

数据元素之间的逻辑关系称为数据的逻辑结构。数据的逻辑结构是从逻辑关系上描述数据，它与数据的存储无关，是独立于计算机的。因此，数据的逻辑结构可以看成是从具体问题抽象出来的数学模型。数据元素之间的逻辑关系主要有三种基本结构：

- ① 线性结构：结构中的数据元素之间存在一对一的关系（如例 1.1）。
- ② 树形结构：结构中的数据元素之间存在一对多的关系（如例 1.2）。
- ③ 图状结构：结构中的数据元素之间存在多对多的关系（如例 1.3）。图状结构又称网状结构。

图 1-1 所示为上述三种基本结构的关系图，图中的小圆圈表示数据元素。另外，还有第 8 章介绍的查找表和第 9 章中讨论的待排序列等。某些书中提到的“集合”中的数据元素除了“同属于一个集合”的关系外，没有其他关系，即关系集为空的数据结构，在本书中不作为基本结构来讨论。

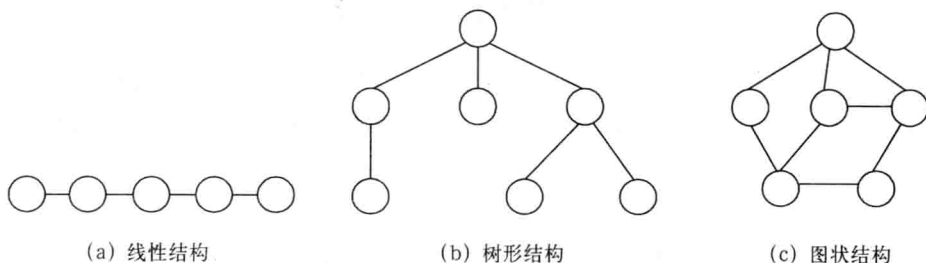


图 1-1 三种基本结构关系图

【例 1.1】 病人排队就诊问题。医院都实行先来先服务的原则，到医院看病的人需要排队。每个病人都有自己的病历卡，病历卡上有病历的编号和病人姓名等信息。这些病人的信息构成一张表，如表 1-1 所示。

表 1-1 中的元素之间存在先后顺序关系，是一种一对一的关系，所以说这张表是一种线性结构。

表 1-1 病人信息表

编 号	姓 名	性 别	年 龄	...
1001	张 华	女	23	...
1012	李林军	男	34	...
1203	陈 芳	女	26	...
1345	王 强	男	55	...
...	...	...	...	...

【例 1.2】 大学院系组织结构问题。大学里的每个学院都由几个系组成，每个系又分为多个教研室，因此，院系组织管理可以分层次进行，如图 1-2 所示。其中学院、系和教研室可视为数据元素，元素之间存在一种层次关系，也是一种一对多的关系，可见，这是一种典型的树形结构。

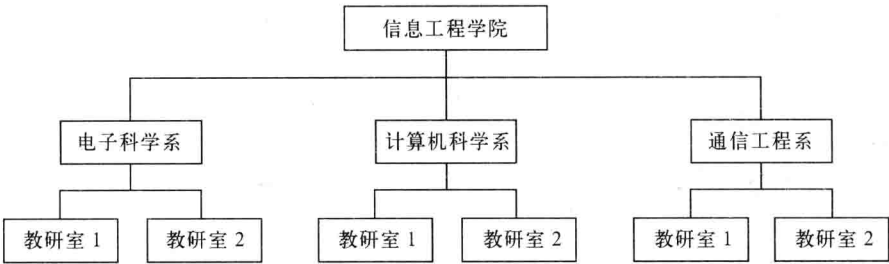


图 1-2 大学院系组织结构

【例 1.3】 教学计划编排问题。设某校计算机科学与技术专业的教学计划中，课程安排如表 1-2 所示。其中，有些课程必须按规定的先后次序进行学习，有些则没有次序要求，即有些课程之间存在先修和后续的关系，而有些课程可以任意安排次序。各课程间的这种关系可以用直观的图形来表示，如图 1-3 所示。图中的每个顶点表示一门课程，如果从顶点 C_i 到 C_j 之间存在有向边，则表示课程 i 必须先于课程 j 进行。

表 1-2 计算机科学与技术专业的课程设置

课 程 编 号	课 程 名 称	先 修 课 程
C_1	计算机导论	无
C_2	数据结构	C_1, C_4
C_3	汇编语言	C_1
C_4	高级语言程序设计	C_1
C_5	计算机图形学	C_2, C_3, C_4
C_6	接口技术	C_3
C_7	数据库原理	C_2, C_6
C_8	编译原理	C_4
C_9	操作系统	C_2

从图 1-3 中可以看出, 一门课程可以有多门先修课, 也可以有多门后续课, 即数据元素之间存在多对多的关系, 这是一种图状结构。

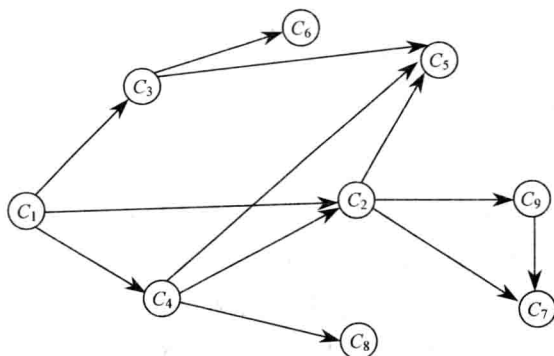


图 1-3 教学计划编排示意图

数据的逻辑结构在形式上可定义为一个二元组：

$\text{Data_Structure} = (D, R)$

其中, D 是数据元素的有限集, R 是 D 上的关系的有限集。

数据的逻辑结构也可以用相应的关系图来表示, 称为逻辑结构图。

【例 1.4】 设某数据的逻辑结构如图 1-4 (a) 所示, 则该数据结构可定义为如下的二元组：

$\text{Data_Structure} = (D, R)$

$D = \{a, b, c, d, e\}$

$R = \{r\}$

$r = \{(a, b), (a, c), (b, c), (b, d), (c, e), (d, e)\}$

【例 1.5】 假设某数据结构的形式定义为：

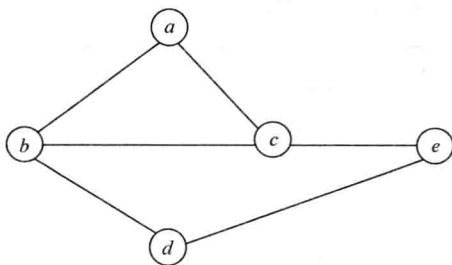
$\text{DS1} = (D, R)$

$D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

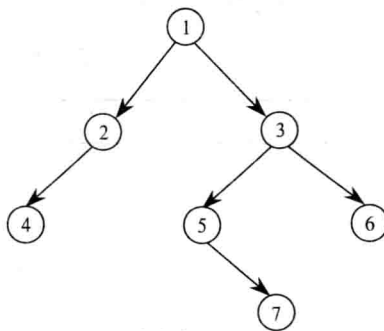
$R = \{r\}$

$r = \{\langle 1, 2 \rangle, \langle 1, 3 \rangle, \langle 2, 4 \rangle, \langle 3, 5 \rangle, \langle 3, 6 \rangle, \langle 5, 7 \rangle\}$

则其相应的逻辑结构如图 1-4 (b) 所示。



(a) 例 1.4 图



(b) 例 1.5 图

图 1-4 逻辑结构图

1.1.3 存储结构

数据结构在计算机中的表示称为数据的存储结构, 也称为物理结构。它包括元素的表示和关系的表示。基本的存储结构有两种: 顺序存储结构和链式存储结构。