

**NITE** 国家信息技术紧缺人才培养工程指定教材

教材+教案+授课资源+考试系统+题库+教学辅助案例

一站式IT就业应用系列教程

# 数据结构与算法


## ——C语言版

传智播客/ 编著



 本书涵盖了常用的数据结构和算法，提供了9个常用的数据结构的完整实现、31个常用算法的实现、17道经典思考题。

 提供免费教学资源，包括精美教学PPT、50个辅助案例、1000道测试题、长达30小时的教学视频。

 添加QQ或微信号208695827，获取教学答案、源码，抢“助学金红包”。

清华大学出版社

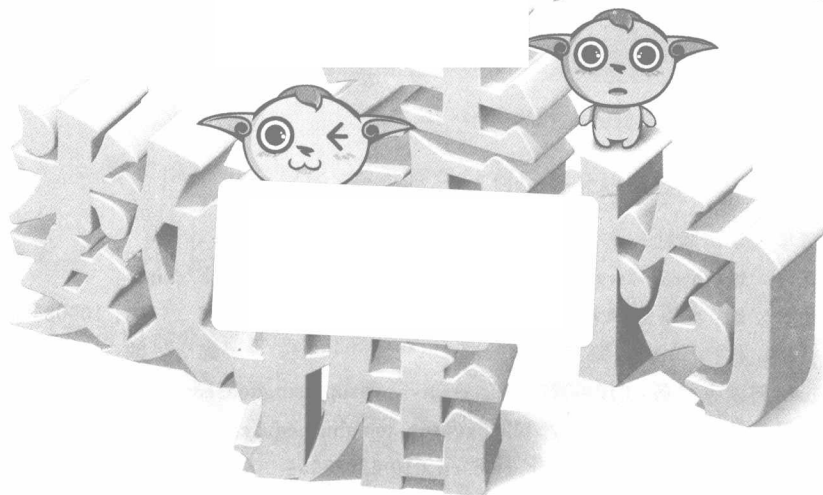


# 数据结构与算法

## ——C语言版

传智播客/ 编著

有问题，就找问答精灵！



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书以 C 语言为基础讲解数据结构与算法。全书共 11 章,全面介绍了开发中常用的数据结构,包括线性表(顺序表、单链表、双链表、循环链表)、栈和队列、串、数组和广义表、树、图,详细讲解了各种数据结构的实现及常用操作,以及多种查找算法、内部排序算法的原理和实现,简要介绍了文件的相关知识,最后通过一个综合项目对书中介绍的知识进行整合应用,帮助读者了解实际项目开发的流程。

本书对每种数据结构和算法的剖析都遵循由浅入深的原则,并配以实用的案例和图示,适合具有 C 语言基础的数据结构初学者,实用性强。本书可作为高等院校计算机相关专业数据结构课程的教学参考用书,也可作为培训教材和自学者的学习用书。

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

数据结构与算法: C 语言版/传智播客编著. —北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-44068-0

I. ①数… II. ①传… III. ①数据结构 ②算法分析 ③C 语言—程序设计 IV. ①TP311.12  
②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 132454 号

责任编辑:袁勤勇 战晓雷

封面设计:莲蕊蕊

责任校对:梁毅

责任印制:何芊

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>,010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:23.75

字 数:565千字

版 次:2016年9月第1版

印 次:2016年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00元

产品编号:069314-01

# 序

## 为什么出这本书

如今,互联网时代的发展步伐和技术的更新速度不断加快,因此企业对 IT 人员要求越来越高。然而,目前高校的 IT 教育教材更新速度相对缓慢,课程相对滞后,导致学生所学不能满足企业应用所需。

## 如何解决现状

传智播客作为一家专业的 IT 培训机构,一直将“改变中国的 IT 教育”作为自己的事业,并为此拼搏了 10 年。在这 10 年间,传智播客默默耕耘。10 年的沉淀让传智播客拥有了系统完善的 IT 培训课程体系,毫不夸张地说,传智播客已经为 IT 学子开辟了一条全新的求知之路。

通过对中国 IT 教育和大学生现状的深刻分析,传智播客不断与先进的企业对接,对教材及教学方案不断更新,有针对性地出版了计算机书籍 30 多册、教学视频数十套,发表各类技术文章数百篇,直接培养的软件工程师就有 10 万多名,被传智播客公开的免费学习视频(网址 <http://yx.boxuegu.com>)影响的在校学生更是多达数百万人。

传智播客投入巨额资金,用于为高校师生提供以下学习配套资源与服务。

## 针对高校教师的服务

(1) 为方便教师教学,缩短教师的备课时间,减轻教师的教学压力,有效提高教学质量,传智播客基于近 10 年的教育培训经验,精心设计了“教案+授课资源+考试系统+题库+教辅案例”IT 系列教学应用课程包。

微信扫一扫



申领资源

(2) 本书配备由传智播客一线讲师录制的教学视频(网址 <http://yx.boxuegu.com>),按本书知识结构体系匹配,教师可以用以备课参考,也可以作为教学资源应用。

## 针对学习者的服务

(1) 本书配套源代码可以通过以下两种途径获取:添加播妞 QQ 208695827 或微信号 208695827。

(2) 注意!播妞会随时发放“助学金红包”。

# 前言

随着计算机科学与技术的不断发展,计算机的应用领域已不再局限于科学计算,而更多地应用于控制、管理等非数值处理领域。与此相应,计算机处理的数据也由纯粹的数值发展到字符、表格、图形、图像、声音等具有一定结构的数据,处理的数据量也越来越大,这就需要考虑如何来组织数据与数据之间的关系,即数据结构。特别是随着大数据时代的到来,信息范围的拓宽和信息结构复杂度的加深,为了编写出高质量的程序,必须分析这些信息的特征以及它们之间存在的关系,选择合适的数据处理方式。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。

## 为什么要学习数据结构与算法

数据结构是计算机专业中的一门专业基础课,开设计算机专业的学校都要开设数据结构课程。数据结构不仅涉及计算机硬件,还和计算机软件的研究有着密切的关系,所有的计算机系统软件和应用软件都要用到各种类型的数据结构和算法。因此,想要更有效地通过编程解决实际问题,仅掌握几种计算机程序设计语言是远远不够的,还必须学好数据结构与算法的相关知识。打好“数据结构与算法”这门课程的扎实基础,对于学习计算机的其他课程,如操作系统、数据库管理系统、软件工程、编译原理、人工智能等都十分有益。

## 如何使用本书

本书面向具有 C 语言基础的读者。本书的同系列教材包括《C 语言开发入门教程》《C 语言程序设计教程》,请读者学习过以上 C 语言的课程后再使用本教材学习。

本书以企业开发中使用的 Visual Studio 2013 为开发工具,以 C 语言为基础讲解数据结构与算法。在整体布局上采用从线性的表到非线性的树,再到错综复杂的图,一步步由浅入深;在学习数据结构时穿插讲解所使用到的算法。在学习完数据结构后,又独立出两章(第 8 章、第 9 章)讲解实际开发中常用的算法,这样的布局能让读者更好地在整体上把握数据结构与算法学习的方法。

本书知识覆盖面广,增加了其他教材没有讲述,而在实际开发中常用的知识技术,如循环链表、优先队列、二叉树创建、磁盘排序、哈希文件等,目前市面上几乎没有全面覆盖这些知识的教材,本书为了让初学者与实际开发更好地接轨,对这些知识都进行了讲解。

在讲解时,每一种数据结构都遵循“概念→存储原理(配结构分析图)→基本原理及实现(配演示图)→完整代码(调试)”的规则;语言通俗易懂,并在难理解处配有相应图示辅

助讲解。每一种数据结构在讲解基本操作时均采用以案例引领的教学法,学习完就会实现一个具有基本操作的完整数据结构,可作为封装好的数据结构使用,例如,在后面几章的学习中会使用到前面实现的数据结构;在配套的教学案例中也都是直接调用教材中实现好的数据结构。因此教材的实用性较强。

每一种算法都是遵循“算法思想分析→算法实现→算法复杂度分析→算法改进”的规则,对每一个算法都结合具体案例分析其算法复杂度,力求最优算法。

整体来说,本教材真正遵循了由浅入深、由易到难的学习规律,更适合数据结构初学者使用,让初学者能具备数据分析、数据组织、数据构造的能力。

本书共分为 11 章,下面分别对每一章进行简单介绍。

- 第 1 章为概述,介绍了数据结构与算法,讲解了数据结构的概念及分类、算法的概念和特性以及如何用算法复杂度评判一个算法的优劣。通过本章的学习,读者会对数据结构与算法有一个大体上的认识,为以后的深入学习打下基础。
- 第 2 章讲解了最简单的数据结构——线性表,具体包括常用的顺序表、单链表、双链表、循环链表。通过本章的学习,读者可以掌握线性表的原理及实现,并使用线性表来解决一些简单的问题,为以后学习其他数据结构打下坚实的基础。
- 第 3 章讲解了两种比较特殊的线性表——栈和队列。讲解了栈和队列的概念、结构特点、常用操作及应用。学习完本章后,读者应对数据结构的理解更加清晰。栈和队列在计算机内部与编程应用中都经常被使用,学好本章,将对读者大有裨益。
- 第 4 章主要讲解了串的相关知识,包括串的概念、串的存储结构以及串常用的模式匹配算法。本章从数据结构的角度出发,对串的存储与实现进行讲解,使读者能够更好地理解串的底层结构。
- 第 5 章主要介绍了数组和广义表。通过本章的学习,读者应对数据结构在内存中的存储有初步了解,并能掌握本章所讲的几种数据类型的存储方式。同时要对广义表的概念有所把握,通过广义表的递归运算,学习递归算法的结构和基本使用方法。
- 第 6 章主要讲解树的相关概念与算法,主要包括树的概念及树的一些基本术语、二叉树的相关知识、线索二叉树和赫夫曼树。树的数据结构及许多算法思想在实际开发中应用特别广泛,希望读者通过本章的学习能够对树有一个整体的掌握。
- 第 7 章主要介绍了图的基本概念、图的存储结构和图相关概念的运算与应用。通过本章的学习,应掌握图的基本概念,了解图在内存中的存储结构,能够以某种存储结构为基础,创建图并进行图的一些运算。当然更重要的是学习数据结构的表示与构成,加强对数据结构和算法的理解。
- 第 8 章主要讲解了各种数据结构的查找算法,介绍了线性表的查找、树表的查找、哈希表的查找。通过本章的学习,读者应掌握线性表、树表和哈希表的一些简单的查找算法。
- 第 9 章主要讲解了多种内部排序算法的原理和实现。通过本章的学习,应熟练掌握多种内部排序算法的核心思想,了解各种算法的性能优劣与计算机内部对数据顺序的处理方式,同时能为不同应用环境以性能为前提选择合适算法。
- 第 10 章主要讲解了文件的概念与分类。本章所学内容较为简单,因为文件的组织形式并不是数据结构的重点内容,因此并不深入讲解,但读者在学习之后也要对文

件及其分类也要有大体掌握。

- 第 11 章综合前面所学知识,开发了一个综合项目。通过本章的学习,读者应该对本教材所学知识融会贯通,并且了解实际项目开发流程。

本书的 11 个章可分为 5 个部分:第一部分包括第 1 章,概述了数据结构与算法的基本知识;第二部分包括第 2~7 章,讲解了开发中常用的数据结构,是本教材的重点;第三部分包括第 8、9 章,讲解了查找、排序的一些算法,让读者掌握一些常用的简单算法;第四部分包括第 10 章,简单讲解了文件相关的知识;第五部分包括第 11 章,以一个综合项目将前面所学的知识贯穿在一起,进行深入剖析,加强读者对前面所学知识的应用,也让读者了解实际项目开发的流程,学会如何进行项目分析、项目设计、项目模块划分,让读者成为一个合格的预备程序员。

在学习过程中,读者一定要亲自实践教材中的案例代码。如果不能完全理解书中所讲知识,读者可以登录博学谷平台,通过平台中的教学视频进行深入学习。学习完一个知识点后,要及时在博学谷平台上进行测试,以巩固学习内容。另外,如果读者在理解知识点的过程中遇到困难,建议不要纠结于某一点,可以先往后学习,通常来讲,看到后面知识点的讲解或者其他小节的内容后,前面看不懂的知识点一般就能理解了。如果读者在动手练习的过程中遇到问题,建议多思考,理清思路,认真分析问题发生的原因,并在问题解决后多总结。

## 致谢

本教材的编写和整理工作由传智播客教育科技有限公司院校产品部内容与资源组完成,主要参与人员有吕春林、马丹、薛蒙蒙、郑瑶、安镇南、朱景尧、王保明、刘宗伟等,全体人员在这近一年的编写过程中付出了很多辛勤的汗水。除此之外,还有传智播客 600 多名学员也参与了教材的试读工作,他们站在初学者的角度对教材提供了许多宝贵的修改意见,在此一并表示衷心的感谢。

## 意见反馈

尽管我们尽了最大的努力,但教材中难免会有不妥之处,欢迎各界专家和读者朋友们来信来函提出宝贵意见,我们将不胜感激。您在阅读本书时,如发现任何问题或有不认同之处可以通过电子邮件与我们取得联系。

请发送电子邮件至 [itcast\\_book@vip.sina.com](mailto:itcast_book@vip.sina.com)。

传智播客

2016-6-8 于北京



# 目 录

第 1 章 数据结构与算法概述 .....	1
1.1 数据结构 .....	1
1.1.1 什么是数据结构 .....	1
1.1.2 数据结构的分类 .....	2
1.2 抽象数据类型 .....	6
1.3 算法 .....	7
1.3.1 什么是算法 .....	7
1.3.2 算法的特性 .....	9
1.3.3 算法的复杂度 .....	10
1.3.4 算法与数据结构 .....	12
1.4 小结 .....	12
【思考题】 .....	12
第 2 章 线性表 .....	13
2.1 什么是线性表 .....	13
2.2 线性表的顺序存储(顺序表) .....	14
2.2.1 顺序存储的原理 .....	14
2.2.2 顺序存储的实现 .....	15
2.3 线性表的链式存储(链表) .....	23
2.3.1 链式存储的原理 .....	23
2.3.2 链式存储的实现 .....	24
2.4 双链表 .....	31
2.4.1 什么是双链表 .....	32
2.4.2 双链表的实现 .....	32
2.5 循环链表 .....	39
2.5.1 什么是循环链表 .....	39
2.5.2 循环链表的实现 .....	40
2.5.3 约瑟夫环 .....	43
2.6 本章小结 .....	48
【思考题】 .....	49

让 IT 教学更简单



领取教师配套教学资源



让 IT 学习更有效

教学视频: [yx.boxuegu.com](http://yx.boxuegu.com)

配套源码 微信: 208695827

Q Q: 208695827

问答精灵: [ask.boxuegu.com](http://ask.boxuegu.com)

<b>第3章 栈和队列</b> .....	50
3.1 什么是栈 .....	50
3.2 栈的实现 .....	51
3.2.1 栈的顺序存储实现 .....	51
3.2.2 栈的链式存储实现 .....	56
3.3 栈的应用 .....	60
3.3.1 用栈实现四则运算 .....	60
3.3.2 栈的递归应用 .....	72
3.4 什么是队列 .....	75
3.5 队列的实现 .....	75
3.5.1 顺序队列的实现 .....	76
3.5.2 链式队列的实现 .....	80
3.5.3 循环队列 .....	84
3.6 本章小结 .....	86
<b>【思考题】</b> .....	87
<b>第4章 串</b> .....	88
4.1 什么是串 .....	88
4.2 串的存储结构 .....	89
4.2.1 串的顺序存储 .....	89
4.2.2 串的链式存储 .....	97
4.3 串的模式匹配算法 .....	98
4.3.1 朴素的模式匹配 .....	98
4.3.2 KMP 算法(无回溯的模式匹配) .....	101
4.4 本章小结 .....	105
<b>【思考题】</b> .....	105
<b>第5章 数组和广义表</b> .....	106
5.1 数组 .....	106
5.2 矩阵的压缩存储 .....	109
5.2.1 特殊矩阵 .....	109
5.2.2 稀疏矩阵的定义 .....	110
5.2.3 稀疏矩阵的创建 .....	112
5.2.4 稀疏矩阵的转置 .....	114
5.2.5 稀疏矩阵的十字链表表示 .....	118
5.3 广义表 .....	123
5.3.1 广义表的定义 .....	123
5.3.2 广义表的存储结构 .....	124

5.3.3 广义表的递归运算	125
5.4 本章小结	132
【思考题】	132
<b>第6章 树</b>	133
6.1 树	133
6.1.1 什么是树	133
6.1.2 树的表示法	135
6.2 二叉树	138
6.2.1 什么是二叉树	138
6.2.2 二叉树的分类	138
6.2.3 二叉树的性质	139
6.3 二叉树的存储结构	141
6.3.1 二叉树的顺序存储	141
6.3.2 二叉树的链式存储	143
6.4 二叉树的遍历	147
6.4.1 二叉树的遍历	147
6.4.2 递归思想的应用	151
6.5 二叉树的非递归遍历	154
6.6 二叉树与树、森林之间的转换	162
6.6.1 二叉树与树之间的转换	162
6.6.2 二叉树与森林之间的转换	162
6.7 二叉树的创建	164
6.7.1 中序和先序创建二叉树	164
6.7.2 #号法创建树	166
6.8 线索二叉树	169
6.8.1 什么是线索二叉树	169
6.8.2 二叉树的线索化	171
6.8.3 线索化二叉树的遍历	175
6.9 赫夫曼树	177
6.9.1 什么是赫夫曼树	177
6.9.2 赫夫曼树的构造	178
6.9.3 赫夫曼编码	179
6.10 本章小结	180
【思考题】	181
<b>第7章 图</b>	182
7.1 图的基本概念	182
7.1.1 图的定义与基本术语	182

7.1.2	图的基本操作	185
7.2	图的存储结构	186
7.2.1	图的邻接矩阵存储	187
7.2.2	图的邻接表存储	189
7.2.3	图的十字链表存储	192
7.2.4	图的邻接多重表存储	194
7.3	图的遍历	196
7.3.1	深度优先遍历	196
7.3.2	广度优先遍历	198
7.4	最小生成树	201
7.4.1	什么是最小生成树	201
7.4.2	Prim 算法	203
7.4.3	Kruskal 算法	207
7.5	最短路径	210
7.5.1	从源点到其他顶点的最短路径	211
7.5.2	每对顶点的最短路径	216
7.6	拓扑排序	219
7.7	关键路径	224
7.8	本章小结	229
	<b>【思考题】</b>	230
<b>第 8 章</b>	<b>查找</b>	231
8.1	查找概述	231
8.2	顺序表的查找	232
8.3	有序表的查找	233
8.3.1	折半查找	233
8.3.2	插值查找	235
8.3.3	斐波纳契查找	235
8.4	索引顺序查找	239
8.5	二叉排序树	241
8.6	平衡二叉树	246
8.6.1	平衡二叉树的概念	246
8.6.2	平衡二叉树的插入	247
8.6.3	平衡二叉树的删除	252
8.7	B 树	254
8.7.1	B 树的概念	254
8.7.2	B 树的插入	256
8.7.3	B 树的删除	258
8.8	键树	261

8.9 哈希表 .....	265
8.9.1 什么是哈希表 .....	265
8.9.2 哈希函数的构造方法 .....	267
8.9.3 处理哈希冲突 .....	269
8.9.4 哈希表的查找实现 .....	273
8.10 本章小结 .....	275
【思考题】 .....	275
<b>第9章 内部排序</b> .....	<b>276</b>
9.1 排序的概念与分类 .....	276
9.2 交换排序 .....	278
9.2.1 冒泡排序 .....	279
9.2.2 快速排序 .....	283
9.3 插入排序 .....	286
9.3.1 直接插入排序 .....	286
9.3.2 折半插入排序 .....	289
9.3.3 希尔排序 .....	290
9.4 选择排序 .....	294
9.4.1 简单选择排序 .....	294
9.4.2 树形选择排序 .....	296
9.4.3 堆排序 .....	298
9.5 归并排序 .....	303
9.6 基数排序 .....	307
9.6.1 基数排序基础 .....	307
9.6.2 链式基数排序 .....	310
9.7 内部排序方法比较 .....	314
9.8 磁盘排序 .....	315
9.8.1 外部存储设备 .....	315
9.8.2 磁盘排序分析 .....	317
9.8.3 置换-选择排序 .....	319
9.8.4 多路平衡归并 .....	321
9.8.5 最佳归并树 .....	324
9.9 本章小结 .....	325
【思考题】 .....	326
<b>第10章 文件</b> .....	<b>327</b>
10.1 文件概述 .....	327
10.2 顺序文件和索引文件 .....	328
10.2.1 顺序文件 .....	328

10.2.2	索引文件.....	329
10.3	ISAM 文件和 VSAM 文件 .....	331
10.3.1	ISAM 文件 .....	331
10.3.2	VSAM 文件 .....	334
10.4	哈希文件.....	336
10.5	多关键字文件.....	337
10.5.1	多重表文件.....	337
10.5.2	倒排文件.....	338
10.6	本章小结.....	339
	<b>【思考题】</b> .....	339
<b>第 11 章</b>	<b>综合项目——贪吃蛇</b> .....	<b>340</b>
11.1	项目分析.....	340
11.1.1	模块设计.....	340
11.1.2	模块描述.....	342
11.1.3	项目分析.....	345
11.2	项目实施.....	346
11.2.1	创建项目.....	346
11.2.2	项目设计.....	346
11.2.3	项目实施.....	349
11.2.4	主函数实现.....	360
11.2.5	效果展示.....	364
11.3	项目心得.....	365
	<b>【思考题】</b> .....	366

# 第 1 章

## 数据结构与算法概述

### 学习目标

- 理解数据结构的概念。
- 理解抽象数据类型的概念。
- 理解算法的概念。
- 掌握算法复杂度的计算。
- 了解算法与数据结构的关系。

数据结构是计算机及其相关专业的基础课程之一,它是介于数学、计算机硬件和计算机软件三者之间的一门核心课程,在计算机科学中,数据结构不仅是一般程序设计的基础,而且是学习其他计算机课程,如操作系统、编译原理、数据库管理系统、软件工程、人工智能等的先修课程。本章主要讲述数据结构的概念、分类及与其相关的抽象数据类型(ADT)、算法的概念,后面各章将陆续学习计算机中常见的数据结构及其使用方法。

### 1.1 数据结构

数据结构是在每一种计算机语言中都会提到的热门术语,它主要研究数据在计算机中的存储和处理方法,旨在培养学生分析数据、组织数据的能力,告诉学生如何编写效率高、结构好的程序。对于一个合格的、优秀的程序员,数据结构是其必备技能之一。对于如此重要的数据结构,本节就来揭开它的神秘面纱。

#### 1.1.1 什么是数据结构

众所周知,计算机的基本功能大多基于对数据的操作,但当数据较多时,特别是在如今的大数据时代,数据量越来越庞大,该如何组织这些数据,使之能被更高效地处理呢?例如,统计今年新入学的学生信息,包括姓名、年龄、学号、籍贯等,要想在这一大堆数据中高效地进行插入、删除、查找、修改等操作,就要将这些数据合理地组织起来,例如将这些数据制作成表,如图 1-1 所示,这种表就可以称为一种数据结构。

001	奥普	男	美国
002	张小强	男	俄罗斯
003	李小红	女	韩国
004	吕丽	女	朝鲜
⋮	⋮	⋮	⋮

图 1-1 学生信息表

数据结构是计算机存储、组织数据的方式,它是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。在计算机中,数据元素并不是孤立的、杂乱无序的,而是按照一定的内在联系存储起来的,这种数据之间的内在联系就是数据结构的组织形式。例如图 1-1 中的数据以一种线性表的形式组织起来。除此之外,数据还可以以其他方式组织起来,如图书馆藏书数据可以组织为索引表的形式,火车站排队买票可以组织为队列的形式,家庭族谱可以组织为树的形式,同学、朋友之间的关系可以组织为图的形式,等等。这些所谓的索引表、队列、树、图都是一种数据结构。

在深入学习数据结构之前,先来学习其中的几个基本概念和术语,学习这些概念术语对以后理解数据结构会有帮助。

### 1. 数据

数据是指能直接输入计算机中,被计算机处理的符号和被计算机操作的对象。数据不仅包括整型、实型等数值数据,也包括声音、视频、图像等非数值数据。总的来说,数据就是计算机处理的符号。要注意,数据有两个必备条件:能直接输入计算机,能被计算机直接处理。随着计算机的发展,数据的范围也在不断地扩大。

### 2. 数据元素

数据元素是数据结构中基本的独立单位,它也被叫作元素、结点、记录等。如图 1-1 中学生信息表的第一条记录“001 奥普 男 美国”即为表中的一个元素。在复杂的数据结构中,数据元素往往由若干个数据项组成,数据项是具有独立含义的最小标识单位,也称为字段或域。如“001 奥普 男 美国”这个数据元素由 001(学生编号)、奥普(姓名)、男(性别)、美国(国籍)4 个数据项组成。

### 3. 数据对象

数据对象是性质相同的数据元素的集合。所谓性质相同是指数据元素具有相同数量和类型的数据项。数据对象是数据的一个子集。如图 1-1 的学生信息表就是一个数据对象,这个数据对象中的数据元素都是由“学号”“姓名”“性别”“国籍”4 个相同的数据项组成的;班级中全部女生的信息也是一个数据对象,它是班级学生信息的一个子集。通常简称数据对象为数据,如图 1-1 中的学生信息表可称为一份数据。

数据结构以某种内在联系将由数据项组成的数据元素组织成为一个数据对象,在学习数据结构时重在学习数据结构的组织形式以及相关运算。数据结构不但是计算机学科的理论基础之一,也是软件开发的必备基础,因此,无论是从事计算机行业,还是希望在计算机方面继续深造,都应该好好学习这门课。

## 1.1.2 数据结构的分类

由 1.1.1 节的学习已经知道,数据结构是相互之间存在一种或多种关系的数据元素的集合,这种关系包括两个方面:逻辑关系与存储方式。逻辑关系又称为逻辑结构,描述元素之间的逻辑关系;而存储方式描述的是数据元素与数据元素之间的关系,在计算机存储器中的存储结构也称物理结构。接下来学习这两种结构类型。



## 1. 逻辑结构

逻辑结构反映的是数据元素之间的关系,它们与数据元素在计算机中的存储位置无关,是数据结构在用户面前所呈现的形式。根据不同的逻辑结构来分,数据结构可分为集合、线性结构、树形结构和图形结构 4 种形式,接下来分别进行简要介绍。

### 1) 集合

在集合中,数据元素都属于这个集合,但数据元素之间并没有什么关系。它类似于数学中的集合,如图 1-2 所示。

### 2) 线性结构

线性结构中的元素具有一对一的关系,通过前一个结点可以找到后一个结点,图 1-1 的学生信息表就是一个线性结构,数据元素逐个排列。线性结构中前后两个结点互有联系。

线性结构分为顺序存储和链式存储两种。

顺序存储是由一段地址连续的空间来存储元素;链式存储是由分散的单元空间来存储元素,存储单元由指针相连接。

简单的线性结构如图 1-3 所示。

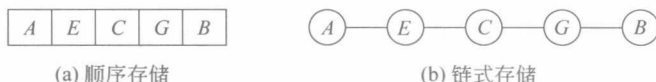


图 1-3 线性结构

在线性结构中,除头尾结点外,可以通过前一个结点来寻找后一个结点,也可以通过后一个结点来寻找前一个结点。

### 3) 树形结构

树形结构中,数据元素之间存在一对多的层次关系。图 1-4 为一棵普通的树。

除根结点外,树形结构的每一个结点都必须有一个且只有一个前驱结点,但可以有任意个后继结点。这些数据元素有自顶向下的层次关系。

### 4) 图形结构

图形结构中的数据元素存在多对多的关系,每个结点的前驱和后继结点都可以是任意个,如图 1-5 所示。

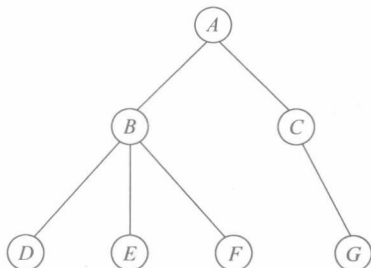


图 1-4 树形结构

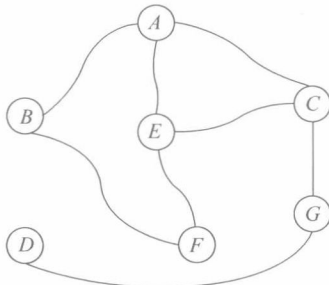


图 1-5 图形结构