

国家职业资格鉴定考试指定辅导资源

计算机

程序设计员

培训
教程

国家职业资格鉴定考试 (高级)

本书编委会



中央广播电视大学出版社

国家职业资格鉴定考试指定辅导资源

计算机程序设计员 国家职业资格考试培训教程

(高级)

本书编委会



中央广播电视大学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机程序设计员国家职业资格考试培训教程：高级/
《计算机操作员国家职业资格考试培训教程》编委会编.
—北京：中央广播电视大学出版社，2009.9
国家职业资格鉴定考试指定辅导资源
ISBN 978 - 7 - 304 - 04688 - 0

I. 计… II. 计… III. 程序设计 - 职业技能鉴定 -
教材 IV. TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 162513 号

版权所有，翻印必究。

计算机程序设计员国家职业资格考试培训教程 (高级)

本书编委会

出版·发行：中央广播电视大学出版社

电话：发行部 010 - 58840200

总编室 010 - 68182524

网址：<http://www.crtvup.com.cn>

地址：北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编：100039

经销：新华书店北京发行所

责任编辑：闫海新

版式设计：袁 鹏

责任印制：赵联生

责任校对：王 亚

印刷：北京宏伟双华印刷有限公司

印数：0001 ~ 20000

版本：2009 年 9 月第 1 版

2009 年 9 月第 1 次印刷

开本：787 × 1092 1/16

印张：13 字数：288 千字

书号：ISBN 978 - 7 - 304 - 04688 - 0

定价：34.00 元

(如有缺页或倒装，本社负责退换)

本书编审委员会

顾 问：(排名不分先后)

王浩旭	叶敏速	陈锐彬	姜 旭
张金马	王 宏	杨国农	吕伟光
彭衍惠	陈 捷	陈 燕	李百亮
贝 瑛	李晓飞		

主 编：隗青龙

副主编：王华容 陈常晖

编 委：(排名不分先后)

张丽花	何中伟	杨文涛	张红英
王 平	鱼平伟	刘文娟	卢 鹏
罗江玲	李权博	俞小红	吴宏伟
陈 斌	周建明	杨 静	王华锋
何春燕	李艳平	廖春玲	刘 欢

秘 书：吴凯峰 龚匡溟

前 言

本套教材是依据《国家职业标准》的知识和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的,其内容翔实,案例丰富,涵盖了工作要求标准的各个模块,并在保证内容完整性的基础上力求突出其针对性和实用性。为了提高培训教材的质量,我们组织了教学、科研和企业方面的相关专家,共同参与了该系列教材的编写工作。

为了方便读者学习,本套教材在内容上安排得深入浅出、通俗易懂、案例实用;在版式上设计得美观大方、图文并茂;在每一章的开始部分,明确了该章内容的培训目标和学习要求,便于读者更好地把握知识要点。本套教材在编写中精选了许多典型案例,并在案例后请专家做了点评,有利于进一步提高读者在实际工作中解决问题的能力与水平。

本套教材包括:

- 《计算机操作员国家职业资格考试培训教程(中级)》
- 《计算机操作员国家职业资格考试培训教程(高级)》
- 《计算机网络管理员国家职业资格考试培训教程(中级)》
- 《计算机网络管理员国家职业资格考试培训教程(高级)》
- 《多媒体作品制作员国家职业资格考试培训教程(中级)》
- 《多媒体作品制作员国家职业资格考试培训教程(高级)》
- 《计算机程序设计员国家职业资格考试培训教程(中级)》
- 《计算机程序设计员国家职业资格考试培训教程(高级)》
- 《计算机(微机)维修工国家职业资格考试培训教程(中级)》
- 《计算机(微机)维修工国家职业资格考试培训教程(高级)》

《计算机程序设计员国家职业资格考试培训教程(高级)》共分8章,主要内容如下:

第1章数据结构与程序设计语言,主要介绍了计算机程序设计员的职业道德、数据结构、程序设计语言等内容。

第2章软件系统需求分析,主要介绍了软件系统需求分析的任务、与用户沟通获取需求的方法、需求验证与需求管理、设计模式应用等内容。

第3章开发文档的理解与编写,主要介绍了软件设计与设计文档编写和编写设计文档的标准等内容。

第4章软件系统功能设计,主要介绍了软件系统功能结构的设计与选择、系统构件功能

规格以及构件之间的接口等内容。

第5章软件代码编写，主要介绍了基本应用程序开发、桌面程序开发、数据库应用程序开发、网络应用程序开发、Web 应用程序开发等内容。

第6章软件开发管理，主要介绍了协同开发、软件项目管理，如软件质量管理、软件配置管理等内容。

第7章程序调试与软件测试，主要介绍了程序调试、软件测试基本知识、软件测试的过程与组织、软件测试计划的编写与流程、软件可靠性测试评估等内容。

第8章安装程序的制作与编译，主要介绍了安装程序的制作、安装程序的编译等内容。

本教材所采用的教学方法还正在不断地摸索和提高过程中，由于时间关系，本教材难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

本书编委会

2009 年 7 月

目 录

1 数据结构与程序设计语言	(1)
1.1 计算机程序设计员的职业道德	(1)
1.1.1 职业道德概述	(2)
1.1.2 职业道德修养	(2)
1.1.3 知识产权	(3)
1.2 数据结构	(4)
1.2.1 数据结构的基本概念	(4)
1.2.2 数据结构的分类	(7)
1.2.3 数据结构应用实例	(9)
1.3 程序设计语言	(11)
1.3.1 程序设计语言的分类	(12)
1.3.2 面向过程的高级语言	(12)
1.3.3 面向对象的程序设计语言	(13)
2 软件系统需求分析	(15)
2.1 软件系统需求分析的任务	(15)
2.2 与用户沟通获取需求的方法	(17)
2.2.1 常规的软件需求获取的方法	(17)
2.2.2 快速原型法在软件需求分析中的应用	(19)
2.3 需求验证与需求管理	(19)
2.3.1 需求验证的方法	(19)
2.3.2 需求变更管理	(20)
2.3.3 软件需求分析常见错误	(21)
2.3.4 计算机软件管理需求搭建示例	(23)
2.4 设计模式应用	(25)
2.4.1 创建型模式	(25)
2.4.2 结构型模式	(26)
2.4.3 行为型模式	(28)

3	开发文档的理解与编写	(31)
3.1	软件设计与设计文档编写	(31)
3.1.1	软件设计文档的定义和作用	(31)
3.1.2	文档的分类	(32)
3.2	编写设计文档的标准	(33)
3.2.1	软件设计文档的国家标准	(33)
3.2.2	软件设计文档的编写要求	(35)
4	软件系统功能设计	(37)
4.1	软件系统功能结构的设计与选择	(37)
4.1.1	软件系统设计的概念	(37)
4.1.2	软件系统功能结构特点	(38)
4.1.3	软件结构设计的准则	(43)
4.1.4	软件系统结构化设计方法	(45)
4.2	系统构件功能规格以及构件之间的接口	(49)
4.2.1	软件系统构件的功能规格	(49)
4.2.2	接口的分类	(50)
4.2.3	接口的控制方式	(52)
4.2.4	接口的功能	(53)
5	软件代码编写	(55)
5.1	基本应用程序开发	(55)
5.1.1	线程同步与通信	(55)
5.1.2	多线程技术应用	(59)
5.1.3	托管程序	(66)
5.1.4	动态链接库的实现	(66)
5.2	桌面程序开发	(69)
5.2.1	音频 API 的调用方法	(69)
5.2.2	视频文件的调用方法	(79)
5.2.3	国际化 API 的使用方法	(87)
5.2.4	外壳扩展的概念及实现方法	(89)
5.3	数据库应用程序开发	(90)
5.3.1	数据库的维护管理方法	(90)
5.3.2	数据库的优化	(95)

5.3.3 数据库运行性能的监控	(99)
5.4 网络应用程序开发	(100)
5.4.1 I/O 端口完成技术在 TCP/IP 程序中的应用	(100)
5.4.2 Web Service 服务程序的编写方法	(110)
5.4.3 调用远程 DCOM 组件的方法	(115)
5.5 Web 应用程序开发	(117)
5.5.1 Web 开发技术	(117)
5.5.2 动态 HTML 应用程序的复杂界面实现方法	(123)
5.5.3 插件证书申请与签名方法	(124)
5.5.4 网页插件打包方法	(127)
6 软件开发管理	(130)
6.1 协同开发	(130)
6.1.1 软件协同开发的定义	(130)
6.1.2 软件协同工具的使用方法	(131)
6.2 软件项目管理	(132)
6.2.1 软件项目管理概述	(132)
6.2.2 软件开发项目的任务分解与管理知识	(134)
6.2.3 软件质量管理	(135)
6.2.4 软件配置管理	(140)
7 程序调试与软件测试	(144)
7.1 程序调试	(144)
7.1.1 程序调试的步骤	(144)
7.1.2 反汇编代码的查看方法	(145)
7.1.3 远程调试	(147)
7.2 软件测试基本知识	(154)
7.2.1 软件测试的基本概念	(154)
7.2.2 确认和验证的关系	(156)
7.2.3 测试信息流	(156)
7.2.4 测试与软件开发各阶段的关系	(157)
7.3 软件测试的过程与组织	(158)
7.3.1 软件测试的过程及其策略	(158)
7.3.2 测试的人员组织	(163)
7.3.3 软件测试文件	(163)

7.4	软件测试计划的编写与流程	(165)
7.4.1	测试计划编写的方法	(165)
7.4.2	测试计划编写常见问题与技巧	(166)
7.4.3	测试计划流程编写规范	(170)
7.5	软件可靠性测试评估	(172)
7.5.1	软件评估理论及其发展现状	(172)
7.5.2	软件可靠性评估的定义	(173)
7.5.3	软件的可靠性测试过程	(174)
7.5.4	软件测试总结报告	(176)
8	安装程序的制作与编译	(178)
8.1	安装程序的制作	(178)
8.2	安装程序的编译	(189)

1 数据结构与程序设计语言

课前导读

本章主要介绍了数据结构与程序设计语言。只有了解了数据结构与程序设计语言才能进一步学习其他章节的内容。本章以循序渐进的方式大致讲解了数据结构的相关知识及其应用，程序设计语言的分类与相关高级语言等。

学习目标

知识要点 \ 学习要求	了 解	理 解	应 用
数据结构的基本概念		☒	
数据结构的分类		☒	
数据结构应用实例			☒
程序设计语言的分类		☒	
面向过程的高级语言			☒
面向对象的程序设计语言			☒

1.1 计算机程序设计员的职业道德

作为一名计算机程序设计员，不但需要具备熟练、逻辑清晰的编程设计能力，而且还应具备该行业的职业道德素质和熟识法律法规基本知识。因此，在开始学习程序设计语言之前，首先简单介绍一名优秀的计算机程序设计员应具备的职业道德。

1.1.1 职业道德概述

道德是思想、品德、言行，是人类社会生活中依据社会舆论、传统习惯和内心信念，以善恶评定为标准的意识、规范、行为的总和。道德是区别人与动物的一个很重要的标志。道德是随着社会经济不断发展而不断变化的，没有什么永恒不变的抽象道德。道德规范是做人的准则，规范个人行为应该做什么，不应该做什么；每个人都按道德规范去行事，人与人之间、人与社会之间就会更和谐、有序。

职业道德是指从事一定职业劳动的人们，在特定的工作和劳动中依靠内心信念和特殊社会手段来维系的，以善恶进行评价的心理意识、行为原则和行为规范的总和，它是人们在从事职业的过程中形成的一种内在的、非强制性的约束机制。职业道德有三方面的特征：一是范围上的有限性，任何职业道德的适用范围都不是普遍的，而是特定的、有限的；二是内容上的稳定性和连续性；三是形式上的多样性。

职业道德是事业成功的重要保证，没有职业道德的人做不好任何工作；职业道德也是事业成功的重要条件，每一个事业成功的人往往都有较高的职业道德。

1.1.2 职业道德修养

职业道德修养主要是指程序设计员职业责任、职业纪律、职业情感以及职业能力的修养。

计算机程序设计员要严格按照工作程序及相关文档的规范开展工作，这里主要指的是办事规范。一名优秀的计算机程序设计员应用具备以下道德规范：

- (1) 程序设计人员需要掌握用户软件系统的重要信息，因此该岗位的人员要求必须具备严守机密的职业道德。
- (2) 在工作中要从客观实际出发，不懂不装懂，多向用户学习，切忌主观臆断。
- (3) 为了不断提高自身的思想素质和业务水平，计算机程序设计员必须勤奋学习、刻苦钻研。
- (4) 在思想上是先行者，在实践上是实干家，不断提出新问题，研究新方法，走出新路子，这是对计算机程序设计员勇于创新方面的要求。
- (5) 要有强烈的事业心和责任感，坚持原则，注重社会主义精神文明建设，反对不良思想和作风。
- (6) 要遵守职业纪律和与职业相关的法律、法规、商业道德。
- (7) 要坚持实事求是的工作作风，一切从实际出发，理论联系实际，坚持实践是检验真理的唯一标准。
- (8) 要根据自身分工的不同和形势发展的需要，掌握软件技术所需要的技能，如新的

语言、新的开发工具、网络技能、组件开发等。

(9) 计算机程序设计员的工作性质决定了从业人员不仅要在理论上有一定的造诣，而且还要具有实干精神。

1.1.3 知识产权

1. 知识产权的概念

知识产权是指公民或法人等主体依据法律的规定，对其从事智力创作或创新活动所产生的知识产品所享有的专有权利，又称为“智力成果权”、“无形财产权”，主要包括发明专利、商标以及工业品外观设计等方面组成的工业产权和自然科学、社会科学以及文学、音乐、戏剧、绘画、雕塑、摄影和电影摄影等方面的作品组成的版权（著作权）。

知识产权是一种无形产权，它是指智力创造性劳动取得的成果，并且是由智力劳动者对其成果依法享有的一种权利。

知识产权有广义与狭义之分。狭义的知识产权，即传统意义上的知识产权，包括著作权、专利权、商标权 3 个主要组成部分。广义的知识产权，除上述权利外，还包括商号权、商业秘密权、产地标记权、集成电路布图设计权、植物新品种权等各种权利。广义的知识产权范围，目前已被两个主要的知识产权国际公约（即《成立世界知识产权组织公约》与《知识产权协议》）所认可。

上述广狭义的知识产权体系，主要包括两类权利：一是智力性成果权，这类权利保护的对象都是人们智力创造活动的成果，一般产生于科学技术和文化知识领域，创造性是此类客体获得权利保护的必要条件；二是经营性标记权，这类权利保护的对象概为标示产品来源和厂家特定人格的区别标记，可区别性是该类客体的主要特征。由于现代商品经济的发展与社会财富形态的变化，财产越来越多地变为无形的或非物质的，其中主要涉及知识产权，但不限于知识产权。

2. 知识产权的范围

知识产权是不断扩张的开放体系。科学技术的发展和社会的进步，不仅使知识产权传统权利类型的内涵不断丰富，而且使知识产权的外延不断拓展。根据 TRIPs 协定、成立世界知识产权组织公约等国际公约和我国民法通则、反不正当竞争法等国内立法，知识产权的范围主要包括以下内容：

(1) 著作权和邻接权。著作权，又称版权，是指文学、艺术和科学作品的作者及其相关主体依法对作品所享有的人身权利和财产权利。邻接权在著作权法中被称为“与著作权有关的权益”。

(2) 专利权。即自然人、法人或其他组织依法对发明、实用新型和外观设计在一定期限内享有的独占实施权。

(3) 商标权。即商标注册人或权利继受人在法定期限内对注册商标依法享有的各种

权利。

(4) 商业秘密权。即民事主体对属于商业秘密的技术信息或经营信息依法享有的专有权利。

(5) 植物新品种权。即完成育种的单位或个人对其授权的品种依法享有的排他使用权。

(6) 集成电路布图设计权。即自然人、法人或其他组织依法对集成电路布图设计享有的专有权利。

(7) 商号权。即商事主体对商号在一定地域范围内依法享有的独占使用权。

对于科技成果奖励权、地理标志权、域名权、反不正当竞争权、数据库特别权利、商品化权等能否成为独立的知识产权，在理论界还存在较大分歧。

3. 知识产权的作用

(1) 为智力成果的推广应用和传播提供了法律机制，为智力成果转化为生产力并运用到生产建设上去产生了巨大的经济效益和社会效益。

(2) 为智力成果完成人的权益提供了法律保障，调动了人们从事科学研究和文学艺术作品创作的积极性和创造性。

(3) 知识产权法律制度作为现代民商法的重要组成部分，对完善我国法律体系、建设法治国家具有重大意义。

(4) 为国际经济技术贸易和文化艺术的交流提供了法律准则，从而促进了人类文明进步和经济发展。

1.2 数据结构

1.2.1 数据结构的基本概念

早期的计算机主要用于数值计算，20 世纪 70 年代出现微处理机后，计算机被大量用于信息处理，计算机的应用领域被拓宽。20 世纪 90 年代，计算机网络日益普及，发展至今已成为集计算、数据处理、数据传输于一体的信息处理系统。现代计算机应用强调的是数据管理，而数据结构则是数据管理的前提。

数据结构是计算机科学的重要基础，近年来已发展成为一个专门学科。根据各种实际需求，人们提出了许多组织数据的方法，从而构造了不同的数据结构，而且随着实际问题需要的增加，新的更加复杂的数据结构还在不断地被提出。首先介绍与数据结构相关的概念和术语。

1. 数据

数据是对客观事物的符号表示，在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。对计算机而言，数据的含义极为广泛，如数字、文字、图形、图

像、声音等都是数据。数据与信息不同，数据是以机器可读的形式存储的信息，当计算机把这些数据处理成人们可以理解的形式时，数据就成为信息，信息是特殊的数据集。

2. 数据元素

数据元素是数据的基本单位，是数据集合中的个体，是对事物属性中基本方面的测量，在不同的应用背景下也把数据元素称为结点、记录和表目等。一个数据元素可由一个或多个数据项组成，数据项是具有独立含义的数据的最小单位，在计算机程序中它通常被作为一个整体来进行考虑和处理。

3. 数据项

数据项是具有独立意义的最小数据单位，是对数据元素属性的描述。数据项也被称为域或字段。如在产品档案管理系统中，可以把一个产品的有关信息作为一个数据元素，它由产品号、名称、生产日期等数据项组成。

4. 数据类型

数据类型是指某种程序设计语言所允许使用的变量种类。各种高级语言提供的基本数据类型有所不同，如 C++ 提供了整型、实型和字符型等基本数据类型。除基本类型外，C++ 还允许使用数组型、结构型、联合型等构造类型。一个数据类型不仅定义了相应变量可以设定的值的集合和存储方法，而且还规定了对变量允许进行的一组运算及其规则，所以，可以把数据类型看做程序设计语言已实现了的数据结构。

5. 数据对象

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。如所有的字母构成的集合 $C = (-A-, -B' \dots 'Z')$ 是一个字母数据对象；在产品质量档案管理系统中所有的产品构成的集合是一个产品数据对象。

6. 数据结构

数据结构是带有结构的元素的集合，它是指数据之间的相互关系，即数据的组织形式，可以看做相互间存在特定关系的数据元素的集合。这些特定关系包括：

(1) 数据元素之间的逻辑关系，即数据的逻辑结构；

(2) 数据元素及其关系在计算机存储器中的存储方式，即数据的存储结构，也就是数据元素的物理结构；

(3) 施加在数据上的操作，即数据的运算。

计算机加工处理的数据元素不是互相孤立的，它们彼此之间应当存在某些逻辑上的关联，否则，对这些数据元素的处理就是无意义的。这些联系需要在对数据进行存储和加工时反映出来。任何事物都存在结构意义上的限定，因此，数据作为对事物的描述自然也是存在结构的。数据结构是存在一种或多种特定关系的数据元素的集合，外在表现为数据的组织形式。数据结构一般包括 3 方面的内容：数据间的逻辑关系、数据在计算机中的存储关系以及在这些数据上定义的运算，它们被称为数据的三要素。

数据的逻辑结构是数据间关系的描述，它只抽象地反映数据元素间的逻辑关系，而不涉

及其在计算机中的存在方式。数据的逻辑结构是从逻辑关系上描述数据，它与数据的存储形式无关，是独立于计算机的，因此，数据的逻辑结构可以看做从具体问题抽象出来的数学模型。数据的逻辑结构分为线性结构和非线性结构。当数据元素之间的逻辑关系可以用一个线性序列表示出来时，称为线性数据结构，否则称为非线性数据结构。

数据的存储结构是逻辑结构在计算机存储器中的实际表示，它不仅存储数据元素的内容，还要把数据元素间的关联体现出来，它是逻辑结构用计算机所能理解的方式的具体实现。存储结构是依赖于计算机程序的，对具体的程序而言，存储结构是具体的，我们只在高级语言的层次上来讨论存储结构，这使得数据的逻辑结构与存储结构具有某种程度的同一性。存储结构主要分为顺序结构和链式结构。顺序结构以元素在存储器中的相对位置来表示元素间的逻辑关系，链式结构借助元素存储地址的指针来表示元素间的逻辑关系，这是它们在具体程序中的重要区别。此外，存储结构还有索引存储和散列存储等。

数据的运算是在数据上所施加的一系列操作，称为抽象运算。它只考虑这些操作的功能，而不考虑具体的操作步骤。只有在确定了存储结构后，才会具体实施这些操作，即抽象运算是以逻辑结构为基础的，具体的实现要在存储结构上来完成。数据的运算是数据结构的一个重要成分。研究任何一种数据结构都离不开对该结构上的数据运算及算法设计的讨论。

算法是为解决特定问题而采取的有限操作步骤，是对解题方案的准确而完整的描述。数据结构与算法之间存在着密切的关系：一方面，算法的效率受到数据结构的影响；另一方面，针对不同数据结构也会采用不同的算法。数据结构和算法是计算机软件两个不可分割的方面，其内容将在本章中重点叙述。

总之，无论怎样定义数据结构，都应将该数据的逻辑结构、数据的存储结构及数据的运算这3个方面看成一个整体，体现它们之间的联系。

在计算机发展的早期，计算机主要用于科学计算，处理的是数值数据。当时的数据特点是数据元素之间的关系简单、数据量小、形式较为一致。因此，程序设计人员更加注重的是算法，而不注重对数据组织、性质、关系的研究。

随着计算机产业的飞速发展和计算机应用的日益普及，计算机已越来越广泛地应用于各种非数值处理问题，其应用已逐步深入到事务管理、工业控制、公共通讯、教育和军事等领域。待处理的数据形式多样，数量越来越大，关系越来越复杂。要想对这些数据进行快速有效的处理，就必须要了解数据的性质、组织方式和相互之间的关系。这样才能采用适当的方式进行存储，选用高效的算法进行处理。这正是数据结构所要研究的内容。也就是说，数据结构是一门对计算机所处理的数据的表示、组织和操作进行系统研究的学科。

在计算机科学中，数据结构与算法是密不可分、缺一不可的。算法指的是计算机解决问题的全过程及具体步骤的描述，计算机程序正是按照算法所描述的步骤对某种结构的数据进行加工处理的。如果没有数据结构，计算机就缺少了处理的基础；而没有算法，计算机就缺少了求解问题的方法。因此，著名的计算机科学家 N. Wirth 在论述算法与数据结构之间的关系时就曾指出：

程序 = 数据结构 + 算法

这一公式强调了数据结构和算法之间的必然联系。

数据结构往往是与施加于其上的运算密切相关的。数据按一定的逻辑结构组织起来，再把数据结构用适当的存储方式存储到计算机中，其目的就是为了提高数据的运算效率，从而更有效地处理数据。各种逻辑结构有其相应的运算，每种逻辑结构都有一个运算的集合。数据的运算是定义在数据的逻辑结构上的，运算的具体实现要在存储结构上进行。对于各类数据结构而言，它们在基本运算方面是相似的，最常用的运算有：

- (1) 插入。其含义是在数据结构中增加新的结点。
- (2) 删除。其含义是把指定的结点从数据结构中去除。
- (3) 更新。其含义是改变指定结点的值或改变指定的某些结点之间的关系。
- (4) 查找。其含义是在数据结构中查找满足一定条件的结点。

(5) 排序。其含义是将数据结构中各个结点按指定数据项的值，以升序或降序重新排列。

注意

复杂的运算过程可以是以上各种基本操作的组合。

在工程软件系统中，往往要构建各类数据结构，以描述复杂的工程对象。数据结构的描述通常采用的是面向对象的数据类（Class）的描述方法。类不仅可以完整地说明数据的结构，通过类的封装机制还能有效地保护数据，降低数据结构的界面复杂度，提高数据结构的利用率。更为重要的是，类还包含了对所描述的数据结构的一系列操作，使得数据结构及其操作运算完美地结合在了一起。

1.2.2 数据结构的分类

1. 集合结构

集合结构是指数据中各元素之间没有任何次序。如一个容器中的所有乒乓球，一个俱乐部里的所有成员，可以认为它们之间没有任何次序，它们均为集合结构，如图 1-1(a) 所示。

2. 线性结构

线性结构是指数据中各元素之间具有 1 对 1 的先后次序关系。如在一个列车时刻表中，各车次记录之间是按照发车时间的先后次序排列的；在一个人事职工表中，各职工记录之间是按照职工编号的先后次序排列的。所以，它们的表结构都是线性结构，如图 1-1(b) 所示。

3. 树结构

树结构是指数据中各元素之间具有 1 对多的先后次序关系，并且只有一个元素称为树根结点，其余均为树枝结点和树叶结点。如在一个企业的组织机构中，总经理只有一个，相当