



普通高等教育“十二五”规划教材
辽宁省“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

Visual FoxPro 程序设计与应用教程 (第二版)

范立南 张宇 等 编著



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
辽宁省“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

Visual FoxPro 程序设计与应用教程

(第二版)

范立南 张 宇 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 VFP (Visual FoxPro) 9.0 为平台, 从方便学生自学的目的出发, 由浅入深、循序渐进地介绍了 VFP 的知识点和使用中常见问题的解决办法, 针对学生的特点、结合大量的实际例子、将使用与理论相结合。本书采用图文并茂的形式, 结合大量实用、丰富多彩的实例、深入浅出地讲述面向对象编程的概念, 使读者逐步掌握 Visual FoxPro 的基本操作及面向对象编程技术, 并能独立进行小型应用系统开发。考虑到自学的特点, 在程序设计部分分两种情况: 先介绍面向过程的内容, 再介绍面向对象的内容。

本书编写内容符合《全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 程序设计考试大纲》的要求。本书既可作为高等院校教学用书、全国计算机等级考试用书及各类相关等级考试的参考用书, 也可作为使用数据库的初学者、数据库管理人员和系统开发人员自学用书。

本书提供了大量的有针对性的习题供学习者巩固知识使用。本书还有相应的实验指导与习题教材, 配套使用会使学习效果更佳。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计与应用教程 / 范立南, 张宇等编著. —2 版. —北京: 科学出版社, 2014.1

普通高等教育“十二五”规划教材

辽宁省“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

ISBN 978-7-03-039564-1

I. ①V… II. ①范… ②张… III. ①关系数据库系统—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 007450 号

责任编辑: 于海云 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 闫 磊 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 1 月第 二 版 印张: 19 1/4

2014 年 1 月第一次印刷 字数: 456 000

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

Visual FoxPro 简称 VFP, 是目前最为实用的数据库管理系统和中小型数据库应用系统的开发工具之一, 全面支持可视化编程和面向对象的编程, 也是全国计算机等级考试二级的一个考试科目。可见 VFP 的影响是很大的。

本书作者从事 Visual FoxPro 的教学、项目开发多年, 有丰富的教学及实际开发的经验, 在此基础上以适合教学、学生自学为目的编写了本书, 旨在使读者能够轻松、容易、系统地掌握 Visual FoxPro 这个工具。为了给想进行开发应用的读者提供帮助, 本书还利用一定的篇幅, 适当介绍了一些开发中遇到的问题及解决办法。

为方便读者系统掌握 Visual FoxPro 9.0 的知识体系, 经过详细的体系划分, 将本书分 12 章。第 1 章介绍数据库系统的基本概念、VFP 9.0 数据库管理系统的特点和功能等。第 2 章介绍 VFP 9.0 的基本知识, 包括数据类型、函数及表达式等。第 3 章介绍表的基本操作和表记录的编辑与维护等。第 4 章介绍查询与统计及多表操作、查询与统计的操作方法、索引与排序、多工作区操作等。第 5 章介绍数据库操作, 包括数据库的打开/关闭, 在项目中添加/移去数据库, 使用多个数据库等。第 6 章主要介绍查询与视图, 阐述了创建查询与视图的方法。第 7 章介绍关系数据库标准语言 SQL, 描述了 SQL 语言的使用方法。第 8 章主要介绍结构化程序设计的内容, 包括顺序结构、选择结构、循环结构、过程结构及内存变量、函数等, 并用大量的实例加以讲解。第 9 章介绍面向对象的程序设计, 包括类、控件和对象, 以及创建类和使用类等。第 10 章介绍表单向导、表单设计器及在表单上设置控件的方法等表单的基本操作。第 11 章介绍创建菜单、修改菜单、将菜单添加到表单中等基本的使用操作。第 12 章介绍建立报表、使用报表向导创建报表和报表设计器等内容。

本书由范立南、张宇、王立武、秦凯、刘莹昕编写。其中第 1 章由范立南、刘莹昕编写, 第 2 章由刘莹昕编写, 第 3、4、5 章由秦凯编写, 第 6、7、8 章由张宇编写, 第 9、10、11、12 章由王立武编写。全书由范立南统稿。

本书既可作为高等院校教学用书、全国计算机等级考试用书及各类相关等级考试的参考用书, 也可作为使用数据库的初学者、数据库管理人员和系统开发人员阅读自学用书。

由于作者水平有限, 加之时间仓促, 书中疏漏之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 9 月

目 录

前言

第 1 章 数据库技术的发展及基本理论	1
1.1 计算机数据管理技术	1
1.1.1 信息、数据和数据处理	1
1.1.2 数据管理技术的发展历程	3
1.2 数据库系统	4
1.3 数据库系统的分代和分类	6
1.3.1 数据库系统的分代	6
1.3.2 数据库系统的分类	7
1.4 微机 Xbase 关系数据库系统的发展过程	8
1.5 关系数据库设计理论	10
1.5.1 关系模型的定义	10
1.5.2 关系模型的特点及关系性质	10
1.5.3 关系数据库基本术语	11
1.6 VFP 9.0 数据库管理系统概述	12
1.6.1 VFP 9.0 的特点及新增功能	12
1.6.2 VFP 9.0 的特点	12
1.6.3 VFP 9.0 的新增功能	13
1.7 VFP 9.0 的用户界面与操作	14
1.7.1 VFP 9.0 用户界面的组成	14
1.7.2 VFP 9.0 的界面操作	17
1.7.3 VFP 的工作方式	20
1.7.4 两类工作方式	21
习题 1	22
第 2 章 VFP 9.0 的基本知识	24
2.1 VFP 的数据类型	24
2.1.1 数据类型	24
2.1.2 常量	25
2.1.3 变量	26
2.2 VFP 的函数与表达式	30
2.2.1 运算符与表达式	30
2.2.2 函数	33
习题 2	51

第 3 章 表的基本操作	52
3.1 VFP 的表	52
3.2 使用“表设计器”创建表	53
3.2.1 建立表的结构	53
3.2.2 表设计器的字段选项卡	55
3.3 VFP 表结构的修改	56
3.3.1 修改已有表的结构	56
3.3.2 在表中增加字段	56
3.4 VFP 表的打开与关闭	57
3.4.1 通过文件菜单的打开命令打开表	57
3.4.2 用 USE 命令打开或关闭表	57
3.4.3 关闭表的其他方法	58
3.5 表数据的输入、显示与修改	58
3.5.1 新记录的添加	58
3.5.2 查看表数据	59
3.5.3 编辑字段	63
3.5.4 删除记录	63
3.6 表的维护命令	63
3.6.1 复制表结构	63
3.6.2 表复制	65
3.7 表记录的编辑与维护	66
3.7.1 定位当前记录	66
3.7.2 表内容的更新	68
3.7.3 修改表记录	73
习题 3	77
第 4 章 查询与统计及多表操作	78
4.1 索引	78
4.1.1 索引的类型	78
4.1.2 索引文件的类型	79
4.1.3 建立索引文件	80
4.1.4 排序	89
4.2 检索	90
4.2.1 顺序检索	90
4.2.2 快速检索	92
4.3 统计与计算	94
4.3.1 统计记录个数命令 COUNT	95
4.3.2 求列向和命令 SUM	95
4.3.3 求列向平均命令 AVERAGE	95
4.3.4 分类统计命令 TOTAL	96

4.4	多重表操作	97
4.4.1	工作区的选择与使用	98
4.4.2	表文件间的关联	100
4.4.3	两个表文件间的连接	101
4.4.4	表文件间的更新	102
习题 4		104
第 5 章	数据库操作	106
5.1	建立数据库文件	106
5.2	使用数据库表的新功能	107
5.2.1	为字段设置新的显示标题	107
5.2.2	为字段设置默认值	108
5.2.3	设置字段验证规则	108
5.2.4	设置记录验证规则	109
5.2.5	建立表之间的永久关系	110
5.2.6	建立参考完整性	110
5.3	数据库操作	111
5.3.1	数据库的打开/关闭	111
5.3.2	查看数据库中的表	111
5.3.3	修改与查看数据库结构	112
5.4	在项目中添加或移去数据库	112
5.4.1	添加数据库	112
5.4.2	移去或删除数据库	113
5.5	使用多个数据库	113
5.5.1	打开多个数据库	113
5.5.2	当前数据库的设置	113
习题 5		113
第 6 章	查询与视图	115
6.1	创建查询	115
6.1.1	查询的基本功能	115
6.1.2	创建查询的步骤	116
6.1.3	使用“查询向导”创建查询	116
6.1.4	使用“查询设计器”创建查询	118
6.2	创建本地视图	123
6.2.1	视图的使用环境	123
6.2.2	创建本地视图	124
习题 6		126
第 7 章	关系数据库标准语言 SQL	128
7.1	SQL 语言概述	128
7.2	数据查询	129

7.2.1	SELECT 语句格式	129
7.2.2	简单查询	130
7.2.3	连接查询	131
7.2.4	计算与分组计算查询	132
7.2.5	嵌套查询	134
7.2.6	查询结果的保存	134
7.3	定义功能	136
7.3.1	表的定义	136
7.3.2	表的删除	137
7.3.3	表结构的修改	137
7.3.4	SQL 视图的定义	138
7.4	操作功能	139
7.4.1	记录的插入	139
7.4.2	记录的更新	140
7.4.3	记录的删除	140
习题 7		141
第 8 章	程序设计基础	143
8.1	程序与程序文件	143
8.1.1	VFP 的工作方式	143
8.1.2	程序文件的建立与运行	145
8.2	输入输出命令	147
8.2.1	ACCEPT 命令	147
8.2.2	INPUT 命令	148
8.2.3	WAIT 命令	149
8.2.4	格式输入输出命令	150
8.3	程序的基本结构	150
8.3.1	结构化程序设计	150
8.3.2	选择结构	151
8.3.3	循环结构	156
8.4	多模块程序	162
8.4.1	过程与过程文件	162
8.4.2	自定义函数	165
8.4.3	变量的作用域	166
8.5	程序的调试	169
8.5.1	调试器环境	169
8.5.2	设置断点	170
8.5.3	调试菜单	171
8.6	程序举例	172
习题 8		175

第 9 章 面向对象的程序设计	178
9.1 面向对象程序设计的概念	178
9.1.1 类、对象与控件	178
9.1.2 对象的属性、方法和事件	179
9.2 Visual FoxPro 中的类与对象	180
9.2.1 容器类与容器类对象	180
9.2.2 控件类与控件类对象	181
9.2.3 类的特性	182
9.3 使用对象	183
9.3.1 对象的包容层次	183
9.3.2 对象的引用	183
9.3.3 设置对象的属性	184
9.3.4 事件和方法程序的使用	186
习题 9	186
第 10 章 表单设计	190
10.1 表单的概念	190
10.2 表单的设计方法	190
10.2.1 使用表单向导	190
10.2.2 使用表单设计器	194
10.2.3 使用“表单设计器”中的“快速表单”	200
10.3 表单的设计步骤与运行	201
10.3.1 表单的设计步骤	201
10.3.2 表单的修改与运行	203
10.4 表单控件设计	205
10.4.1 控件的操作	205
10.4.2 标签控件	206
10.4.3 文本框控件	207
10.4.4 命令按钮	211
10.4.5 命令按钮组(容器类控件)	215
10.4.6 选项按钮组(容器类控件)	217
10.4.7 复选框	221
10.4.8 编辑框	222
10.4.9 列表框	224
10.4.10 组合框和下拉列表框控件	230
10.4.11 表格(容器类控件)	234
10.4.12 页框	242
10.4.13 计时器	244
10.4.14 微调按钮	246
10.4.15 OLE 控件	248

10.4.16 超级链接	250
10.4.17 线条	251
10.4.18 形状	252
10.4.19 容器	252
10.4.20 图像控件	253
习题 10	254
第 11 章 菜单设计	257
11.1 菜单系统概述	257
11.1.1 菜单系统的基本结构	257
11.1.2 在菜单中使用的命令	258
11.1.3 菜单系统的设计步骤	258
11.2 下拉菜单设计	260
11.2.1 快速菜单	260
11.2.2 “菜单设计器”的使用方法	262
11.2.3 菜单项的相关设计	264
11.3 在顶层表单中设计菜单	267
11.4 快捷菜单设计	273
习题 11	278
第 12 章 报表与标签设计	280
12.1 报表设计基础	280
12.1.1 报表设计基础	280
12.1.2 使用“报表向导”创建报表	282
12.1.3 创建快速报表	287
12.2 报表设计器	288
12.2.1 报表设计器	288
12.2.2 报表设计器中控件的使用	290
12.3 常用报表设计示例	291
12.4 标签设计	294
习题 12	296
参考文献	298

第1章 数据库技术的发展及基本理论

教学提示：数据库技术是计算机学科中的一个重要分支，是一门综合性技术。它涉及操作系统、数据结构、算法设计和程序设计等很多方面的知识。本章介绍数据库及数据库系统的相关概念，这些是学习和理解 Visual FoxPro 数据库的基础。详细介绍 Visual FoxPro 9.0 数据库系统的特点、功能及操作界面和操作方式，便于后续的学习。

教学目标：通过本章的学习，学生将掌握数据库系统的基本概念，了解数据库系统的发展和分类，掌握关系数据库设计理论，了解 Visual FoxPro 9.0 数据库系统的特点、功能及操作界面和操作方式，为以后章节的学习打下基础。

1.1 计算机数据管理技术

1.1.1 信息、数据和数据处理

1. 信息

1) 信息的定义

“信息(information)”一词是一个抽象的概念，应用的领域很多，适用范围非常广泛，从不同的层次，不同的角度有不同的理解和认识。对信息的定义，说法很多。信息论的创始人申农认为，信息是用来消除未来的某种不确定性的因素，信息是通信的内容。控制论的创始人之一维纳认为，信息是人们在适应外部世界并且使之反作用于外部世界的过程中，同外部世界进行相互交换的内容和名称。

从信息管理的观点出发，对信息作如下定义：

(1) 信息是人们头脑对现实世界事物的抽象反映，是通过对人的感知和人脑的加工所形成的对事物的概念。这种概念不但为人们所理解、承认，而且把它作为一个固有的知识来认识事物或进行推理，从而达到信息的管理，进一步认识世界、改造世界和支配世界的目的。这里所指的事物，既包括那些客观的可以触及的物质，如人、树、汽车等，又包括那些不可触及的抽象概念，如社会、思想等。信息是用来反映现实世界中各种事物的状态和特征的，例如要识别某一个学生，可以通过他的姓名、性别、年龄、籍贯等这些信息去识别。

(2) 信息是数据经过加工以后并对客观世界产生影响的数据，是对计划、决策、管理和行动有用的结果数据。例如对某学院所有的学生进行汇总统计，就可以得到该学院学生的文化素质、年龄结构等情况，供管理人员及时做出决策。信息的表现形式是多样的，企业管理处理的大量数据、账单、文件等都是表现信息的主要形式。

从信息管理的角度看，信息是按照用户的需要经过加工处理的数据，对信息的加工是信息管理工作的核心。信息一般用数字、文本、声音和图像等形式来表现。

2) 信息的特征

信息是对客观世界的反应，它具有以下 5 个基本特征。

(1) 客观性。信息的内容是关于客观事物或思想的知识,能反映已存在的客观事实,并能预测未发生事物的状态。

(2) 有用性。信息是人们活动的必需知识,利用信息能够克服工作中的盲目性,提高工作的科学性和创造性。

(3) 传递性。信息能够在空间和时间上被传递,在空间上传递信息称为信息通信,在时间上传递信息称为信息存储。人与人之间的信息传递是用语言、表情和动作来实现的,社会活动的信息传递通过文字、报纸和各种文件等形式来实现。电子技术的发展使信息可以通过 Internet 网络传递,电子数据管理技术的发展使全球信息资源充分共享。

(4) 多态性。信息的多态性是指同一个信息可以有多种表现形式,而且各种形式之间可以互相转换,信息在表现形式变化时本身的具体内涵可以保持不变,其存在的形式取决于传递信息的载体。信息可以从一种形式转换为另一种形式,如物质信息可以转换成语言、文字、图像、图表等信息形式,也可以转换为计算机的代码,广播电视、电信的信号。反之,代码和电信号也可以转换为语言、文字、图像、图表信息。

(5) 共享性。信息的共享性是指信息可以被多个接收者共同(同时或者先后)利用,被共享的前后信息总量不变而信息的作用可以成倍扩大。信息的共享性是信息区别于物质或能量的重要属性,是信息最基本的本质特征。正是由于这一重要属性,可以预言,信息必将成为人类社会区别于物质或能源的第三资源。随着社会的不断发展,信息资源对国家和民族的发展,对人们的工作、生活越来越重要,将成为国民经济和社会发展的战略资源,因此,对信息的充分利用必将成为人类社会发展的又一个重要动力。

3) 信息的属性

信息具有可感知、可存储、可加工、可传递和可再生等自然属性,它也是社会各行业中不可缺少的资源,这是其社会属性。

2. 数据

数据(Data)是信息的载体,是描述事物的符号记录,信息是数据的内容。也就是说数据是信息的一种表现形式,数据通过能书写的信息编码表示信息。尽管信息可以通过手势、眼神、声音或图像等多种形式来表达,但数据是信息的最佳表现形式,数据可以经过编码后存入计算机加以处理。

数据有以下 3 个特征:

(1) 数据有“型”和“值”之分。数据的型是指数据的结构,而数据的值是指数据的具体取值。数据的结构是指数据的内部构成和对外联系。例如:“学生”数据由“学号”、“姓名”、“年龄”、“性别”、“系别”等属性构成,“学生”为数据名,“学号”、“姓名”等为属性名;“课程”也是数据名,由“课程编号”、“课程名称”、“任课教师”等数据项构成。“学生”和“课程”之间有“选课”的联系,“学生”和“课程”数据的内部构成及其相互联系就是数据的型,“2013001, 李一, 20, 女, 自动化”就是“学生”数据的值。

(2) 数据具有约束性。数据受数据类型和取值范围的约束,数据类型是针对不同的应用场合设计的数据约束。根据数据类型不同,数据的表示形式、存储方式,以及能进行的操作运算各不相同。数据的取值范围称为数据的值域,如学生“性别”的值域为{“男”,“女”},为数据设置值域是为了保证数据的有效性。

(3) 数据具有载体和多种表现形式。数据是客体(即客观物体或概念)属性的记录,它必

须有一定的物理载体。当数据记录在纸上时,纸张是数据的载体;当数据记录在计算机的外存上时,保存数据的硬盘、优盘就是数据的载体。数据具有多种表现形式,可以是数值数据,如具体数字,也可以是非数值数据,如声音、图像等。

3. 数据处理

围绕着数据所做的工作均称为数据处理(Data Processing)。数据处理是对数据的收集、组织、整理、加工、存储和传播等工作。计算机对数据进行处理特征,就是利用计算机能存储大量的数据和具有快速运算的功能,把来自生产实践、社会经济活动和科学研究领域中的初始数据和对数据的处理方法输入计算机中,由计算机及其支持软件对数据按照给定的方法自动地进行处理,最后产生出结果数据,为各个部门提供所需要的报表、资料等信息。经过处理的数据是精炼的、能反映事物本质的,并具有内在联系的。

数据处理工作主要有以下3类:

(1) 数据管理:主要是收集信息,将信息用数据表示,并有组织地保存,其目的是把数据编辑并存储起来,为各种使用和数据处理提供正确的数据。

(2) 数据加工:主要是对数据进行变换和运算,从而使人们得到正确的数据,正确地指导和控制决策。

(3) 数据传播:主要是在空间或时间上以各种形式传递信息,使更多的人获得并理解信息,从而充分发挥信息的作用。

1.1.2 数据管理技术的发展历程

数据库技术是20世纪60年代开始兴起的一门信息管理自动化的新兴学科,是数据管理的产物。随着计算机及其应用的不断发展,数据库管理技术经历了手工数据管理、文件系统数据管理和数据库系统数据管理3个发展阶段。

1. 手工数据管理阶段

在20世纪50年代中期以前,计算机主要用于科学计算,没有大容量的外存,只有纸带、卡片和磁带作为存储;没有操作系统和数据库管理软件;数据处理方式是批处理。数据管理是由程序员个人设计和安排的,程序员除了编制程序,还要考虑数据的逻辑定义和物理组织,以及数据在计算机存储设备中的物理存储方式,程序和数据混为一体。手工管理数据具有以下特点:

(1) 数据不长期保存,用完就删除。在手工管理阶段,由于数据管理规模小,硬件和软件条件比较差,数据管理涉及的数据基本不需要也不允许长期保存。

(2) 应用程序管理数据,没有相应的软件系统负责数据的管理工作。手工管理阶段的程序员不仅要规定数据的逻辑结构,还要在程序中设计物理结构,使程序中存取数据的子程序随着数据存储机制的改变而改变,程序和数据不具有相对独立性,给程序的设计和维护带来了麻烦。

(3) 数据不共享。数据是面向应用的,一组数据只能对应一个程序,不能重用,即使两个应用程序涉及某些相同的数据,也必须各自定义,因此程序中有大量冗余数据。

2. 文件系统数据管理阶段

从20世纪50年代后期到20世纪60年代中期,计算机主要应用于科学计算,并扩展到了数据处理方面;有了磁盘、磁鼓等存取设备;软件有了操作系统和数据管理软件;处理方式不仅有批处理,而且能够联机实时处理。文件系统管理数据有以下特点:

(1) 数据以文件的形式长期保存在计算机中,方便查询、修改、插入和删除等操作。在文件管理阶段,由于计算机大量用于数据处理,一次性的输入数据无法满足使用要求,数据必须长期保留在外存上。

(2) 数据存取是以记录为单位的。文件系统以文件、记录和数据项的结构组织数据。文件的基本数据存取单位是记录,即文件系统按记录进行读写操作。在文件系统中,只有通过对整个记录的读取操作,才能获得其中的数据项的信息,不能直接对记录中的数据项进行数据存取操作。

(3) 程序与数据之间有一定的独立性,但共享性较差。数据文件彼此独立,不能反映现实世界事物之间的相互联系,不能共享相同的数据,造成数据的冗余度大,存储空间浪费严重。

3. 数据库系统数据管理阶段

20 世纪 60 年代后期,计算机应用越来越广泛,管理的规模越来越大,数据量急剧增加,出现了数据库。数据库技术的出现主要是为了克服文件管理系统在管理数据上的诸多缺陷,满足人们对数据管理的需求。从此,人们开始了对数据组织方法的研究,并开发出了对数据进行统一管理和控制的数据库管理系统,数据库技术这一分支在计算机领域逐步形成。数据库系统有以下特点:

(1) 数据结构化是数据库与文件系统的根本区别。数据库中的数据从整体来看是有结构的,是面向全组织的、复杂的数据结构。

(2) 数据可以共享并保证数据的一致性,减少数据冗余。数据库中的数据能为多个用户共享,可在不同的应用程序中使用。数据的共享性还能够避免数据之间的不相容性与一致性。由于在数据库中可共享数据,减少了数据冗余,但必要的冗余是需要的,因为必要的冗余可保持数据间的联系。

(3) 数据独立性高。数据的独立性是数据库领域中的一个常用术语,包括数据库的物理独立性和逻辑独立性。

物理独立性是指物理数据库(存储结构、存取方法)改变时,概念数据库可以不改变,改变的只是物理存储,因此应用程序不必做修改。这样就保证了数据的独立性。

逻辑独立性是指用户数据库与概念数据库之间的独立性。当概念数据库发生变化(数据定义的修改、增加新的数据类型等)时,改变的只是逻辑结构,应用程序不必修改。

数据与程序的独立,把数据的定义从程序中分离出去,加上数据的存取由 DBMS(数据库管理系统)负责,从而简化了应用程序的编制,大大减少了应用程序的维护和修改工作。

(4) 数据安全可靠。数据库技术有一套安全控制机制,可以有效地防止数据库中的数据被非法使用或非法修改,能够保证数据库中的数据安全可靠。数据库中还有一套完整的备份和恢复机制,当数据遭到破坏时,能够很快地将数据库恢复到正确的状态,并使数据不丢失或只有很少的丢失,从而保证系统能够连续、可靠地运行。

1.2 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)指的是在一个数据库环境下,利用数据库技术进行数据管理的计算机系统。数据库系统由计算机硬件、数据库、数据库管理系统、数据库应用程序和数据库系统的人员 5 部分组成。

1. 计算机硬件

计算机硬件是指系统所有的物理设备，由于数据库系统建立在计算机硬件基础之上，它在必需的硬件资源支持下才能工作。支持数据库系统的计算机硬件资源包括计算机(服务器或客户机)，计算机网络，数据传输设备和输入/输出设备，如扫描仪、显示器和打印机等。在进行数据库系统的硬件配置时，要保证计算机内存足够大，可以建立较多、较大的程序工作区或数据缓冲区，以管理更多的数据文件和控制更多的程序运行，进行比较复杂的数据管理和更快地进行数据操作；需要较大的计算机外存空间，硬盘是主要的外存设备，硬盘大可以为数据文件和数据库软件提供足够的存储空间，可以为系统的临时文件提供存储空间，保证系统的正常运行，从而加快数据存取速度。

2. 数据库的概念

数据库(DataBase, DB)是存放数据的仓库。严格的定义是：数据库是长期存储在计算机内的，有组织、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储，用于满足各种不同的信息需求，并且集中的数据彼此之间有相互的联系，具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

为了便于管理和处理，数据存入数据库时必须具有一定的数据结构和文件组织方式。常用的文件组织方式有顺序文件、索引文件和散列(Hash)文件等。以往数据文件的定义是在程序内部，因此文件仅为特定的用户或应用程序所使用。在数据库中，数据的定义与应用程序分开，数据库描述是独立的，因此，数据库可以为多种业务(应用程序)所使用，达到共享数据的目的。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是位于用户与操作系统之间的一种数据管理软件，它是用户和数据库之间的接口，提供用户对数据库进行操作的各种命令，包括数据库的建立，记录的修改、检索、显示、删除和统计等。数据库管理系统的目标是使用户能够科学地组织和存储数据，能够从数据库中高效地获得需要的数据，能够方便地处理数据。数据库管理系统具有下列功能：

(1) 支持数据定义语言(Data Definition Language, DDL)，供用户定义数据库结构，建立所需数据库。

(2) 支持数据操作语言(Data Manipulation Language, DML)，供用户对数据库进行查询(包括索引与统计)、存储操作(包括增加、删除与修改数据)。实现数据的插入、修改、删除、查询、统计等数据存取操作的功能为数据操纵功能。

(3) 数据库的建立和维护功能。数据库的建立功能是指数据的载入、转储、重组功能及数据库的恢复功能。数据库的维护功能是指数据库的结构的修改、变更及扩充功能，并向数据库系统提供一组管理和控制程序，保障数据库的安全、通信及其他管理事务。

数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。

4. 数据库应用程序

数据库应用程序是数据库管理系统为应用开发人员和最终用户提供的高效率、多功能的应用生成器、第四代计算机语言等各种软件工具，如报表生成器、表单生成器、查询和视图设计器等，它们为数据库系统的开发和使用提供了良好的环境和帮助。

5. 数据库系统的人员

数据库系统的人员由软件开发人员、软件使用人员及软件管理人员组成。软件开发人员包括系统分析员、系统设计员及程序设计员，他们负责数据库系统的开发设计工作；软件使用人员即数据库最终用户，他们利用功能菜单实现数据查询及数据管理工作；软件管理人员为数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA)，他们负责全面管理和控制数据库系统。

1.3 数据库系统的分代和分类

1.3.1 数据库系统的分代

1. 第一代——非关系型数据库系统

非关系型数据库系统是第一代数据库系统的总称，它包括“层次”与“网状”两种。数据库系统以记录型 (Record Type) 为数据结构，在不同的记录型之间允许存在联系，其中层次模型 (Hierarchical Model) 在记录型之间只能有单向联系，如图 1-1 所示。

层次模型用树型结构表示实体与实体之间的联系，现实世界中许多实体之间的联系本身就呈现一种自然的层次关系，如家庭关系、行政关系等。构成层次模型的树是由结点和连线组成的，结点表示实体，连线表示相连的两个实体间的联系，这种联系是一对多的，通常把表示“一”的实体放在上方，称为父结点；把表示“多”的实体放在下方，称为子结点。层次模型可以直接、方便地表示一对多的联系。层次数据库不支持多对多联系，因为层次模型具有以下两个限制：

- (1) 有且仅有一个节点无父结点，这个结点为树的根。
- (2) 其他节点有且仅有一个父结点。

网状模型 (Network Model) 则允许记录型之间存在两种或多于两种的联系，如图 1-2 所示。

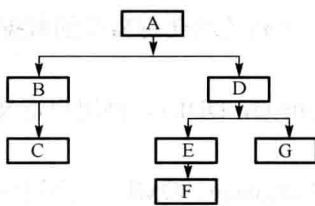


图 1-1 层次模型

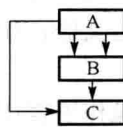


图 1-2 网状模型

用图形结构表示实体和实体之间的联系的数据模型称为网状数据模型。网状模型的典型代表是 DBTG 系统，也称为 CODASYL 系统，它是 20 世纪 70 年代美国数据系统语言研究会 CODASYL 下属的数据库任务组 DBTG 提出的一个系统方案。

2. 第二代——关系型数据库系统

1970~1972 年，关系型数据库的创始人科德 (E.F.Codd) 先后发表了 5 篇论文，为关系型数据库奠定了理论基础。商品化的关系型数据库 (Relational DataBase System, RDBS) 产生于 20 世纪 70 年代，到了 20 世纪 80 年代普遍在微型机上实现。RDBS 以常用的二维表为基本的数据结构，以公共的关键字段实现不同的二维表之间的数据联系。

从 1981 年开始，数据库技术进入成熟时期。30 多年来，数据库技术作为计算机学科中

的一个重要分支得到了惊人的发展，甚至在功能较强的微型计算机系统中也出现了数据库管理系统，如 FoxBASE+、FoxPro、Visual FoxPro 等。

1989 年，美国 Fox 软件公司发表 FoxPro 1.0 作为 FoxBASE 的升级产品。1993 年 Fox 软件公司被微软收购，推出 FoxPro 2.5 for DOS 和 FoxPro 2.5 for Windows。1994 年又推出 FoxPro 2.6 for Windows。

3. 第三代——对象-关系数据库系统

20 世纪 80 年代中期以来，出现了对象-关系型数据库系统 (ORDBS) 和面向对象型数据库系统 (OODBS) 的多个分支。对象-关系型数据库系统是在关系型数据库技术基础之上发展起来的，成长迅速，已经成为数据库系统的主流。它除能存储传统文本数据外，还能存储图形、声音等多媒体对象，于是第三代数据库系统便随之产生，将数据库技术与面向对象技术相结合是它的发展方向。

1.3.2 数据库系统的分类

从最终用户角度来看，数据库系统分为单用户结构、多用户结构、主从式结构、客户-服务器结构和分布式结构。

1. 单用户数据库系统

单用户数据库系统是一种早期简单的数据库系统，在这种系统中，整个数据库系统(包括应用程序、DBMS、数据)都装在一台计算机上，由一个用户独占，不同计算机之间不能共享数据。

2. 多用户数据库系统

随着网络的发展扩大，供网络用户共享的多用户数据库开始流行。早期的 FoxBASE+ 多用户数据库管理系统开始使用。

3. 主从式结构数据库系统

主从式结构是指一个主机带多个终端的多用户结构，在这种结构中，数据库系统都集中在主机上，所有处理任务都由主机来完成，各个用户通过主机的终端并发地存取数据库，共享数据资源。

多用户数据库的关键是保证并行存取 (Concurrent Access) 的正确执行，例如飞机的订购机票的售票系统就是典型的多用户数据库管理系统，在不同地点的机票售票点可以预订同一航班的机票，多个乘客可同时购票，而决不容许一票两订或其他事件发生。

4. 客户-服务器结构数据库系统

主从式数据库系统中的主机是一个通用计算机，既执行 DBMS 功能，又执行应用程序。随着工作站功能的增强和广泛使用，人们开始把 DBMS 功能和应用分开，网络中某个结点上的计算机专门用于执行 DBMS 功能，称为数据库服务器，简称服务器。其他结点上的计算机安装 DBMS 的外围应用开发工具，支持用户的应用，称为客户机，这就是客户-服务器结构的数据库系统。

在客户-服务器结构中，客户端的用户请求被传送到数据库服务器，数据库服务器进行处理后，只将结果返回给用户，从而减少网络上的数据传输量，提高系统的性能、吞吐量和负载能力。这种结构一般都能在多种不同的硬件和软件平台上运行，应用程序具有更强的可移植性。