



中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系

财政部推荐

全国商业中专教育研究会

组织编写

全国商业中专计算机教学与应用研究会

浩强创作室 主审

数据结构

冯建新
黄崇本

主 编
副主编



东北财经大学出版社

9611

中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系



全国商业中专教育研究会

全国商业中专计算机教学与应用研究会

组织编写

数据(91)目融融空并图

编出考大强编北京：数大—编主海重研\研研融数

数据结构

林建-对堂业要-研研融数, III 一, II ... 数, I

号 11.11311.11

号 11.11311.11

冯建新 主编

黄崇本 副主编

东北财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数据结构/冯建新主编. —大连:东北财经大学出版社, 2000. 11

中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系

ISBN 7-81044-814-5

I. 数… II. 冯… III. 数据结构-专业学校-教材
IV. TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 36697 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

网 址: <http://www.dufep.com.cn>

读者信箱: dufep@mail.dlptt.ln.cn

沈阳市第二印刷厂印刷 东北财经大学出版社发行

开本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 字数: 285 千字 印张: 12

册数: 1—6000 册

2000 年 11 月第 1 版

2000 年 11 月第 1 次印刷

组稿: 许景行

责任编辑: 许景行

杨永生

责任校对: 佚 君

封面设计: 张智波

版式设计: 丁文杰

定价: 16.00 元

“中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系”

编写委员会

名誉顾问

谭浩强 全国高等学校计算机基础教育研究会理事长,教育部全国计算机应用技术证书考试委员会主任,教育部全国计算机等级考试委员会副主任,北京联合大学教授

顾问

陈禹 中国信息经济学会理事长,中国系统工程学会信息工程专业委员会副主任,国际信息处理联合会信息系统专业委员会中国代表,中国人民大学网络中心主任、教授、博士生导师

张不同 全国高等学校计算机基础教育研究会理事,全国高等学校计算机基础教育研究会财经管理分会理事,大连市信息经济学会副理事长兼秘书长,东北财经大学经济信息系原系主任,教授

张慧伶 中国商业职业技能鉴定指导中心副主任,中国商业技师协会会长,全国商业职业教育教学指导委员会主任

乔正康 全国中等职业教育教学指导委员会委员,全国商业职业教育教学指导委员会副主任,全国商业中专教育研究会会长,全国商业中专教育研究会教材建设研究委员会主任,上海市商业学校原校长,高级讲师

宿敏 全国商业职业教育教学指导委员会副主任兼秘书长,全国商业中专教育研究会副会长,全国商业中专教育研究会教材建设研究委员会副主任,原国内贸易部教育司职教处处长,高级经济师

主任

陈耀清 全国商业中专教育研究会教材建设研究委员会委员,全国商业中专计算机教学与应用研究会副理事长,西安市经济贸易学校校长,高级讲师

副主任

许景行 中国高等院校市场学研究会理事,全国商业职业教育教学指导委员会委员,全国商业中专教育研究会教材建设研究委员会顾问,辽宁省出版工作者协会理事,东北财经大学出版社副社长、副总编,编审

赵承祖 天津市商业学校副校长,高级讲师

委 员(按姓氏笔划排列)

- 方 程** 全国商业中专计算机教学与应用研究会副理事长,浙江省计算机职业技术鉴定所副所长,浙江省宁波商业学校信息工程教研室主任,高级讲师
- 毛一梅** 上海市中专计算机教学研究会常务理事,上海市商业学校计算机教研室主任,讲师
- 李永平** 全国商业中专计算机教学与应用研究会副理事长,浙江省温州商业学校计算机教研室主任,高级讲师
- 张甲骥** 全国商业中专计算机教学与应用研究会副理事长,河南省粮食学校高级讲师
- 薛国舫** 全国商业中专计算机教学与应用研究会副理事长,安徽省商业学校计算机教研室主任,高级讲师

[illegible]

编审说明

为适应建立社会主义市场经济体制的要求,满足中等专业(职业)学校教育改革与发展对新教材的需要,我会相继组织编写了面向 21 世纪、具有“换代型”性质的公共课和市场营销、会计、计算机应用与管理、餐旅服务与管理等专业的“教材新系”。新教材认真贯彻全国教育工作会议精神,具体落实教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”,着眼于 21 世纪初我国大、中、小企业诸多岗位群的现实需要,以培养中等应用型专业人才为目标,依照“以素质为基础,以能力为本位,注重创新意识与创新能力培养”的原则,简化了对知识要点的陈述,增加了图、表、例和典型个案的比例,强化了知识的应用性、针对性和技能的可操作性,体现了我国中等专业(职业)学校新时期教育的特点。

《数据结构》是“中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系”中的一种,经审定,同意将其作为我会统编教材出版。

本书是全国商业中专教育研究会会员学校必用教材,也可供新时期我国各类中等专业(职业)学校(包括普通中专、职业中专、职业高中、电视中专和成人中专等)选用,还可作为业务岗位培训教材和计算机应用与管理人士的自学读物。

全国商业中专教育研究会
教材建设研究委员会

总 序

在 20 世纪的最后 10 年里,计算机几乎渗透到了人类活动的一切领域,迅速地改善着人们的生产方式和生活质量。Windows 操作系统出现以后,计算机功能之强大,应用之广泛,操作之简便,普及之迅速,更超出人们的想象。各行各业对能在第一线从事计算机操作的应用型人才的需求与日俱增,“计算机应用”成为职业教育,首先是中等职业教育的一个极富生命力的专业。

在我国,商贸系统中专“计算机应用”专业的建设始于 90 年代初期,此前,“计算机应用”大多是作为一门公共课开设的。1994 年,原国内贸易部颁发了财经管理类 5 个专业和理工类 7 个专业的教学计划和教学大纲,其中就包括“计算机应用”专业。该专业的第一批教材(18 本)于 1996 年由中国商业出版社出版,并于 1998 年修订过一次。由于计算机应用技术更新日新月异,1999 年召开的全国教育工作会议又对发展职业教育提出了许多新的要求、新的思路、新的改革措施,强调要全面推进素质教育,重视创新精神和实践能力的培养,因而,及时开发适应新时期需要的新型教材,势在必行。

由全国商业中专教育研究会暨全国商业中专计算机教学与应用研究会组织编写的商贸系统中专“计算机应用”专业第二批教材(19 本)——“中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系”(以下简称“新系”),旨在贯彻全国教育工作会议精神,认真落实教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”,力求通过我们与东北财经大学出版社共同倡导的“形式与内容双更新”途径,做“营造”换代型“赋型机制”的尝试。

同目前已投放市场的同类其他教材相比,本“新系”具有如下特点:

1. 取材适中,内容先进

计算机应用技术普及面宽,知识更新快,应用软件不断推陈出新。新教材力求摆正计算机应用中相对稳定部分与不断更新部分间的关系,以便既有教学的相对稳定性,又具内容的先进性,使只有初中文化基础的学生在三至四年内,掌握计算机的基本原理,学到新知识、新技术、新方法,从而具备竞争上岗能力。

计算机应用教材内容有“偏软”与“偏硬”两种类型。前者侧重于数据处理,后者侧重于过程控制。本“新系”属于“偏软”的一类,但同时也不忽视必要的硬件知识。在专业基础课中,我们选编了《微机原理与汇编语言》、《数据结构》和《操作系统》等课程教材;为了使学生学习于计算机处理问题的方式,并具备一定的软件维护能力,我们编写了《微机操作系统——DOS 与 Windows》、《QBASIC 程序设计》、《C 语言程序设计》和《数据库原理与应用》等课程教材。以上课程相对比较稳定,通过这些课程的学习,可使学生掌握基本理论知识,为进一步提高专业知识与技术奠定基础。在专业课中,本“新系”突出了实用性和先

进性,注重能力的培养。为此,我们选编了当前计算机应用中较实用、较成熟而又较先进的课程教材,如《文字录入》、《中文 Office 2000 教程》、《WPS 2000 教程》、《北大方正电子排版系统》等文字处理教材,《计算机制图》等图形处理教材,《网络技术与应用》、《Internet 技术与应用》、《多媒体应用技术》、《电子商务》等网络安装与技术应用方面的教材。为了培养学生的计算机维护能力,我们选编了《单片机原理与应用》、《微机组装与系统维护》和《应用工具软件》等课程教材。通过这些课程的教学,可以使學生熟练地掌握基本技能,以从事计算机应用领域的实践操作。

2. 方便教学,方便自学

以往某些计算机类专业教材常出现的倾向主要有两种:一种是强调系统性,偏重理论叙述;讲授方式一般是先提出结论,再罗列实验加以论证。这类教材固然系统性较强,结构较清晰,但较忽略实践性教学和学生动手能力的培养。另一种是只讲操作方法,而缺少归纳总结和理论指导。这样做固然实践性较强,但需要大量的实验设备,而很多中等学校并不具备这样的条件,教学中有一定困难。此外,读者往往感到缺乏系统性,内容割裂,学起来不太习惯。本“新系”力图吸取这两种倾向的长处而避其所短,将系统性和实践性有机地结合起来,并在兼顾实践性的时候,既考虑到我国大多数中等学校的条件,又能适应我国学生的学习习惯。如在介绍应用软件时,一般对所选定的软件在进行大量实践、验证的基础上总结归纳,再按功能划分章节;对每一个功能,都排列出几个清晰的操作步骤,再举例说明。这种做法有功能要求,有操作步骤,有应用实例,前后呼应,结构清晰,既方便教学,又方便自学。

3. 形式新颖,栏目多样

本“新系”采用了比较新颖的教材结构形式。在每章的开首,都有“学习目标”,这既使教师明确了教学目的,又为学生提出了学习要求;每章的正文之后,都有该章“小结”,概括本章的知识要点,以强化记忆;有“上机操作”,直接指导实验,使学生明确上机目标并规范操作;有“习题”、“自测题”和“自测题参考答案”,供学生课后练习和对照检查学习效果。教材的这种结构形式大大方便了教学,而由于全套教材版式活泼,编排考究,图文并茂,也有助于提高学生的学习兴趣 and 积极性。

4. 精讲多练,加强实践

要掌握计算机应用技术,必须做到精讲、多练。本“新系”的选题比较广泛;对于专业课部分,不同的专业方向可根据各自的培养子目标选用。在教学中,如能使用投影机、多媒体教室或多屏幕计算机等先进教学设备,在学生能观察到计算机操作屏幕的情况下,教师一面操作一面讲解,可收到事半功倍的效果。这对于 Windows 平台下的软件尤为重要。本“新系”还注意总结操作规律,引导学生举一反三。书中有些内容可让学生上机自学。在应用软件的教学中,如有条件,应增加上机时间,为此,在每章之后,都附有“上机操作”内容。

本“新系”是集体智慧的结晶。参加这套教材编写的人员,是从全国商贸系统近二百所中专学校选聘出来的,各书的领衔作者都是知名的学科带头人,他们长期从事计算机应用教学工作,有丰富的教学经验和教材编写经验,从而为保证教材质量奠定了基础。让我们向这些贡献者表示由衷的感谢。我们还要感谢有关学校和东北财经大学出版社,感谢所有对本“新系”的编写和出版给予协助和做出贡献的单位和朋友们。

需要特别提到的是,本“新系”的编写得到了教育部全国计算机等级考试委员会、教育部计算机应用技术证书考试委员会、全国高等院校计算机基础教育研究会、中国信息经济学会、中国系统工程学会信息工程专业委员会、全国中等职业教育教学指导委员会和全国商业中专教育研究会等学术组织专家的支持和帮助,特别是得到了编写委员会名誉顾问谭浩强教授,顾问陈禹教授、张不同教授,乔正康会长和宿敏副会长的直接或间接的指导和帮助。此外,浩强创作室的各位教授担任了本“新系”各书的主审,为提高“新系”各书稿的专业知识质量做出了贡献。让我们向他们表示深深的谢意。

由于我们水平有限,本“新系”可能有这样或那样的缺点和不足,希望读者向我们提出宝贵意见,以便再版时修改。

“中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系”

编 写 委 员 会

2000年10月

前 言

随着计算机应用技术的迅速普及,在许多中等专业(职业)学校中都开设了电子计算机应用专业。“中等专业(职业)学校计算机应用与管理专业教材新系”,就是为满足新时期我国中等专业(职业)学校教学需要而编写出版的。这是一套吸取国内外现行计算机教材之所长,从内容到形式全部更新的面向 21 世纪的“换代型”教材。《数据结构》是这套教材中的一种。

按照这套教材的服务对象、特点、内容和形式要求,本书在编写过程中,坚持科学性、实用性、通俗性原则,强调基本数据结构在实际程序设计中的运用,为此,书中提供了大量的例子并提供了完整的 C 语言程序,可以直接上机运行。

全书共分 8 章。第 1 章介绍了数据结构的基本概念;第 2 章介绍了线性表的两种存储结构——顺序表和链表的实现以及有关的基本操作,这是本书的核心;第 3 章介绍了栈和队列这两种特殊的线性表,重点介绍了顺序栈和循环队列的实现与应用;第 4 章介绍了串的存储实现和一些特殊数组的存储问题;第 5 章讨论了二叉树的存储及遍历问题,并对哈夫曼树的应用作了详细讨论;第 6 章介绍了图的一些概念和图的两种存储实现——邻接矩阵和邻接表;第 7 章介绍了几种常用的排序方法(插入排序、交换排序、选择排序、归并排序和分配排序);第 8 章介绍了线性表的查找、树表的查找和散列表的查找。

本书第 1、6 和第 8 章由宁波商业学校高级讲师冯建新编写;第 4、5、7 章由宁波商业学校高级讲师黄崇本编写;第 2、3 章由安庆商业学校讲师王小志编写。全书由冯建新主编并总纂定稿,黄崇本任副主编。在本书编写和出版过程中,得到了各有关学校,特别是商业中专教育研究会和东北财经大学出版社的大力协助,在此深表感谢。

由于我们学识所限,书中可能存在不妥之处,请读者不吝赐教,以便在修订中认真吸取,使本书不断完善。

编 者

2000 年 9 月于宁波

1

第5章	树与二叉树	91
5.1	二叉树	92
5.2	树和森林	101
5.3	哈夫曼树及其应用	107
■	小结	111
■	习题	112
■	上机操作	113
■	自测题	114
第6章	图	116
6.1	图的概念	117
6.2	图的存储结构	119
6.3	图的遍历	122
6.4	最短路径	123
6.5	拓扑排序	126
6.6	关键路径	129
■	小结	131
■	习题	131
■	自测题	133
第7章	排序	134
7.1	基本概念	135
7.2	插入排序	136
7.3	交换排序	139
7.4	选择排序	143
7.5	归并排序	148
7.6	分配排序	150
■	小结	154
■	习题	154
■	上机操作	154
■	自测题	155
第8章	查找	156
8.1	基本概念	157
8.2	线性表的查找	157
8.3	树表的查找	160
8.4	散列表的查找	163
■	小结	168
■	习题	169

■ 上机操作	169
■ 自测题	169
自测题参考答案	171
主要参考书目	174

第

1

章



概 论

本章内容

- 1.1 数据结构的
概念
- 1.2 算法描述与
分析
- 小结
- 习题
- 自测题

学习目标

了解数据结构课程研究的对象,掌握逻辑结构、存储结构的概念和两种结构之间的关系。

早期,计算机的应用范围几乎只局限于科学和工程的计算,其处理的对象是纯数值性的数据。随着计算机技术的发展和应用领域的扩展,计算机的处理对象也从简单的纯数值性数据发展到非数值性的和具有一定结构的数据,数据结构的研究成为十分必要。本章就数据结构的一些概念作一个简单介绍。

1.1 数据结构的概念

1.1.1 数据类型和数据元素

数据(Data)是信息的载体,它能够被计算机识别、存储和加工处理,它是计算机程序加工的“原料”。数据按其性质可分为以下几种:

- 数值型数据。如描述人的身高、体重。
- 字符型数据。如描述人的姓名、性别。
- 声音数据。
- 图像数据。

数据类型(Data Type)是程序设计语言中所允许的变量的种类,也是变量可以取的值和可以进行运算的集合。数据类型可以分为原子数据类型和结构数据类型。原子数据类型是由计算机语言提供的,如C语言的整型、字符型;结构数据类型是借用计算机语言提供的一种描述数据元素之间逻辑关系的机制,由用户自己定义的,如C语言的数组、结构体等。

数据元素(Data Element)是数据的基本单位,在数据结构中通常作为一个整体进行考虑和处理。例如,表1.1的学生成绩表中一个学生的各项数据构成一个数据元素。通常,一个数据元素由若干个数据项(Data Item)组成,如表1.1中的学号、姓名、数学、计算机应用、英语、平均成绩等都是一个数据项,由这些数据项组成一个数据元素。数据项是数据的不可分割的最小单位。

1.1.2 什么是数据结构

什么是数据结构?虽然至今没有一个统一的定义,但它总是包含三个方面的内容:

- 数据的逻辑结构。
- 数据的存储结构。
- 数据运算,即对数据实施的操作。

在非数值计算应用中,计算机加工的数据对象往往是大量的数据,它由许多数据元素组成。这些数据元素并不是杂乱无章的堆叠,数据元素之间往往是存在着一定关系,这一种关系就称为数据的“逻辑结构”。例如,电话号码簿中的电话号码是按一定的规则排列的,这种排列的规则就形成了电话号码簿的逻辑结构。当我们用计算机来建立一本电子的电话号码簿时,就要考虑在计算机的存储器中如何存储的问题,电话号码簿在计算机中的存储实现就是它的“存储结构”。当我们选定了某一种存储结构后,就要研究在这种存储结构上各种操作的实现算法。例如,查找一个电话号码的操作。

1. 数据的逻辑结构

数据的逻辑结构(Logical Structure)是指数据元素之间的逻辑关系。它与数据的存储

无关,是独立于计算机的。

例 1.1 学生成绩表,见表 1.1。

我们把表 1.1 称为一个数据结构,表中的每一行是一个数据元素。在该表中,数据元素之间的关系是一种先后的位置关系,对于表中任一个数据元素(除了第一个和最后一个数据元素),它的前面有且仅有一个数据元素,它的后面也有且仅有一个数据元素,这样一种关系我们把它称为线性结构。

表 1.1 学生成绩表

学号	姓名	数学	计算机应用	英语	平均成绩
1301	张兰	90	85	95	90
1302	陈建	80	85	90	85
1303	李斌	95	91	99	95
1304	王浩	70	84	86	80
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

例 1.2 学校机构组织图,见图 1.1。

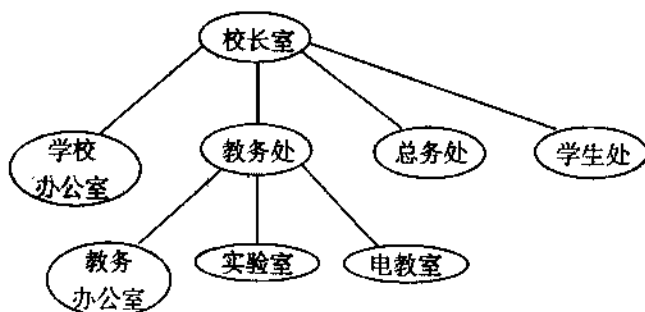


图 1.1 学校机构组织图

在图 1.1 中,我们把每一个机构看做一个数据元素,则数据元素之间的关系要比例 1.1 中的学生成绩表中数据元素之间的关系要复杂。数据元素之间的关系是一对多的关系,即一个数据元素向上和一个数据元素相关,向下和多个数据元素相关,这种关系我们把它称为树结构。

数据的逻辑结构有两大类:线性结构和非线性结构。线性表是线性结构中最典型的一种,而树和图是非线性结构的代表。

2. 数据的存储结构

数据元素及其关系在计算机存储器内的表示,称为数据的存储结构(Storage Structure),又称物理结构。

数据的存储结构是数据的逻辑结构用计算机语言的实现(亦称为映像),它包括数据元素的表示和数据元素之间关系的表示。数据元素的表示在其他课程中已有讨论,在此,我们研究的是数据元素之间关系的表示。