



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

数据结构

(C语言描述) (第2版)

齐景嘉 王梦菊 主编
郭川军 主审



清华大学出版社



21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

数据结构

(C语言描述)(第2版)

齐景嘉 王梦菊 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分 10 章,详细介绍了各种数据结构以及查找、排序的各种方法,对每一种类型的数据结构都以实例为切入点,详细叙述其基本概念、逻辑结构、存储结构和常用算法。本书知识组织清晰、算法完整,便于读者上手,有配套出版的《数据结构习题与实训教程(C 语言描述)(第 2 版)》(ISBN978-7-302-40972-4),以便课后复习或参加各类技能考试及考研使用。

本书专为本科计算机类专业学生学习“数据结构”课程而编写,本着注重理论与应用相结合的原则,选材精细,对基本理论的叙述深入浅出、通俗易懂。书中实例丰富,对主要算法均给出了 C 语言函数。为了便于教学,每章后配有例题及例题解答。

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: C 语言描述/齐景嘉,王梦菊主编.--2 版.--北京:清华大学出版社,2015

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

ISBN 978-7-302-40973-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 166780 号

责任编辑:付弘宇 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14 字 数:354 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 2015 年 9 月第 2 版 印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:066033-01

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。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材
联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

数据结构课程是计算机专业的一门专业基础课程,也是计算机课程体系中的核心课程之一。该课程所介绍的数据的各种逻辑结构、存储结构及相关的算法既是程序设计的基础(特别是非数值程序设计的基础),又是设计和实现系统软件及大型应用软件的重要基础。

数据结构课程的教学要求是要让学生学会分析研究计算机加工的数据对象的特征。在面对一个非数值的应用问题时,引导学生根据对软件进行评价的基本标准,选择最佳的逻辑结构、存储结构和相应的算法,从而使学生逐步掌握编写执行速度快、占用空间少、可靠性高、可读性好的程序的设计方法和技巧。

《数据结构(C语言描述)(第2版)》是为“数据结构”课程编写的教材。本书介绍了常用数据结构的基本概念、逻辑特性和存储结构。主要内容包括线性表、链表、栈、队列、数组、串、树、图等数据结构以及查找和排序的算法。书中对各种算法和算法的应用均给出了相应的C语言函数和程序,具有一定的实用性。本书采用C语言作为数据结构和算法的描述语言,在对数据的存储结构和算法进行描述时,尽可能考虑C语言的特色,使算法简单易读,给出的每一个算法程序只要添加上主函数即可运行;同时,尽可能保持统一的风格、尽量使用抽象数据类型,这样用其他高级编程语言来改写这些程序也可以轻松实现。

本书概念表述严谨,逻辑推理严密,语言精练,知识结构脉络清晰,便于教学组织和实践操作。并有配套出版的《数据结构习题与实训教程(C语言描述)(第2版)》,(ISBN978-7-302-40972-4)既便于教学,又便于自学。本书可作为计算机类专业或信息类相关专业的本科或专科教材,也可以作为大学非计算机专业的选修课教材和计算机应用技术人员的学习读物或参考书。

本书共10章,总课时72学时左右,其中上机实习28学时。

第1章介绍数据结构的一般概念和算法分析的初步知识;第2章~第5章分别讨论了线性表、栈与队列、串、数组等逻辑结构及其在不同存储结构上各种操作的实现算法;第6章、第7章论述了树和图的两种重要的非线性逻辑结构、存储方法及重要的应用;第8章、第9章讨论了各种查找表及查找方法、各种排序算法及其应用。第10章讨论了文件的基本概念和相关算法。

书中每章带有本章学习目标和本章小结,除第1章外,每章的最后一节都精选了涉及该章内容的优秀案例,使学生通过阅读与实践,在样例的引导下,掌握编写实用程序的方法和技巧,既方便学生学习,又方便教师教学。对重点知识和总结性语句进行了突出显示,更加方便读者阅读。

本书由齐景嘉、王梦菊主编,蒋巍、夏丽华、刘玉喜副主编,郭川军主审,参加本书编写工作的还有徐辉和李凌霞。各章编写分工如下:

- 第1章和第2章由哈尔滨金融学院的齐景嘉编写;
- 第3章由上海财经大学的夏丽华编写;
- 第4章和第5章由哈尔滨师范大学的刘玉喜和哈尔滨金融学院的李凌霄编写;
- 第6章和第9章由哈尔滨金融学院的王梦菊编写;
- 第7章和第8章由哈尔滨金融学院的蒋巍编写;
- 第10章由黑龙江大学的徐辉编写;

全书由哈尔滨金融学院的齐景嘉统一编排定稿。

本书编者都是多年从事本课程教学的教师,但由于编者水平有限,不妥与疏漏之处在所难免,敬请广大读者指正。

本书的配套课件等资源可以从清华大学出版社网站 www.tup.com.cn 下载,本书及课件使用的相关问题请联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。

编 者

2015年7月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 基本概念与术语	3
1.3 抽象数据类型	6
1.4 算法和算法的分析	7
1.4.1 算法的基本概念	7
1.4.2 算法的时间复杂度	9
1.4.3 算法的空间复杂度	10
本章小结	11
第 2 章 线性表	12
2.1 线性表的逻辑结构	12
2.1.1 线性表的引例	12
2.1.2 线性表的定义	12
2.1.3 线性表的基本操作	13
2.2 线性表的顺序存储结构	13
2.2.1 顺序表结构	13
2.2.2 顺序表的基本操作	14
2.3 线性表的链式存储结构	17
2.3.1 链式存储结构	17
2.3.2 单链表上的基本运算	18
2.3.3 循环链表和双向链表	23
2.4 顺序表与链表的比较	25
2.5 线性表的应用	26
本章小结	28
第 3 章 栈和队列	30
3.1 栈	30
3.1.1 栈的引例	30
3.1.2 栈的类型定义	30

3.1.3	栈的顺序存储表示和操作的实现	31
3.1.4	栈的链式存储表示和操作的实现	33
3.2	栈的应用	35
3.3	队列	37
3.3.1	队列的引例	37
3.3.2	队列的定义及其基本操作	37
3.3.3	队列的顺序存储表示和操作的实现	38
3.3.4	队列的链式存储表示和操作的实现	41
3.4	队列的应用	44
	本章小结	46
第4章	串	47
4.1	串的简介	47
4.1.1	串的定义	47
4.1.2	串的各种运算简介	48
4.2	串的存储结构	50
4.2.1	串的定长顺序存储	50
4.2.2	串的堆分配存储	51
4.2.3	串的块链存储	51
4.3	串运算的实现	52
4.3.1	朴素模式匹配算法	52
4.3.2	模式匹配的 KMP 算法	53
4.3.3	模式匹配的 Brute-Force 算法	56
4.4	串的应用	60
	本章小结	64
第5章	数组与广义表	65
5.1	数组的定义和运算	65
5.1.1	数组的定义	66
5.1.2	基本运算	66
5.2	数组的顺序存储结构	67
5.2.1	行优先存储	67
5.2.2	列优先存储	67
5.3	矩阵的压缩存储	68
5.3.1	特殊矩阵——对称矩阵和三角矩阵	69
5.3.2	稀疏矩阵	70
5.4	广义表的定义与性质	77
5.4.1	广义表的定义	77
5.4.2	广义表的性质	77

5.5	广义表的存储结构	78
5.5.1	头尾表示法	78
5.5.2	孩子兄弟表示法	79
5.6	广义表的基本操作	80
5.7	数组的应用	83
	本章小结	90
第6章	树和二叉树	91
6.1	树的概念和基本操作	91
6.1.1	树的引例	91
6.1.2	树的定义和基本术语	92
6.1.3	树的表示方法	93
6.1.4	树的基本操作	94
6.2	二叉树	94
6.2.1	二叉树的定义	94
6.2.2	二叉树的性质	95
6.2.3	二叉树的基本操作	96
6.3	二叉树的存储结构	96
6.3.1	顺序存储结构	96
6.3.2	链式存储结构	97
6.4	二叉树的遍历	99
6.4.1	前序遍历	99
6.4.2	中序遍历	100
6.4.3	后序遍历	101
6.4.4	层次遍历	101
6.5	线索二叉树	102
6.5.1	线索二叉树的概念	102
6.5.2	中序线索二叉树的构造算法	104
6.5.3	线索二叉树的遍历	105
6.6	哈夫曼树及其应用	106
6.6.1	哈夫曼树的定义	106
6.6.2	构造哈夫曼树	107
6.6.3	哈夫曼树的应用	108
6.7	树与森林	109
6.7.1	树的存储结构	109
6.7.2	树、森林与二叉树的转换	111
6.7.3	树和森林的遍历	113
6.8	二叉树的应用	113
	本章小结	116

第7章 图	117
7.1 图的定义和基本术语	117
7.1.1 图的引例	117
7.1.2 图的定义	118
7.1.3 图的基本术语	119
7.2 图的存储结构	120
7.2.1 数组表示法	120
7.2.2 邻接表	121
7.2.3 十字链表	123
7.2.4 邻接多重表	124
7.3 图的遍历	126
7.3.1 深度优先搜索	126
7.3.2 广度优先搜索遍历	127
7.4 图的连通性问题	128
7.4.1 无向图的连通分量和生成树	128
7.4.2 有向图的强连通分量	129
7.4.3 最小生成树	129
7.4.4 关节点和重连通分量	133
7.5 有向无环图及其应用	134
7.5.1 拓扑排序	134
7.5.2 关键路径	137
7.6 最短路径	138
7.6.1 求某一源点到其余各顶点的最短路径	139
7.6.2 每一对顶点之间的最短路径	141
7.7 图的应用	143
本章小结	149
第8章 查找	150
8.1 基本概念	150
8.2 静态查找表	151
8.2.1 顺序表的查找	151
8.2.2 有序表的查找	152
8.2.3 静态树表的查找	154
8.2.4 索引顺序表的查找	155
8.3 动态查找表	156
8.3.1 二叉排序树和平衡二叉树	156
8.3.2 B树和B+树	162
8.4 哈希表	167

8.4.1	哈希表的概念	168
8.4.2	哈希函数的构造方法	168
8.4.3	处理冲突的方法	169
8.4.4	哈希表的查找及其分析	172
8.5	查找的应用	174
	本章小结	175
第9章	排序	177
9.1	排序的基本概念	177
9.2	插入排序	178
9.2.1	直接插入排序	178
9.2.2	折半插入排序	180
9.2.3	希尔排序	181
9.3	交换排序	182
9.3.1	冒泡排序	182
9.3.2	快速排序	184
9.4	选择排序	186
9.4.1	直接选择排序	186
9.4.2	树型选择排序	187
9.4.3	堆排序	187
9.5	归并排序	191
9.6	各种内部排序方法的比较	193
9.7	排序的应用	194
	本章小结	197
第10章	文件	198
10.1	文件的基本概念	198
10.1.1	文件引例	198
10.1.2	文件的定义	198
10.1.3	文件的分类	199
10.1.4	文件的操作	199
10.1.5	文件的组织	200
10.2	顺序文件的概念	200
10.3	索引文件	201
10.3.1	索引文件的概念	201
10.3.2	索引文件的存储	201
10.3.3	索引文件的检索	202
10.4	ISAM文件和VSAM文件	203
10.4.1	ISAM文件	203

10.4.2	VSAM 文件	204
10.5	直接存取文件(散列文件)	205
10.6	多关键字文件	206
10.6.1	多重表文件	206
10.6.2	倒排文件	207
	本章小结	209
	参考文献	210

第 1 章

概 述

【本章学习目标】

数据结构主要研究非数值应用问题中数据之间的逻辑关系和对数据的操作,同时还研究如何将具有逻辑关系的数据按一定的存储方式存放在计算机内;重点介绍数据结构的有关概念和术语以及算法的重要概念。通过本章的学习,要求掌握如下内容:

- 了解数据、数据元素、数据项、数据对象、数据类型及抽象数据类型等基本概念;
- 掌握数据结构和算法的概念;
- 掌握线性结构、树状结构和图状结构等的逻辑特点;
- 掌握算法的评价标准,学会分析算法的时间复杂度。

1.1 引 言

目前,计算机技术的发展日新月异,其应用已不再局限于科学计算,而是更多地用于控制、管理及事务处理等非数值计算问题的处理。与此同时,计算机操作的对象由纯粹的数值数据发展到字符、表格、图像、声音等各种具有一定结构的数据,数据结构就是研究这些数据的组织、存储和运算的一般方法的学科。

数据结构作为一门独立的学科,最早在 1968 年创立于美国。现今,数据结构是计算机科学与技术、软件开发与应用、网络安全、信息管理、电子商务等相关专业的一门专业基础课程。打好数据结构这门课程的扎实基础,将会对程序设计有进一步的认识,使编程能力上一个台阶,从而使学习和开发应用软件的能力有一个明显的提高。

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运算的学科。之所以要学习数据结构的原因如下:

- (1) 计算机处理的数据量越来越大。
- (2) 数据的类型越来越多。
- (3) 数据的结构越来越复杂。

用计算机解决一个具体问题时,一般需要经过下列几个步骤:首先要从该具体问题抽象出一个适当的数学模型,然后设计或选择一个解决此类数学模型的算法,最后编写程序进行调试、测试,直至解决实际问题。寻求数学模型的实质是分析问题,从中提取操作的对象,并找出这些操作对象之间的关系,然后用数学语言加以描述。描述非数值计算问题的数学模型不再是数学方程,而是诸如表、树、图之类的数据结构。

为了使读者对数据结构有一个感性的认识,下面给出了几个数据结构的示例,读者可以通过这些示例去理解数据结构的概念。

【示例 1】 学生基本情况表。

图 1.1 是一张学生基本情况表。该表中的每一行是一个数据元素(或称记录、结点),它表示一个学生的基本信息。每个学生的学号都不相同,所以可以用学号来唯一地标识每个数据元素。因为每个学生的学号排列位置有先后次序,所以在表中可以按学号形成一种一对一的次序关系,即整个二维表就是学生数据的一个线性序列,这种关系称为线性数据结构。

学号	姓名	性别	年龄	专业
20110101	任帅	男	18	电子商务
20110102	郭昕	男	17	计算机科学与技术
20110103	宋航	男	19	财务会计
20110104	李玥	女	18	市场营销

图 1.1 学生基本情况表

【示例 2】 某学校教师的名册。

图 1.2 像一棵根在上而倒挂的树,清晰地描述了教师所在的系和教研室,这样一来可以从树根沿着某系某教研室很快找到某个教师,查找的过程就是从树根沿分支到某个叶子的过程。类似于树这样的数据结构可以描述家族的家谱、企事业单位中的人事关系,磁盘目录结构图等。在这种结构中,结点之间呈现出一对多的非线性关系,这种关系称为树状数据结构。

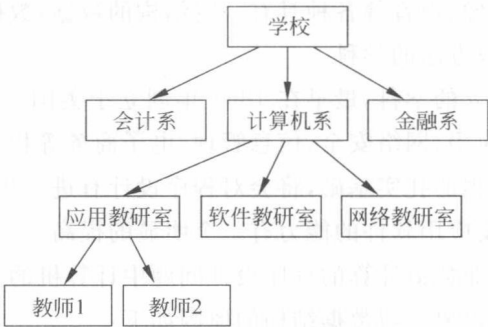


图 1.2 某学校教师名册

【示例 3】 教学计划编排表。

图 1.3 是表 1.1 所对应的修课图。通常在一个教学计划中包含有多门课程,在这些课程之间,有些课程必须按规定的先后次序排课,例如,学习 C6 课程必须先学习 C2 和 C3 课程,而学习 C3 课程又必须先学习 C1 和 C2 课程。这些课程之间存在着先修和后续的关系,而且每一门课程的先修课程和后续课程都可能若干门,即各课程之间呈现出多对多的非线性关系,这种关系称为图状数据结构。

表 1.1 计算机专业的课程编排表

课程编号	课程名称	先修课程
C1	计算机导论	无
C2	C 程序设计	C1
C3	数据结构	C1, C2
C4	数据库原理	C3, C5
C5	操作系统	C3
C6	编译原理	C2, C3

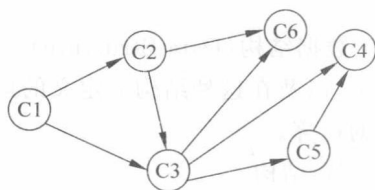


图 1.3 课程编排表对应的修课图

由以上示例可以看出,描述这类非数值计算问题的数学模型和方法不再是数学方程,而是诸如线性表、树和图之类的数据结构。因此,可以说数据结构课程主要是研究非数值计算的程序设计中数据之间的逻辑关系和对数据的操作,以及如何将具有一定逻辑关系的数据存储到计算机内,然后再对这些数据设计出相应的运算算法。

学习数据结构的目的是为了在程序设计过程中,能够将实际问题涉及的各种数据(包括非数值数据)存储在计算机中,并能编写出解决实际问题的各种运算算法。对于程序设计者或大型软件开发人员来说,学好数据结构是必不可少的前提条件。

1.2 基本概念与术语

在深入学习数据结构这门课程之前,先介绍一些与数据结构相关的概念和术语,下面介绍一些基本概念和常用术语。

(1) 数据(Data)。对客观事物的一种符号表示,是指所有能输入到计算机中并被计算机程序加工处理的符号的总称。这些符号包括数字、字母、文字、表格、图像、声音等。例如,34 这个整数是一个数据,学生基本情况表(图 1.1)也是数据,它可以被学生管理程序加工处理。

(2) 数据元素(Data Element)。组成数据的基本单位,在计算机程序中通常作为一个整体进行考虑和处理。一个数据元素可由一个或多个数据项构成,数据项是构成数据的最小单位。例如,在学生基本情况表(图 1.1)中,为了便于处理,通常把其中的每一行(代表一个学生)作为一个基本单位(即数据元素)来考虑,在该表中共有 4 个数据元素,而每一个数据元素又是由“学号”、“姓名”、“性别”、“年龄”、“专业”5 个数据项构成。数据元素也可以称为记录、结点等。

(3) 数据项(Data Item)。是数据不可分割的、具有独立意义的最小数据单位,是对数据元素属性的描述。数据项也称为域或字段。数据项一般有名称、类型、长度等属性。

数据、数据元素、数据项反映了数据组织的三个层次,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。

(4) 数据对象(Data Object)。性质相同的数据元素的集合。例如,在如图 1.1 所示的学生基本情况表中,所包含的 4 个类型相同的数据元素可以看成是一个数据对象。数据对象由性质相同的数据元素组成,它是数据的一个子集。

(5) 数据类型(Data Type)。一组结构相同的值构成的值集(类型)和定义在这个值集(类型)上的操作集。例如,在 C 语言程序设计中,有整型、字符型、浮点型、双精度型等基本

的数据类型,它们都是一组结构相同的值构成的值集,以及在这个值集上允许进行的操作的总称。

(6) 数据结构(Data Structure)。数据元素之间的逻辑关系和这种关系在计算机中的存储表示,以及在这种结构上定义的运算。数据结构包括数据的逻辑结构、数据的存储结构和数据的运算。

① 逻辑结构

数据元素之间的相互关系称为逻辑结构。数据的逻辑结构主要分为两大类,即线性结构和非线性结构。其中非线性结构又包括集合结构、树状结构、图状结构。

- (a) 集合结构。该结构中的数据元素除了类型相同外,没有其他关系。
- (b) 线性结构。该结构中的数据元素除了类型相同外,元素之间还存在一对一的关系。
- (c) 树状结构。该结构中的数据元素除了类型相同外,元素之间还存在一对多的关系。
- (d) 图状结构。该结构中的数据元素除了类型相同外,元素之间还存在多对多的关系。

例如,在图 1.1 所示的基本情况表中,有 4 个数据元素(记录),各数据元素在逻辑上有一定的关系,这种关系指出了这 4 个数据元素在表中的排列顺序。对于表中的任一个结点(记录),最多只有一个直接前驱结点,最多只有一个直接后继结点,整张表只有一个开始结点(第一个)和一个终端结点(最后一个),显然,这是一对一的线性关系。该表的逻辑结构就是表中数据元素之间的关系,即该表的逻辑结构是线性结构。同理,在图 1.2 和图 1.3 中,各数据元素之间分别存在着一对多和多对多的关系,即它们的逻辑结构分别为树状结构和图状结构。

数据的 4 种基本逻辑结构如图 1.4 所示。

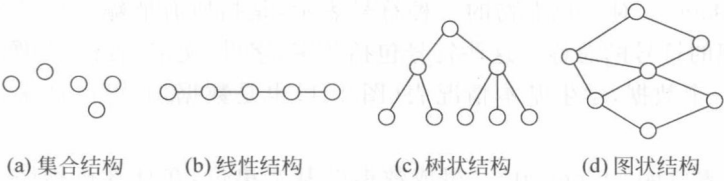


图 1.4 四种基本逻辑结构

数据结构不同于数据类型,也不同于数据对象,它不仅要描述同一数据类型的数据对象,而且要描述数据对象中各数据元素之间的相互关系。

从上面所介绍的数据结构的概念中可以知道,一个数据结构有两个要素。一个是数据元素的集合,另一个是关系的集合。在形式上,数据结构通常可以采用一个二元组来表示。

数据的逻辑结构可以形式化定义为: $DS = (D, R)$, 其中 D 是数据元素的有限集, R 是 D 上各数据元素之间的关系的有限集。

例如,假设有数据结构: $Line = (D, R)$, 其中 $D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, $R = \{ \langle 1, 2 \rangle, \langle 2, 3 \rangle, \langle 3, 4 \rangle, \langle 4, 5 \rangle, \langle 5, 6 \rangle \}$, 则该数据结构的图形表示如图 1.5 所示。

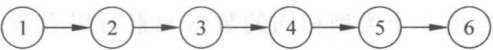


图 1.5 线性结构