

全国·计算机等级考试

刘瑞挺 主编

二级教程 Visual FoxPro 程序设计

沈琴婉 崔宝深 王 娟 高福成 编著

ERJI JIAOCHENG **Visual FoxPro** CHENGXU SHEJI

南 开 大 学 出 版 社

全国计算机等级考试

二 级 教 程

Visual FoxPro 程序设计

刘瑞挺 主编
沈琴婉 崔宝深 王 娟 编著

南开大学出版社

天 津

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试二级教程 . Visual FoxPro 程序设计/沈琴婉,崔宝深,王娟编著. —天津:南开大学出版社,2002.2(2002.4 重印)

(全国计算机等级考试系列丛书/刘瑞挺主编)

ISBN 7-310-01589-4

I. 全… II. ①沈…②崔…③王… III. ①电子计算机-水平考试-教材②关系数据库-数据库管理系统, Visual FoxPro-程序设计-水平考试-教材

IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 072586 号

出版发行 南开大学出版社

地址:天津市南开区卫津路 94 号

邮编:300071 电话:(022)23508542

出版人 肖占鹏

承 印 天津市蓟县宏图印务有限公司印刷

经 销 全国各地新华书店

版 次 2002 年 2 月第 1 版

印 次 2002 年 4 月第 2 次印刷

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 17.25

字 数 428 千字

印 数 5001—10000

定 价 25.00 元

全国计算机等级考试系列用书 编审委员会成员名单

主任委员：

杨芙清

副主任委员：

应书增 罗晓沛 谭浩强

委员：（以姓氏笔画排序）

王申康 孙显福 刘瑞挺 吴文虎

钟津立 唐兆亮 徐沪生 温 波

第二届全国计算机等级考试 委员会成员名单

主任委员：

杨芙清

副主任委员：（以姓氏笔画为序）

朱三元 杨学为 应书增 罗晓沛 谭浩强

委 员：（以姓氏笔画为序）

王义和	王申康	边奠英	古天祥
齐治昌	仲萃豪	刘淦澄	刘瑞挺
李克洪	吴文虎	吴功宜	沈钧毅
杨 洪	杨明福	林卓然	施伯乐
钟津立	侯炳辉	俞瑞钊	张福炎
袁开榜	席先觉	唐兆亮	徐沪生
钱维民	潘桂明	鞠九滨	瞿 坦

秘 书 长：

徐沪生

大力推行全国计算机等级考试 为发展知识经济、信息产业和培养计算机专门人才作出贡献 (代序)

中国科学院院士 北京大学信息与工程科学学部主任 杨芙清
全国计算机等级考试委员会主任委员

当今,人类正在步入一个以智力资源的占有和配置,知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代,也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。科教是经济发展的基础,知识是人类创新的源泉。基础研究的科学发现、应用研究的原理探索 and 开发研究的技术发明,三者之间的联系愈来愈紧密,转换周期日趋缩短。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技(特别是高科技)为先导的综合国力的竞争。

在高科技中,信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合、具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域,迅速改变着人们的观念、生活和社会的结构,是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中,微电子是基础,计算机硬件及通信设施是载体,计算机软件是核心。软件是人类知识的固化,是知识经济的基本表征,软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代,软件是信息化的核心,国民经济和国防建设、社会发展,人民生活都离不开软件,软件无处不在。软件产业是增长最快的朝阳产业,是具有高额附加值、高投入/高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程,促进从注重量的增长向注重质的提高方向发展,是典型的知识型产业。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全,体现国家综合实力,决定 21 世纪国际竞争地位的战略性产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力推动信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,广开渠道,培养和造就一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的专门人才。

1994 年,原国家教委推出了全国计算机等级考试,它是一种重视应试人员对计算机和软件的实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历背景,任何年龄段的人员都可以报考。这就为培养各行各业计算机的应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人;到了 2001 年上半年,报考人数已达 82 万余人。截止至 2001 年上半年,全国计算机等级考试共开考 13 次,考生人数累计达 501 万人,其中,有 187.9 万人获得了各级计算机等级证书。

事实表明,鼓励社会各阶层的人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并运用等级考试对他们的才干予以认真的、有权威性的认证,是一种较好的人才培养的有效途径,是比较符合我国具体情况的。等级考试也为用人单位录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看,不论是管理人员还是应试人员,对该项考试的内容和形式都给予了充分肯定的评价。

计算机等级考试所取得的良好效果，也同全国各有关单位专家们在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等多项工作中所付出的大量心血和辛勤的劳动密切相关，他们为这项工作的顺利开展做出了重要的贡献。

计算机与软件技术是一项日新月异的高新技术。计算机等级考试大纲有必要根据计算机与软件技术在近年的新发展，进行适当的修正，从而使等级考试更能反映当前计算机与软件技术的应用实际，使培养计算机应用人才的基础工作更健康地向前发展。

从面临知识经济的机遇与挑战这样一个社会大环境的背景出发，考察全国计算机等级考试，就会看到，这一举措是符合知识经济和发展信息产业的方向的，是值得大力推行的。

我们相信，在 21 世纪知识经济和加快发展信息产业的形势下，在教育部考试中心的精心组织领导下，在全国各有关专家们的大力配合下，全国计算机等级考试一定会以更新的面貌出现，从而为我国培养计算机应用专门人才的宏大事业做出更多的贡献。

2001 年 7 月

前 言

本书是根据全国计算机等级考试委员会 2001 年修订的二级考试大纲对 Visual FoxPro 程序设计的考试要求编写的。内容包括数据库系统与 Visual FoxPro 基础知识, 数据库基本操作, 结构化查询语言 SQL, Visual FoxPro 程序设计, 设计器和项目管理器的使用等。

本书在写法上注意由浅入深, 循序渐进, 通俗易懂, 适合自学。书中有大量例题, 每章后都有小结和习题, 并附有答案, 有助于读者理解概念、巩固知识、掌握要点、攻克难点。本书既可作为参加二级考试应试者的教材, 又可作为各类院校非计算机专业及其他培训班的 Visual FoxPro 程序设计教学用书, 对于计算机应用人员和计算机爱好者也是一本实用的自学参考书。

本书第 1、2、3、7 章由崔宝深编写, 第 5、6 章由沈琴婉编写, 第 4 章由王娟编写, 全书由沈琴婉教授统稿, 刘瑞挺教授审阅。在编写过程中, 得到南开大学出版社李正明、张蓓和李冰等同志的大力帮助和指导, 在此表示衷心感谢, 书中不妥之处, 敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 7 月

目 录

第1章 数据库系统与 Visual FoxPro

基础知识

1.1 数据库系统基本概念	(1)
1.1.1 数据、信息和数据库	(1)
1.1.2 数据库系统	(2)
1.1.3 数据模型	(5)
1.1.4 数据库管理系统	(7)
1.2 关系数据库系统	(7)
1.2.1 关系术语	(8)
1.2.2 关系的特点	(8)
1.2.3 关系设计	(9)
1.2.4 关系运算	(10)
1.3 数据库应用系统	(11)
1.4 Visual FoxPro 概述	(12)
1.4.1 Visual FoxPro 的特点	(12)
1.4.2 Visual FoxPro 的运行环境 和安装	(13)
1.4.3 Visual FoxPro 的启动与 退出	(14)
1.4.4 Visual FoxPro 的用户界 面及工作方式	(15)
1.4.5 Visual FoxPro 的辅助设 计工具	(22)
1.5 Visual FoxPro 的数据元素	(24)
1.5.1 常量与变量	(24)
1.5.2 表达式	(26)
1.5.3 函数	(29)
1.6 Visual FoxPro 的命令格式 及文件类型	(32)
1.6.1 Visual FoxPro 的命令 格式	(32)
1.6.2 Visual FoxPro 的文件	

类型	(33)
----	------

本章小结	(34)
------	------

习题一	(35)
-----	------

第2章 自由表的基本操作

2.1 表的建立与修改	(39)
2.1.1 设计表的结构	(39)
2.1.2 建立表的结构	(41)
2.1.3 表数据的输入与修改	(42)
2.1.4 浏览窗口的操作	(43)
2.1.5 表结构的修改	(45)
2.2 表的维护命令	(46)
2.2.1 表与表结构的复制	(46)
2.2.2 记录指针的移动	(47)
2.2.3 记录的追加与插入	(48)
2.2.4 记录的删除与恢复	(50)
2.2.5 表数据的替换	(50)
2.2.6 表的排序与索引	(51)
2.3 设置过滤器	(56)
本章小结	(57)
习题二	(57)

第3章 创建和使用数据库

3.1 创建数据库	(60)
3.1.1 创建数据库的两种方式	(60)
3.1.2 向数据库中添加或移去表	(61)
3.1.3 有效性规则与参照完整性	(62)
3.2 项目管理器	(67)
3.2.1 启动项目管理器	(68)
3.2.2 项目管理器的使用	(69)
3.3 查询与统计命令	(70)
3.3.1 查询命令	(70)
3.3.2 统计命令	(71)
3.4 工作区与数据工作期	(73)

3.4.1 工作区·····(73)	5.3.1 子程序、函数与过程·····(136)
3.4.2 数据工作期·····(74)	5.3.2 全局变量与局部变量·····(141)
3.5 表之间的关联·····(77)	5.3.3 主程序与子程序或过程之 间的参数传递·····(143)
3.5.1 关联的概念·····(77)	5.3.4 结构化程序设计·····(144)
3.5.2 建立关联·····(77)	5.4 应用程序的编译和调试·····(145)
3.6 查询·····(80)	5.4.1 常见的错误类型·····(145)
3.7 视图的建立与维护·····(84)	5.4.2 常用的调试技术·····(146)
3.7.1 创建视图·····(84)	5.4.3 使用“调试器”进行 调试·····(146)
3.7.2 视图的维护·····(86)	本章小结·····(150)
本章小结·····(87)	习题五·····(151)
习题三·····(87)	
第4章 结构化查询语言 SQL	第6章 面向对象的程序设计
4.1 SQL 概要·····(91)	6.1 基本概念·····(159)
4.2 SQL 数据定义功能·····(92)	6.1.1 对象与类·····(160)
4.2.1 建立表结构·····(92)	6.1.2 类的特征和基类·····(163)
4.2.2 修改表结构·····(95)	6.1.3 事件·····(166)
4.2.3 建立临时表·····(98)	6.2 定义类的程序方式·····(168)
4.2.4 删除表·····(98)	6.2.1 定义类的命令·····(168)
4.3 SQL 的数据修改功能·····(98)	6.2.2 向容器类中添加对象·····(170)
4.3.1 插入数据·····(99)	6.2.3 指定方法和事件程序·····(172)
4.3.2 删除数据·····(100)	6.2.4 保护和隐藏类成员·····(174)
4.3.3 更新数据·····(100)	6.2.5 按类层次调用方法或事件 代码·····(175)
4.4 SQL 的数据查询功能·····(101)	6.3 利用类设计器定义类·····(178)
4.4.1 简单查询·····(103)	6.4 创建和使用类库·····(181)
4.4.2 嵌套查询·····(107)	6.4.1 创建类库的两种方法·····(181)
4.4.3 连接查询·····(109)	6.4.2 修改库中的类定义·····(181)
4.4.4 分组及使用库函数查询·····(111)	6.4.3 使用类库的命令·····(182)
本章小结·····(112)	6.5 面向对象程序设计与实例·····(183)
习题四·····(114)	6.5.1 设计一个应用系统的具体 实现过程·····(183)
第5章 Visual FoxPro 程序设计基础	6.5.2 一个数据库应用系统实例 ·····(184)
5.1 程序文件·····(116)	本章小结·····(198)
5.1.1 程序文件的建立与执行·····(116)	习题六·····(199)
5.1.2 不同工作方式下的环境 设置·····(118)	
5.1.3 输入输出命令·····(118)	第7章 设计器的使用
5.2 程序的基本结构·····(122)	7.1 表单设计器·····(206)
5.2.1 顺序结构·····(122)	7.1.1 创建表单·····(206)
5.2.2 选择结构·····(122)	7.1.2 设置数据环境·····(208)
5.2.3 循环结构·····(126)	
5.3 过程与过程调用·····(136)	

7.1.3 控件使用要点·····(210)	建和修改报表·····(228)
7.2 菜单设计器·····(221)	7.3.3 创建分组报表·····(234)
7.2.1 建立主菜单栏·····(222)	7.3.4 创建一对多报表·····(236)
7.2.2 创建菜单项或子菜单·····(223)	本章小结·····(238)
7.3 报表设计器 ·····(226)	习题七·····(239)
7.3.1 创建快速报表·····(227)	附录 习题答案·····(242)
7.3.2 使用“报表设计器”创	

第1章 数据库系统与 Visual FoxPro 基础知识

随着社会信息化进程的加快, 计算机应用已经渗透到各行各业的管理工作之中。以数据库系统为核心的办公自动化系统、管理信息系统、决策支持系统等得到广泛应用, 数据库技术和计算机网络技术相互渗透、相互促进, 已成为当前计算机理论和应用中发展极为迅速、应用非常广泛的两大领域。

目前, 数据库技术的应用范围已不仅仅是事务管理, 而是扩大到专家系统、情报检索、人工智能和计算机辅助设计等非数值计算的各个方面。作为计算机应用人员, 只有掌握数据库系统的基础知识, 熟悉数据库管理系统的特点, 才能开发出适用的、水平较高的数据库应用系统, 为促进祖国经济发展和人类社会的进步做出积极的贡献。

在学习 Visual FoxPro 程序设计之前, 首先要建立一些有关数据库系统的基本概念, 了解 Visual FoxPro 的特点和基础知识, 为学习其余各章打下良好基础。

1.1 数据库系统基本概念

1.1.1 数据、信息和数据库

数据(Data)在一般意义上被认为是对客观事物特征所进行的一种抽象化、符号化表示。例如, 某人出生日期是1985年6月28日, 身高1.72m, 体重66kg, 其中1986年、6月、28日、1.72m 和 66kg 等就是数据, 它们描述了该人的某些特征。数据可以有不同的形式。例如, 出生日期也可以表示成“1985.6.28”、“{06/28/85}”等形式。需要明确的是, 这里数据的概念比在科学计算领域中已大大地拓宽了, 不仅包括数字、字母、文字及其他特殊字符组成的文本形式的数据, 而且还包括图形、图像、声音等多媒体数据。总之, 凡是能够被计算机处理的对象都称为数据。

信息(Information)通常被认为是有一定含义的、经过加工处理的、对决策有价值的数据。请看一个简单例子: 某排球队中, 每个队员的身高数据为1.85m, 1.97m, 1.86m, ..., 经过计算得到平均身高为1.88m, 这便是该排球队的一条重要信息。又如, 今年入学的所有新生中, 每个人的出生日期为原始数据, 用今年年份减去出生日期中的年份, 得到每个人的年龄(可视为二次数据), 再由每个人的年龄求出平均年龄, 即得到有用的信息, 它反映出本届学生整体的年龄状况。数据与信息之间的关系可以表示为:

信息 = 数据 + 处理

其中, 处理是指将数据转换成为信息的过程, 包括数据的收集、存储、加工、排序、检索等一系列活动。数据处理的目的是从大量的现有数据中, 提取对人们有用的信息, 作为决

策的依据。可见,信息与数据是密切相关的。数据是信息的载体,它表示了信息;信息是数据的内涵,是数据的语义解释。信息是有价值的。信息的价值取决于它的准确性、及时性、完整性和可靠性。为了提高信息的价值,就必须用科学的方法来管理信息,这种方法就是数据库技术。

数据库(DataBase, DB)是指存储在计算机存储设备上、结构化的相关数据的集合。请注意,这些数据是以二进制形式存储在磁盘、光盘、半导体存储器等存储介质上的。那么,它们又是如何存储的呢?众所周知,图书馆书库中的图书是按一定规则(即藏书模型)分门别类整齐地排列在书架上的,读者查阅起来十分方便。试想,如果数以百万计的图书杂乱无章地堆放在一起,要从中找出一本所需要的书,那简直如同大海捞针!同理,为了便于检索和使用数据,数据库中的大量数据也必须按照一定的规则(即数据模型)来存放,这就是所谓的“结构化”。此外,存储在数据库中的数据彼此之间是有一定联系的,而不是毫不相干的。例如,学生成绩数据库中存储的是学号、姓名、性别及其各门课程的成绩等,这些数据是相关的。可见,数据库不仅包括描述事物的数据,而且反映了相关事物之间的联系。数据以什么形式存储,什么是结构化,何谓相关数据,这几个问题明确了,你对数据库也就有了一个全面而深入的理解,而不是简单地将它看作是存储数据的仓库。

1.1.2 数据库系统

1. 数据管理技术的发展

计算机数据管理技术随着计算机硬件和软件技术的发展而不断发展,大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个发展阶段。

(1) 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算,还没有专门用于管理数据的软件。数据与计算或处理它们的程序在一起。如果数据的类型、格式、数量或输入输出方式改变了,程序也必须作相应的修改,数据与程序不具有独立性。一个程序中的数据,其他程序不能使用,因此,各程序之间存在大量的重复数据,称为数据冗余。

(2) 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代,计算机开始大量地用于管理中的数据处理工作。在软件方面,出现了高级语言和操作系统。操作系统中的文件系统是专门管理外存储器的数据管理软件。程序和数据可以分别存储为程序文件和数据文件,因而程序与数据有了一定的独立性。常用的高级语言 FORTRAN、BASIC、C 等都支持使用数据文件。这个阶段称为文件系统阶段。

文件系统阶段对数据的管理虽然有了长足的进步,但是,一些根本性问题并没有得到解决。例如,数据冗余度大,同一数据项在多个文件中重复出现;缺乏数据独立性,数据文件只是为了满足专门需要而设计的,供某一特定应用程序使用,数据和程序相互依赖;数据无集中管理,各个文件没有统一管理机制,无法相互联系,各自为政,其安全性与完整性无法保证。诸如此类的问题造成了文件系统管理的低效率、高成本,促使人们研究新的数据管理技术。

(3) 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始,随着社会信息量的迅速增长,需要计算机管理的数据量急剧增长,文件系统越来越不能适应管理大量数据的需要。同时,人们对数据共享的需求日益增强。计算机技术的迅猛发展,特别是大容量磁盘开始使用,在这种社会需求和技术成熟的条件下,数据库技术应运而生,使得数据管理技术进入崭新的数据库系统阶段。

数据库系统克服了文件系统的种种弊端,它能够有效地储存和管理大量的数据,使数据得到充分共享,使数据冗余大大减少,使数据与应用程序彼此独立,并提供数据的安全性和完整性统一机制(数据的安全性是指防止数据被窃取和失密,数据的完整性是指数据的正确性和一致性)。用户可以以命令方式或程序方式对数据库进行操作,方便而高效。数据库系统的优越性使其得到迅速发展和广泛应用。从大型机到微型机,从 UNIX 到 Windows,推出了许多成熟的数据库管理软件,如 ORACLE、SYBASE、FoxBASE、FoxPro 和 Visual FoxPro 等等。今天,数据库系统已成为计算机数据管理的主要方式,而由文件系统支持的数据文件,仅在数据量较小的场合下使用。

计算机网络技术的迅速发展为数据库提供了更好的运行环境,使数据库系统从集中式发展到分布式。所谓集中和分布是对数据存放地点而言的。分布式数据库把数据分散存储在网络的多个结点上,各个结点上的计算机可以利用网络通信功能访问其他结点上的数据库资源。例如,一个银行有众多储户。如果所有储户的数据都存放在一个集中式数据库中,所有储户存款、取款时都要访问这个数据库,数据传输量必然很大。如果使用分布式数据库,将众多储户的数据分散存储在离各自住所较近的储蓄所,则大多数储户就可以就近存取,仅有少量数据需要远程调用,从而大大减少了网上的数据传输量,提高了运行效率。

值得一提的是,近年来,智能数据库的研究取得了可喜的进展。传统数据库存储的数据都是已知的事实,智能数据库除了存储已知的事实外,还能存储用于逻辑推理的规则,故又称为“基于规则的数据库”(rule-based database)。例如,某智能数据库中存有“科长领导科员”的规则,如果同时存有“甲是科长”、“乙是科员”等数据,它能够推理得出“甲领导乙”的新事实。随着人工智能逐步走向实用化,对智能数据库的研究日趋活跃。演绎数据库、专家数据库和知识库系统等都属于智能数据库的范畴。

2. 数据库系统的组成

通常把引进了数据库技术的计算机系统称为数据库系统(DataBase System, DBS)。数据库系统由以下几部分组成:

(1) 计算机硬件系统 需要有容量足够大的内存和外存,用来运行操作系统、数据库管理系统核心模块和应用程序,以及存储数据库。

(2) 数据库集合 存储在计算机外存设备上的若干个设计合理、满足应用需要的数据库。

(3) 数据库管理系统(DBMS) 这是帮助用户创建、维护和使用数据库的软件系统,是数据库系统的核心。较流行的微机数据库管理系统有 FoxBASE、FoxPro for Windows、Visual FoxPro、Access 等。

(4) 相关软件 包括操作系统、编译系统、应用开发工具软件和计算机网络软件等。较大型的数据库系统,通常是建立在多用户系统或网络环境中的。

(5) 人员 包括数据库管理员和用户。在大型数据库系统中,需要有专人负责数据库系

统的建立、维护和管理的工作，承担该任务的人员称为数据库管理员。用户可分为两类：专业用户和最终用户。专业用户侧重设计数据库、开发应用系统程序，为最终用户提供友好的用户界面。最终用户侧重对数据库的使用，主要是对数据库进行联机查询，或者通过数据库应用系统提供的界面使用数据库。

3. 数据库系统的特点

数据库系统的主要特点是：数据结构化、数据共享、数据独立性和统一的数据控制功能。

(1) 数据结构化

数据库中的数据是有结构的，这种结构是由数据库管理系统所支持的数据模型表现出来的。数据库系统不仅可以表示事物内部各数据项之间的联系，而且可以表示事物与事物之间的联系。

(2) 数据共享

数据共享就是说数据库中的数据可以被多个用户、多种应用访问，这是数据库系统最重要的特点。数据冗余是指数据的重复。

由于数据库中的数据被集中管理，统一组织、定义和存储，可以避免不必要的冗余，因而也避免了数据的不一致性。与此同时，还带来了对数据的灵活应用方式，可以取整体数据的各种合理子集用于不同的应用系统。正因为如此，才使得多用户、多应用共享数据成为现实。

(3) 具有较高的数据独立性

在数据库系统中，数据与应用程序之间的相互依赖大大减小，数据的修改对程序不会产生大的影响或没有影响，具有较高的数据独立性。

(4) 具有统一的数据控制功能

数据共享必然伴随着并发操作，即多个用户同时使用同一个数据库。为此，数据库系统必须提供必要的保护措施，主要是以下 3 种数据控制功能：

① 安全性控制 数据库系统设置了一套安全保护措施，只有合法用户才能进行指定权限的操作，以防止不合法的使用所造成数据的泄密和被破坏。

② 完整性控制 数据的完整性是指数据的正确性、有效性和相容性。系统提供必要的功能来保证数据库中的数据在输入、修改过程中始终符合原来的定义和规定。此外，当计算机系统发生故障而破坏了数据或对数据的操作发生错误时，系统能提供相应机制，将数据恢复到正确状态。

③ 并发控制 当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时，可能会相互干扰而得到错误的结果，并使数据库的完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作予以控制和协调。

并发控制中有一概念称为事务 (Transaction)，它是并发控制的基本单位与控制对象。事务是一操作系列，这些操作要么都做，要么都不做。两事务的并发操作可能造成数据的错误，通常采用封锁措施来保证数据的正确性。例如，事务 T1 要修改数据 A，首先封锁它，执行完读写操作之后才解锁 A。在事务 T1 的执行过程中，如果事务 T2 也提出对数据 A 的封锁要求，则必须等待，直到事务 T1 解锁数据 A 后，T2 才能获得对数据 A 的控制权。

1.1.3 数据模型

客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是实际事物（例如，一个学生，一个部门等），也可以是抽象事件（如借阅若干本书，一场足球比赛等）。同类型实体的集合构成一个实体集。

实体的特性称为属性。例如，学生实体可以用学号、姓名、性别、出生日期等属性来描述；图书实体可以用编号、书名、作者、出版社、定价等属性来描述。

实体之间的对应关系称为联系，它反映现实世界事物之间的相互关联。联系分为两种，一种是实体内部各属性之间的联系，另一种是实体之间的联系。实体之间的联系有以下3种类型：

(1) 一对一联系

例如，如果一所学校只有一位校长，他不能同时在其他学校兼任校长，那么学校与校长这两个实体之间存在一对一的联系。

(2) 一对多联系

例如，一所学校有多名学生，而一名学生只能在一所学校里注册，学校与学生两个实体之间便存在一对多的联系。

(3) 多对多联系

例如，我们来看学生和课程两个实体，一名学生可以选修多门课程，而一门课程可以被多名学生选修，可见，学生与课程之间存在多对多的联系。又如，科研课题与科研人员两个实体之间也存在多对多的联系。

在一个数据库系统中，为了反映事物本身及事物之间的各种联系，数据库中的数据必须具有一定的结构，这种结构用数据模型来表示。任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据模型主要有3种：层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次模型

利用树型结构表示实体及其之间联系的模型称为层次模型。图 1-1 是一个层次模型的例子，它体现出实体之间一对多的联系。

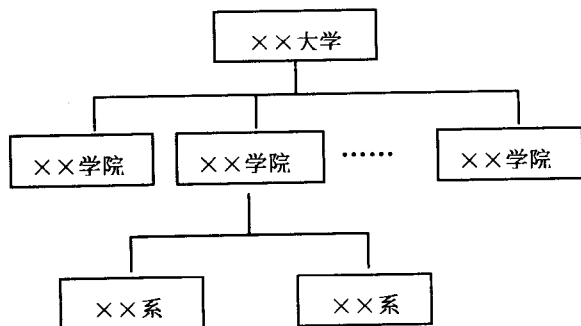


图 1-1 层次模型

2. 网状模型

利用网状结构表示实体及其之间联系的模型称为网状模型。该模型体现多对多的联系，

具有很大的灵活性。图 1-2 给出了一个用网状模型表示某汽车制造厂中技术人员、图纸、工人和工件之间的联系。

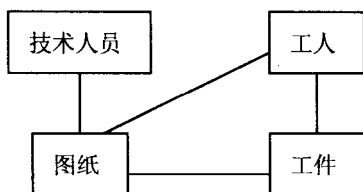


图 1-2 网状模型

3. 关系模型

用二维表结构表示实体以及实体之间联系的模型称为关系模型。关系模型把各种联系都统一描述成一些二维表，即由若干行和若干列组成的表格。每一个这样的二维表格就称为一个关系。例如，表 1-1 就是一个关系。

表 1-1 学生关系实例

学 号	姓 名	性 别	出生日期	个人简历	照片
0101011	李晓明	男	02/26/85	memo	gen
0100112	王民	男	11/05/84	memo	gen
0100136	马玉红	女	12/15/83	memo	gen
0100108	王海	男	03/31/83	memo	gen
0100123	李建中	男	06/27/85	memo	gen
0100156	田爱华	女	08/20/83	memo	gen
0100168	马萍	女	04/25/86	memo	gen

对我们来说，无论是浏览还是设计这样一张二维表格都没有什么困难，即是说，关系模型很容易被用户所接受，并且关系模型以关系数学理论为基础，因此，基于关系模型的关系型数据库管理系统成为当今最为流行的数据库管理系统。这就是本书重点介绍关系型数据库管理系统的根本原因。

经过 30 多年的发展，基于不同数据模型的数据库系统先后经历了第一代和第二代，现在正向第三代前进。

第一代数据库系统是非关系型数据库系统，包括层次型和网状型数据库系统。第二代数据库系统是关系型数据库系统。与第一代数据库系统相比，第二代数据库系统的突出优点有两个：一是采用二维表作为数据结构，简单明了、易学易用；二是查询效率高，仅用一条命令即可访问整个二维表，而第一代数据库每次仅能访问一条记录。此外，通过多表联合操作还能对有联系的若干个二维表实现“关联”查询。

随着多媒体技术的发展，要求数据库能够存储图形、声音等复杂对象。将数据库技术与面向对象技术相结合的第三代数据库系统，即对象-关系数据库系统 ORDBS(Object-Relational DataBase Systems)于 20 世纪 80 年代中期开始研究，虽然目前尚处于发展过程之中，但已显示出其光明的前景。