

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



数据结构 (C语言版)

杨薇薇 主编

王方 秦明 王志 廖剑峰 编著



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 (C语言版)

杨薇薇 主编
王方 秦明 王志 廖剑峰 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是根据中国计算机学会、全国高等学校计算机教育研究会联合推出的数据结构教学大纲的基本要求组织编写的。全书共分10章,主要介绍了线性表、栈和队列、串、数组、树和图等抽象数据类型的概念、表示和算法实现,还介绍了静态、动态查找表的实现算法、各种内部排序的算法和文件的组织形式等。本书的算法均用类C语言给出了完整而准确的描述。各章后均附有内容小结及习题,以加深学生对所学知识的理解和巩固。

本书内容全面,叙述通俗易懂,条理清晰,突出对于理论知识的应用和实践动手能力的培养。另外,为便于教学和自学者使用,本书还配有辅导教材《数据结构实践教程》,按章节和题型给出了一定的习题和参考答案。

本书可作为高等院校计算机、通信、电子、自动化、信息安全、电子商务各专业及其他相关专业的教材使用,也可作为软件水平考试、计算机等级考试的参考书,对于从事软件应用开发的人员也是一本不可多得的参考书。

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语言版)/杨薇薇主编. —北京:清华大学出版社,2011.4

(21世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-24781-4

I. ①数… II. ①杨… III. ①数据结构 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第030831号

责任编辑:魏江江

责任校对:李建庄

责任印制:杨艳

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 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16 字 数:398千字

版 次:2011年4月第1版 印 次:2011年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:26.00元

产品编号:038451-01

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
赵 宏 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

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	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李云	教授
南京大学	骆斌	教授
	黄强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	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	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张艳	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	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈利	教授
江汉大学	颜彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐勇	教授
长安大学	巨永锋	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
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗蕾	教授
成都理工大学	蔡淮	教授
	于春	讲师
西南交通大学	曾华燊	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·财经管理与计算机应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

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

数据结构是计算机和其他理工专业的核心课程,它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。数据结构的主要任务是讨论数据的各种逻辑结构和数据在计算机中的存储表示,以及相应算法的实现。通过数据结构的学习,培养学生用数据结构的基本分析方法来提高编写程序的能力和用计算机解决实际问题的能力。

本书详细介绍了基本的数据结构及其应用,讨论了各种结构的逻辑特性和它们在存储器中的物理表示,为每种结构定义了基本运算,对部分运算设计了相应的算法,并对算法的时间和空间效率进行了一定的分析。

全书分为10章。具体安排是:第1章介绍数据结构、抽象数据类型、算法及算法分析的基本概念;第2章至第5章分别介绍线性表、栈、队列、数组和串这几种典型的线性数据结构;第6章和第7章介绍树和图,即层次和网状两类非线性数据结构;第8章和第9章分别介绍排序和查找的基本原理和各种方法,着重从时间和空间上对各种方法的性能进行了分析和比较;第10章围绕数据在外存储器上的组织,介绍常用的文件结构。各章后面都有本章小结,指出了各章的核心内容、学习重点和难点;每章还配有一定数量的习题,更多的习题及参考答案见配套的实践教程。

本书采用类C语言作为数据结构和算法描述语言。考虑到C语言数组自身的特点,书中分别利用数组的动态和静态两种分配实现线性表、栈和队列的顺序存储。为便于算法的描述,在书中还引入了C++语言的引用调用参数,使得函数的调用方式除原有的值调用外,又直接增添了地址调用。全书突出了抽象数据类型这一概念,为进一步面向对象的程序设计语言的学习打下良好的基础。为增加算法的可读性,书中在算法难懂的地方以程序注释的方式进行了一定的说明。

本书在概念的引入和文字的表达方面都遵循了“科学准确、通俗易懂、便于学习理解”这一原则;在例题和习题的选择方面注重面向应用,理论与实践相结合。本书是一本系统阐述数据结构的原理和方法,并且概念准确、通俗易懂和颇为实用的好教材。

本书是编者们在总结多年从事数据结构、C语言研究和教学实践的基础上,参考了大量相关资料而编写的,书中融入了编者们在教学和科研中的经验体会,内容丰富,层次清晰,实用性很强。本书可作为高等院校计算机、电子、通信、自动化、电子信息 and 光信息、经济管理等专业本科生和高职、高专学生的教材,也可作为科技人员、自考人员的学习参考。本书授课学时可为40至80,在学时较少和面向高职、高专的学生或其他培训人员时可以跳过第4章和第10章的内容。

本书第1章至第3章由王方老师编写,第4、5、8章由杨薇薇老师编写,第6和第10章由秦明老师编写,第7章由廖建峰老师编写,第9章由王志老师编写,全书由杨薇薇主编并

修改定稿。在本书的编写过程中得到了华中科技大学文华学院、学部有关领导与专家的大力支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中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1月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 什么是数据结构	1
1.2 基本术语	3
1.3 算法和算法的分析	5
1.3.1 算法	5
1.3.2 算法的设计要求	6
1.3.3 算法分析	6
本章小结	9
习题	9
第 2 章 线性表	11
2.1 线性表及其基本运算	11
2.1.1 线性表的定义	11
2.1.2 线性表的基本运算	12
2.2 顺序表	12
2.2.1 顺序表的定义	12
2.2.2 顺序表的存储定义和运算	13
2.2.3 顺序表的实例源程序	18
2.3 单链表	20
2.3.1 单链表的定义	21
2.3.2 单链表的实例源程序	26
2.3.3 静态链表	29
2.3.4 循环单链表	32
2.4 双向链表	35
2.4.1 双向链表的定义	35
2.4.2 双向链表的基本运算的实现	36
2.4.3 双向循环链表	38
2.4.4 顺序表和链表的比较	38
2.5 链表的应用	39
本章小结	43
习题	43

第3章 栈和队列	45
3.1 栈及其运算	45
3.1.1 栈的基本概念	45
3.1.2 栈的基本操作	45
3.2 栈的顺序存储结构	46
3.2.1 顺序栈的表示和实现	46
3.2.2 两个栈共享存储空间	48
3.3 栈的链式存储结构	50
3.4 栈的应用举例	51
3.4.1 数制的转换问题	51
3.4.2 括号匹配的检测	51
3.4.3 栈与递归	53
3.4.4 算术表达式求值	54
3.4.5 栈的实例源程序	56
3.5 队列	58
3.5.1 队列的定义	58
3.5.2 队列的运算	59
3.5.3 队列的链式存储结构	59
3.5.4 队列的顺序存储结构	61
3.5.5 队列实例源程序	65
本章小结	67
习题	67
第4章 数组及其应用	69
4.1 数组及其顺序存储结构	69
4.1.1 数组的概念	69
4.1.2 数组的主要运算	70
4.1.3 数组的顺序存储结构	70
4.2 矩阵的压缩存储	73
4.2.1 特殊矩阵及其压缩存储	73
4.2.2 稀疏矩阵	74
本章小结	80
习题	80
第5章 串	82
5.1 串和串的主要运算	82
5.1.1 串的基本概念	82
5.1.2 串的主要运算	83

5.2	串的存储结构和基本运算的实现	85
5.2.1	定长顺序存储结构	85
5.2.2	堆分配存储结构	87
5.2.3	块链存储结构	90
5.3	串的模式匹配算法	92
5.4	串的应用实例	95
	本章小结	97
	习题	97
第6章	树和二叉树	100
6.1	树的概念和存储表示	100
6.1.1	树的基本概念	100
6.1.2	树的存储表示	102
6.2	二叉树	104
6.2.1	二叉树的概念	105
6.2.2	二叉树的性质	106
6.2.3	二叉树的存储表示	109
6.3	二叉树的遍历	111
6.3.1	前序遍历	111
6.3.2	中序遍历	112
6.3.3	后序遍历	113
6.4	线索二叉树	115
6.5	树、森林与二叉树的转换与遍历	118
6.5.1	树的二叉树表示	118
6.5.2	森林与二叉树的转换	119
6.5.3	树与森林的遍历	121
6.6	哈夫曼树及其应用	122
6.6.1	路径长度	122
6.6.2	哈夫曼树	122
6.6.3	哈夫曼编码	124
	本章小结	127
	习题	128
第7章	图	131
7.1	图的基本概念	131
7.1.1	图、有向图、无向图	131
7.1.2	图的运算	132
7.1.3	图的基本术语	132
7.2	图的存储结构	135

7.2.1	邻接矩阵表示法	135
7.2.2	邻接表表示法	138
7.3	图的遍历	141
7.3.1	深度优先搜索	141
7.3.2	广度优先搜索	142
7.4	生成树和最小生成树	144
7.4.1	生成树和最小生成树的概念	144
7.4.2	Kruskal 算法	146
7.4.3	Prim 算法	147
7.5	AOV 网和拓扑排序	148
7.5.1	AOV 网和拓扑排序的概念	148
7.5.2	拓扑排序算法	149
7.6	AOE 网和关键路径	152
7.6.1	AOE 网和关键路径的概念	152
7.6.2	关键路径的确定	153
7.7	最短路径	156
7.7.1	最短路径的概念	156
7.7.2	Dijkstra 算法	157
7.7.3	Floyd 算法	159
	本章小结	160
	习题	160
第 8 章	排序	163
8.1	基本概念	163
8.2	插入排序	164
8.3	交换排序	166
8.3.1	冒泡排序	166
8.3.2	快速排序	168
8.4	选择排序	170
8.4.1	简单选择排序	170
8.4.2	堆排序	172
8.5	归并排序	177
8.6	基数排序	179
8.7	各种内部排序的比较	183
8.8	外部排序	184
8.8.1	外部排序的方法	184
8.8.2	置换-选择排序	185
8.8.3	最佳归并树	186
	本章小结	187

习题	188
第 9 章 查找	190
9.1 静态查找表	192
9.1.1 静态查找表结构	192
9.1.2 顺序查找	192
9.1.3 折半查找	193
9.1.4 插值查找和斐波那契查找	196
9.1.5 索引查找	199
9.2 动态查找表	200
9.2.1 二叉排序树	200
9.2.2 平衡二叉树	206
9.2.3 B ₋ 树和 B ⁺ 树	212
9.3 哈希表	217
9.3.1 哈希表的基本概念	217
9.3.2 哈希函数的构造	218
9.3.3 处理冲突的方法	221
9.3.4 哈希表的查找分析	223
本章小结	225
习题	225
第 10 章 文件	227
10.1 外存储设备	227
10.1.1 磁带	227
10.1.2 磁盘	228
10.2 文件的基本概念	229
10.3 顺序文件	230
10.4 索引文件	232
10.5 直接存取文件	233
10.6 链接文件和多重链表文件	234
10.7 倒排文件	236
本章小结	237
习题	237

计算机是处理信息的机器。信息的表示和组织又直接关系到处理信息的效率,我们在研究程序方法的时候,不仅涉及程序的结构和算法设计的技巧,而且也涉及程序加工数据信息的结构,因为数据信息的结构会直接影响到程序的效率。因此研究数据结构对设计出一个高性能的程序是至关重要的,数据结构不仅研究这些数据信息的数学性质,也关心如何在计算机中有效地存储和处理这些信息。而且随着计算机技术飞速的发展,计算机处理的数据信息已由以前的纯数值信息发展到文本等一些非数值信息,造成信息范围的拓宽和信息结构的复杂化,以至于为了编写出高质量的程序,还必须分析这些信息的特征以及它们之间存在的关系。程序设计的实质就是为确定的问题选择一种适当的数据结构并设计一个好的算法。

1.1 什么是数据结构

什么是数据结构呢?先举一个简单的例子予以说明,然后再给出明确的定义。

假定有一个职工通讯录,记录了某单位全体职工的姓名和相应的住址、电话,现要求设计一个算法:当给定某一位职工的姓名时,计算机能够查出该职工的住址、电话,如果根本就没有这个人,计算机也能报告“查无此人”。

这种任务称为“查找”。我们可以发现,这个算法的设计完全依赖于通讯录中职工姓名和相应住址在计算机内的存储方式。

一种方法是通讯录中职工的姓名是随意排列的,如图 1.1 所示,其次序没有任何规律。那么,当给定一个姓名时,就只能从通讯录的第一个姓名开始,逐个与给定的姓名进行比较,直至找到指定的姓名,接着打印出他的住址和电话;或者查完整个通讯录还没找到此人,这时应给出相应的标志。这种方法很简单,当职工人数较少时是可行的,但对于一个大单位来说,就相当费时间,效率太低。

然而,我们可对职工通讯录进行适当的组织,如图 1.2(b)所示,即按字母的顺序排列姓名和相应的住址,而且还可以再构造一个索引表,用这个表来登记姓名中每个具有相同开头字母的第一个姓名在通讯录中的起始位置,如图 1.2(a)所示。这种情况可大为改善。这时,若查找某个职工,例如,查“闵锐”的住址或电话,则可先从索引表中找到以“M”开头的姓名的起始位置,然后,就从此位置开始往下顺序查找,而不必去查看其他字母开头的职工姓名。由于采用了新的结构,于是,可以设计出一个完全不同的算法。

	职工号	姓名	住址	电话
1	101	黄旭	民族路 76 号	88730206
2	102	朱寒	洪山路 88 号	62254880
3	103	闵锐	华中路 28 号	88731228
4	104	李新	东北路 66 号	16661666
5	105	张菲	太平街 21 号	88756312
6	106	杨帆	桌刀路 376 号	88810229
7	107	杨贝宁	丁字路 92 号	62266226
8	108	施文杰	上海大道 1 号	63351234
9	109	安东	关山大道 3 号	13317105
10	110	安山	东湖路 555 号	13618699

图 1.1 职工通讯录的顺序存储

索引	指针	职工号	姓名	住址	电话
A		109	安东	关山大道3号	13317105
B	^	110	安山	东湖路555号	13618699
⋮					
H		101	黄旭	民族路76号	88730206
⋮					
L		104	李新	东北路66号	16661666
⋮					
M		103	闵锐	华中路28号	88731228
⋮					
S		108	施文杰	上海大道1号	63351234
⋮					
Y		107	杨贝宁	丁字路92号	62266226
⋮					
Z		106	杨帆	桌刀路376号	88810229
		105	张菲	太平街21号	88756312
		102	朱寒	洪山路88号	62254880

(a) 索引表

(b) 职工通讯录

图 1.2 带索引的职工通讯录在计算机中的存储

上述职工通讯录的组织方式问题就是一个数据结构问题。两种不同的数据结构,得出两个完全不同的算法。由此可见,计算机的算法与数据结构密切相关,即每一个算法无不依赖于具体的数据结构,而数据结构直接影响着算法的选择和效率。

下面对职工通讯录进一步讨论。当有新职工调入时,通讯录中需要增添新职工的姓名和住址;当有职工调离时,应从通讯录中删除调离职工的姓名和住址。这就要求在原有的通讯录上进行插入(Insert)和删除>Delete)运算。对于一种已生成的结构,如何实现插入和删除运算? 把要增添职工的姓名和住址插入到表头,还是表尾,或者是中间某个合适的位置上,这要由具体的问题和所用的数据结构决定。此外,插入后,对原有的数据是否有影响? 有什么样的影响? 删除某职工的姓名和住址以后,其他职工的姓名和住址在通讯录中的位置是否要跟着变动? 若需要变动,又应如何进行? 这一系列的问题,说明为适应数据的增减,还必须对每种数据结构定义一套运算。上面只涉及了插入和删除运算,在实际问题中,还会提出一些其他的运算。例如,某职工住址改变了,为适应这种需要还要定义修改(Modify)运算等,也就是说,数据结构还必须给出适用于每种结构类型所定义的各种运算。

我们知道早期的计算机主要用于科学计算,所处理的对象是纯数值性的信息。这类问

题解题的算法比较复杂,但数据量较少,结构也简单。因此,计算机科学是以研究程序及所描述的算法为中心。但是随着计算机飞速发展,计算机所处理的信息不再只限于科学计算,而是从简单的纯数值性信息发展到字符、字符串、表、文件、图像、声音等各种复杂的具有一定结构的数据,所以从以上讨论可以直观地认为,数据结构是一门研究程序设计中计算机操作的对象以及它们之间的关系和运算的一门学科。

1.2 基本术语

在这一节中,将对数据结构中常用的名词和术语给出确切的定义。

1. 数据

数据(Data)是信息的载体,是对客观事物的描述,是包括了数、字符、字符串、表、文件、声音、图形、图像等都能被计算机识别和处理的一切对象。

2. 数据元素

数据元素(Data Element)是数据的基本单位,即数据集中具有独立意义的个体。在计算机程序中通常作为一个整体来考虑和处理。每个数据元素可以只有一个数据项,通常称为域(Field),也可以由若干个数据项组成。例如,学生信息管理系统中,每个学生的情况为一个数据元素,而其中的学号、姓名、性别、年龄等信息分别称为数据项。数据项是数据的最小单位,不可再分。数据元素也称为结点(Node)、顶点(Vertex)和记录(Record)等。

3. 数据对象

数据对象(Data Object)是性质相同的数据元素的集合。它是数据的一个子集。例如,整型数据对象是集合 $\{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$,数据对象可以是有限的,也可以是无限的。

4. 数据结构

同一数据对象中的数据不是孤立的,而是彼此相关的。数据结构(Data Structure)研究的是数据元素之间抽象化的相互关系和这种关系在计算机中的存储表示。对每种结构定义各自的运算,设计出相应的算法。

数据结构与数据对象不同,在描述一种数据结构时,不但要描述数据对象还要描述数据元素之间的相互关系。

严格地说,数据结构包括两方面的内容:数据的逻辑结构(Logical Structure)和数据的物理结构(Physical Structure)。

5. 数据的逻辑结构

数据的逻辑结构(Data Logical Structure)是指各数据元素之间的逻辑关系,是用户按使用需要建立起来,并呈现在用户面前的数据元素的结构形式。

我们根据数据元素之间关系的不同,通常可以分为4种逻辑结构,如图1.3所示。

(1) 集合:数据元素之间除了“同属一个集合”的关系外,别无其他关系。