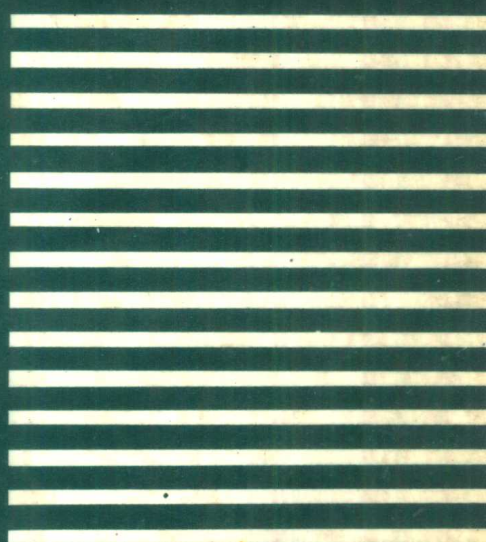


# FoxPro 2.5

## 数据库原理与应用

FOX  
Pro  
2.5

●周佩德 编 著



電子工業出版社

**FoxPro2. 5**

**——数据库原理与应用**

周佩德 编著

電子工業出版社

(京)新登字 055 号

## 内 容 提 要

本书介绍数据库系统的基本原理和 FoxPro 2.5 的使用方法。

FoxPro 2.5 是 Microsoft 公司推出的最新桌面数据库系统,也是目前运行速度最快的桌面数据库系统。由于 FoxPro 2.5 具有在 Windows、DOS、UNIX 及 Macintosh 等多平台运行的特性,所以本书以 FoxPro 2.5 for Windows 作为介绍的重点。

本书第 1 章简述数据库系统的基本原理,然后以数据处理的功能为主线分章介绍 FoxPro 2.5,同时结合数据库原理进行讨论。本书是学习 FoxPro 的引导而不是 FoxPro 的参考手册,本书不采用以命令的字母顺序解释 FoxPro 命令的方法。

由于本书采用这种结合典型系统介绍一般原理的方法,所以本书可作为大学及中专“数据库”类课程的基本教材,也可供数据处理类培训班作为 FoxPro 的教学用书。

FoxPro 2.5——数据库原理与应用

周佩德 主编

责任编辑:应月燕 张琛

\*

电子工业出版社出版

北京市 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室排版

北京市顺义县天竺颖华印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23.75 字数: 578 千字

1994 年 8 月第一版 1994 年 8 月北京第一次印刷

印数: 10100 定价: 24.50 元

ISBN 7-5053-2576-0/TP·774

## 前 言

信息是现代社会发展的一个重要支柱,信息具有精神和物质的双重属性,“信息唾手可得”是信息处理的一个重要目标。

随着计算机硬件的飞速发展,信息处理的基本软件——数据库系统软件也处在日新月异之中。七十年代末期 dBASE I 诞生是数据库系统软件的一个革命。通过学习一些简单的命令,用户就能够建立信息的逻辑结构,进而完成信息处理工作,更有经验的程序员则可以将这些命令组织成程序,并可以实现屏幕设计、数据有效性检查、逻辑决策和报表打印等功能,所以 dBASE I 迅速普及、并由此逐步发展成 dBASE III、dBASE IV。

在 Aston-Tale 公司发展 dBASE 系统的同时,八十年代中期, Fox 公司推出 FoxBASE 系统,其它公司也推出一些独立的系统。这些系统都采用类似 dBASE 的接口和语言,从而形成 xBASE 这一事实上的工业标准,xBASE 产品占据了整个数据库市场的一半左右。1992 年,开发 FoxBASE 的 FOX 公司并入 Microsoft 公司。同年 11 月, FoxPro 2.5 正式发布。

FoxPro 2.5 可以在多种 PC 平台上运行(包括 MS-DOS、Windows、Macintosh 和 UNIX),尽管本书介绍的是 FoxPro 2.5 for Windows,但其基本内容同样可以适用于其它操作系统上的 FoxPro 2.5。FoxPro 2.5 和 dBASE 及 FoxBASE 相比有了革命性的变化,这种变化除体现在命令及函数数量级上的提高外,在多任务处理、界面设计及存贮结构等方面都作了全面的改进,同时还提供了若干具有第四代语言特性的工具和实用程序。

随着汉字处理技术的发展, FoxPro 2.5 系统中的汉字信息处理问题已经得到解决。例如,在 DOS 环境中, FoxPro 2.5 for MS-DOS 可以在“天汇标准汉字系统”上正常运行,提供单用户及网络环境中汉字信息的处理手段;在 Windows 环境中, FoxPro 2.5 for Windows 可以在 Microsoft Windows 中文版上运行,也可以在“中文之星”的 Windows 汉化环境中运行。

企图通过一本书就能全面而详尽地介绍这样一个庞大的系统是相当困难的。作者考虑到 dBASE 系统和 FoxBASE 系统已在中国得到相当程度的普及,同时 FoxPro 2.5 保留所有 dBASE、FoxBASE 的命令和函数的目的是为了向下兼容,而这两个系统的若干命令(函数)的功能已由 FoxPro 2.5 新的更好的命令(函数)所取代,所以对这种“陈旧”的命令不再作详细讨论。同时,尽管有些读者对 Windows 可能还比较陌生,但 Windows 本身也是个庞大的系统,目前已有许多关于 Windows 书籍,所以本书不对 Windows 作详细介绍,对 FoxPro 2.5 的 Windows 界面也不作详细讨论。作者认为,在熟悉了本书介绍的 FoxPro 2.5 命令和函数后,再在 Windows 的 FoxPro 界面上进行操作应当是件容易的事。本书对 FoxPro 2.5 的工具和实用程序也只作简单介绍,因这方面的内容本身就可构成一本内容翔实的书籍。

本书不采用那种以命令的字母为序逐个介绍 FoxPro 2.5 各个命令的方法,因为这种用户手册式的编写不能提供读者一种循序渐进的学习过程;同时本书也不采用那种将数据库原理的阐述与数据库系统软件的介绍完全分割的学院式教科书写法,因为作者在学习、研究应用及推广数据库中认为这种方法不无弊病。作者准备遵循以实践为主,理论与实践同步展开的原则。本书第 1 章讨论数据处理及数据库的基本概念和基本理论,这些理论构成学习和使用数据库系统的基础。从第 2 章开始,以 FoxPro 2.5 作为一个典型系统,按照数据处理的基本流

程,从数据文件的创建、数据装入、数据查询等方面逐步展开,同时分步引入表达式、逻辑运算、索引和对象等概念,与此同时进一步展开对数据库原理的进一步讨论,同时本书以一个前后关联的基本例子贯穿全书,读者可以通过上机操作加深对内容的理解。FoxPro 是个庞大的系统,本书的附录 A 列出 FoxPro 2.5 的基本命令和函数,初学者可以首先学习这些命令和函数,逐步掌握 FoxPro 2.5。

一位伟人曾经讲过,读书是学习,使用也是学习,而且是更重要的学习。了解一个计算机系统、学习一门计算机语言,必须经过从模仿到创造的过程,这个过程不是通过学习几本书能够完成的。本书提供一种学习与上机操作循序渐进的步骤,希望能对读者学习 FoxPro 2.5 起到一种引导作用,与此同时,帮助读者掌握数据库的一般原理与应用系统的开发方法。

本书这种安排方法在理论阐述上可能有散乱之虞,在功能介绍上有重复之患,讨论中也可能有遗缺和不当之处,这些都希望得到读者的斧正。

作者在 1989 年曾以同样的写作方法出版《多用户关系数据库系统 FoxBASE<sup>+</sup>》,该书在研究生教育、本科生教育及培训班等多层次的教育环节中得到广泛使用,许多读者提出了很多宝贵的修改意见。细心的读者可在本书若干章节中找到上一本书的痕迹。FoxPro2.5 比 FoxBASE<sup>+</sup> 有了根本性的提高,作者所在单位东南大学计算机系及东大计算机系统工程公司在项目开发中伴随了由 dBASE 到 FoxBASE<sup>+</sup> 再到 FoxPro 的这一历程,在 FoxPro 2.5 上已开发成功财务管理系统、客运决策系统、图文管理系统等多个产品。东大计算机系统工程公司的许多同仁参与了本书写作的过程,其中姜浩先生写作了本书的第 1 章前半部分、第 9 章及第 5 章的部分章节;张飒兵女士参与了本书第 9 章的写作,及参与了本书的文字编辑及润色;唐立中副教授认真审阅了全稿,在本书的文字、内容及风格方面做了许多工作。从这种意义上来说,本书是东大计算机系统工程公司的集体创作的成果。同时,东南大学孙文治教授对本书的编写及出版给予了大力的支持和帮助,张一桥及张海涛先生参加了本书最后的编辑和加工。作者对关心、参加与支持本书编写工作的各位致以诚挚的谢意。

作者再一次衷心欢迎读者对本书提出批评和意见。

周佩德

1994 年 1 月 8 日

于东南大学文昌桥

# 目 录

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| <b>第 1 章 数据库基础</b> .....                  | (1)  |
| § 1.1 信息、数据和数据处理.....                     | (1)  |
| § 1.2 数据管理技术的发展 .....                     | (2)  |
| § 1.3 数据模型 .....                          | (5)  |
| § 1.4 关系数据库及其操作 .....                     | (7)  |
| § 1.5 数据库的保护 .....                        | (9)  |
| § 1.6 Windows 3.1 和 FoxPro 2.5 系统简介 ..... | (10) |
| § 1.7 FoxPro 系统的组成、安装及启动 .....            | (14) |
| § 1.8 FoxPro 的联机帮助 .....                  | (15) |
| <b>第 2 章 FoxPro 的基本命令(一)</b> .....        | (16) |
| § 2.1 命令、表达式和运算符 .....                    | (16) |
| § 2.2 数据文件的创建.....                        | (17) |
| § 2.3 文件结构的检查和修改.....                     | (19) |
| § 2.4 文件的打开及数据录入.....                     | (21) |
| § 2.5 记录的定位与检索.....                       | (24) |
| § 2.6 内存变量.....                           | (28) |
| § 2.7 数据的输入输出.....                        | (35) |
| <b>第 3 章 FoxPro 的基本命令(二)</b> .....        | (38) |
| § 3.1 数据文件的排序.....                        | (38) |
| § 3.2 数据文件的索引.....                        | (39) |
| § 3.3 创建数据文件结构的其它方法.....                  | (47) |
| § 3.4 数据的编辑修改及删除.....                     | (49) |
| § 3.5 备注型字段的编辑命令.....                     | (54) |
| § 3.6 多个文件的操作.....                        | (55) |
| § 3.7 数据的统计.....                          | (61) |
| § 3.8 运行操作系统级命令.....                      | (64) |
| § 3.9 FoxPro 与其它软件的接口 .....               | (67) |
| <b>第 4 章 函数</b> .....                     | (78) |
| § 4.1 日期与时间函数.....                        | (78) |
| § 4.2 字符串函数.....                          | (82) |
| § 4.3 数值函数.....                           | (92) |

|              |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|
| § 4.4        | 数据类型及其转换函数       | (97)         |
| § 4.5        | 数组函数             | (100)        |
| § 4.6        | 数据文件函数           | (105)        |
| § 4.7        | 环境函数             | (113)        |
| § 4.8        | 系统函数             | (119)        |
| § 4.9        | 低层文件函数           | (124)        |
| § 4.10       | 用户自定义函数          | (128)        |
| <b>第 5 章</b> | <b>FoxPro 程序</b> | <b>(131)</b> |
| § 5.1        | 程序文件的建立和修改       | (131)        |
| § 5.2        | 程序流程控制           | (133)        |
| § 5.3        | 过程及其调用           | (140)        |
| § 5.4        | 事件处理             | (148)        |
| § 5.5        | 数据的格式化输入输出       | (151)        |
| § 5.6        | 记录的添加和修改         | (159)        |
| § 5.7        | 窗口               | (163)        |
| § 5.8        | 菜单               | (171)        |
| § 5.9        | Windows 风格的界面设计  | (181)        |
| § 5.10       | FoxPro 的 SQL 命令  | (194)        |
| § 5.11       | 键盘宏              | (198)        |
| § 5.12       | 应用程序的调试和编译运行     | (198)        |
| <b>第 6 章</b> | <b>多用户功能</b>     | <b>(202)</b> |
| § 6.1        | 多用户对数据的共享与控制     | (202)        |
| § 6.2        | 数据文件的排它锁         | (203)        |
| § 6.3        | 通过函数建立禁写封锁       | (204)        |
| § 6.4        | 操作命令自动建立禁写锁      | (206)        |
| § 6.5        | 封锁失败的测试与处理       | (208)        |
| § 6.6        | 多用户命令和函数         | (210)        |
| <b>第 7 章</b> | <b>运行参数和系统管理</b> | <b>(215)</b> |
| § 7.1        | SET 命令组          | (215)        |
| § 7.2        | SET 函数和 SET 命令   | (235)        |
| § 7.3        | 系统运行环境配置         | (236)        |
| § 7.4        | 系统状态显示命令         | (238)        |
| § 7.5        | 缓冲区管理命令和清理关闭命令   | (239)        |
| <b>第 8 章</b> | <b>DDE 和 OLE</b> | <b>(243)</b> |
| § 8.1        | DDE 基本概念         | (243)        |
| § 8.2        | 建立和其它应用的对话       | (244)        |



|               |                                 |              |
|---------------|---------------------------------|--------------|
| § 8.3         | FoxPro 作为 DDE 的服务程序 .....       | (249)        |
| § 8.4         | 服务程序应答函数 .....                  | (252)        |
| § 8.5         | OLE 基本概念 .....                  | (254)        |
| § 8.6         | 使用 OLE .....                    | (255)        |
| § 8.7         | OLE 操作命令 .....                  | (257)        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>程序开发工具</b> .....             | <b>(261)</b> |
| § 9.1         | 菜单设计工具 .....                    | (261)        |
| § 9.2         | 屏幕设计工具 .....                    | (266)        |
| § 9.3         | 报表及标签设计工具 .....                 | (286)        |
| § 9.4         | 项目管理工具 .....                    | (295)        |
| § 9.5         | 文档生成工具 .....                    | (302)        |
| <b>第 10 章</b> | <b>系统内存变量</b> .....             | <b>(319)</b> |
| <b>附录 A</b>   | <b>FoxPro 2.5 基本命令和函数</b> ..... | <b>(335)</b> |
| <b>附录 B</b>   | <b>FoxPro 2.5 的命令和函数</b> .....  | <b>(337)</b> |
| <b>附录 C</b>   | <b>ASCII 码表(码值十进制)</b> .....    | <b>(350)</b> |
| <b>附录 D</b>   | <b>INKEY 键值表</b> .....          | <b>(351)</b> |
| <b>附录 E</b>   | <b>READKEY 键值表</b> .....        | <b>(353)</b> |
| <b>附录 F</b>   | <b>样本程序及文档</b> .....            | <b>(354)</b> |



# 第1章 数据库基础

在远古时代,人类就学会了用数据描述现实世界,通过数据的运算来表征现实世界的变化。随着社会活动及生产活动的发展,数据及其运算越来越复杂,从而逐渐产生了运算的机械化与自动化的需要,中国古代的算盘和西方十九世纪的机械计算装置反映了人类的这种追求。本世纪四十年代,由于电子技术的发展,为满足二次世界大战战术数据处理的需要,开始了电子自动计算工具的研究,1946年诞生了第一台电子计算机。四十多年来,电子计算机获得了飞速发展,在社会活动的各个领域中获得广泛的应用,其中电子数据处理领域逐步成为计算机应用的主流领域。

本章首先讨论数据处理的基本概念,然后介绍 FoxPro 2.5 for Windows 的运行环境及各项技术指标,最后介绍系统的安装、启动及联机帮助。

## § 1.1 信息、数据和数据处理

用计算机存贮和管理现实世界的信息,必须研究信息与数据的关系,研究数据在计算机中的存贮方式和处理方式。

信息是对各种事物的存在方式、运动状态和相互联系特征的一种表达和陈述。信息是自然界、人类社会和人类思维活动中普遍存在的一切物质和事物的属性。从计算机信息处理的观点出发可对信息作如下定义:

信息是现实世界在人脑中的抽象反映,是通过人的感官(眼、耳、鼻、舌、身)感知出来并经过人脑的加工而形成的反映现实世界中事物的概念。这些概念不仅为人们所认识和理解,而且把它作为知识来进行推理、加工和传播,从而达到认识世界、最终改造世界的目的。

这里所说的“事物”要比“物质”有着更广泛的含义。它不仅可指那些看得见、摸得着的具体物体,如汽车、房子,而且也包含那些不可触及的抽象概念,如产量、质量等等。因此,信息可以被看成是现实世界的真实反映。

在我们的学习、生活和工作中,经常要接触到各式各样的信息,而且频繁地传播、加工和利用这些信息。可以说,现实世界里到处都充满了信息。信息可以用人工或自动化装置进行记录、解释和处理。在用计算机来处理信息时,必须要将现实世界中的信息转换为计算机能够识别的符号,符号就是通常所说的数据。

如果说数据是反映客观的记录符号,那末“信息”则是潜在于数据的意义。信息反映了客观世界中各种事物的状态、特征与规律,它能增长人们的知识,并影响接受者的行为。从这种意义上说,数据是用来载荷信息的物理符号,是信息的载体。

数据和信息是两个互相联系、互相依赖但又互相区别的概念。信息以数据为载体而表现,数据则是表示信息的一种手段。同一信息可以有不同的数据表示方式,在计算机数据处理中,数据的格式往往与具体的计算机系统有关。

事物——信息——数据,实际上贯穿了三个世界,即现实世界、信息世界和计算机世界。

现实世界存在多种不同的事物类,事物类可以是实际的物体的集合,如人、书、机器零件,

也可以是抽象的概念的集合。每一事物类由隶属于该类的具体事物组成,如对于“人”这一事物类而言,它可以是包含了张某、李某…这些具体的人,每一个事物又具有它自己的内涵,如对张某来说,有姓名、性别、身高、体重…这些内涵。从而构成三个层次的概念。

信息世界是描述现实世界的,现实世界中的事物类,在信息世界中就叫实体集,与事物相对应的就是实体,与内涵相对应的称为属性。

而在数据世界(计算机世界)中,与三个层次概念相对应的分别是文件、记录和字段。

三个世界的类比关系可由图 1.1 表现。

| 现实世界 | 信息世界 | 数据世界 |
|------|------|------|
| 事物类  | 实体集  | 文件   |
| 事物   | 实体   | 记录   |
| 内涵   | 属性   | 字段   |

图 1.1 三个世界的类比关系

数据处理是指对信息进行收集、整理、存贮、加工及传播等一系列活动的总和,其基本目的是从大量的、杂乱无章的甚至是难于理解的数据中,提炼、抽取人们所需要的有价值、有意义的数 据,借以作为决策的依据。数据的组织、存贮、检查和维护等工作是数据处理的基本环节,这些工作一般统称为数据管理。

§ 1.2 数据管理技术的发展

计算机数据管理技术经历了由低级到高级的发展过程,这一过程大致可分为三个阶段:

无管理——文件系统——数据库系统

1. 无管理阶段

这一阶段的特点是:①数据不保存;②数据不能独立,它是程序的组成部分,即数据和程序完全结合成一个不可分割的整体。程序员对数据的存贮结构、存取方法及输入输出的格式拥有绝对的控制权,要修改数据必须修改程序;③数据是面向应用的,不同应用的数据之间是相互独立、彼此无关的,即使两个不同应用涉及到相同的数据,也必须各自定义,无法互相利用,互相参照。数据不仅高度冗余,而且不能共享。

2. 文件系统阶段

随着计算机应用进入数据处理领域,数据管理技术从五十年代后期进入文件系统阶段。这一阶段又可以分为两个阶段。

(1) 初等文件系统

它的特点是:①文件以顺序方式组织,适用于批处理方式;②数据的物理结构基本上等同于数据的逻辑结构,因此数据结构的改变必然导致应用程序的修改;③计算机的文件管理系统仅涉及数据的输入和输出;④数据可以共享,但数据高度冗余。

(2) 成熟的文件系统

它的特点是:①文件的组织方式既可以是顺序的,也可以是随机的,因此既能适用于批处理方式,也能适用于实时处理方式;②数据的物理结构不再等同于数据的逻辑结构,物理结构和逻辑结构之间有了简单的变换,数据和程序可以相互独立;③计算机的文件管理系统提供了

数据存取方法;④数据可以共享,但数据仍存在相当程度的冗余。

### 3. 数据库阶段

现实世界是复杂的,反映现实世界的各类数据之间必然存在错综复杂的联系。为反映这种复杂的数据结构,让数据资源能为多种应用需要服务,并为多个用户所共享,同时为让用户能更方便地使用这些数据资源,在计算机科学领域中逐步形成了数据库技术这一独立分支。计算机中的数据及数据的管理统一由数据库系统来完成。

数据库系统的目标是:解决数据冗余问题、实现数据独立性,实现数据共享并解决由于数据共享而带来的数据完整性、安全性及并发控制等一系列问题。为实现这一目标,数据库的运行必须由一个软件系统来控制,这个系统软件称为数据库管理系统(Data Base Management System, DBMS)。

这一阶段的特点是:①具有面向全组织的复杂的数据结构;②数据冗余度小,易扩充;③程序独立于数据;④统一的数据管理功能,包括数据的安全性控制、数据的完整性控制及并发控制。

在详细讨论数据库系统之前,首先介绍数据库系统的三级模式结构。

尽管实际的数据库系统软件多种多样:支持不同的数据模型、使用不同的数据库语言、建立在不同的操作系统之上,但是绝大多数数据库系统在总的体系结构上都具有三级模式的结构特征。三级模式是指外模式、模式和内模式。

外模式:亦称子模式或用户模式。是数据库用户看到的数据视图,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。不同用户的外模式可以互相覆盖,同一外模式可以为某一用户的多个应用所启用,一个应用只能启用一个外模式。

模式:亦称逻辑模式。是数据库中全体数据的逻辑结构和特性的描述,是所有用户的公共数据视图。它与具体的应用程序及使用的程序设计语言无关,模式不仅仅是数据的逻辑结构的定义,而且还要定义与数据有关的安全性、完整性,必要时还需定义数据项之间的联系及记录之间的联系。

内模式:亦称存贮模式。是数据在数据库系统内部的表示,即对数据的物理结构和存贮方式的描述。

模式描述的是全局逻辑结构。外模式涉及的是数据的局部的逻辑结构,外模式通常是模式的子集。

为了实现三级模式之间的转换,数据库系统在三极模式之间提供了两个层次的映象:

外模式到模式的映象,定义了外模式和模式之间的对应关系;

模式到内模式的映象,定义了数据的逻辑结构和物理结构之间的对应关系。

图 1.2 表示了三级模式和模式间两个层次的映象。

由于在三级模式之间存在这两种层次的映象,所以通过数据库系统可以实现数据的逻辑独立性及物理独立性。所谓数据的逻辑独立性是指:当模式发生变化时,只要外模式不变,应用程序就可以维持不变。物理独立性是指:由于存贮数据的硬件设备变化或存贮方法变化,引起内模式发生变化,但是数据的逻辑结构可以维持不变。

对数据库系统进行进一步分析,数据库系统是由计算机系统、数据库、数据库管理程序、应用程序集合及数据库管理员组成的。

计算机系统:指的是用于进行数据管理的计算机硬件资源和基本软件资源。硬件资源包括中央处理机,用来存放操作系统、数据库管理系统、数据库、应用程序、系统缓冲区等的大容量

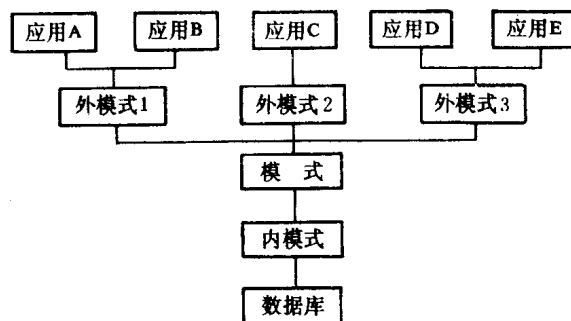


图 1.2 模式及映象

内存,以及包括可以直接存取的存取设备和必要的输入输出设备。软件资源包括操作系统及各种语言处理系统。

**数据库:**数据库是数据的仓库。可为数据库下这样一个定义:数据库是以一定的组织方式存贮在一起的、能为多个用户所共享的、与应用程序彼此独立的相互关联的数据集合。在计算机中,数据库是由很多数据文件及相关的辅助文件所组成的。

**数据库管理系统:**简称 DBMS,是一个以统一的方式管理、维护数据库中的数据的一系列软件的集合。DBMS 在操作系统的支持与控制下运行,按功能 DBMS 可分为三大部分:①语言处理部分。包括数据描述语言(DDL),用以描述数据模型;数据操纵语言(DML),是 DBMS 提供给用户的操纵数据的工具。当 DML 嵌入计算机的某种程序设计语言中作为子语言使用时,我们称这个程序设计语言为主语言。当 DML 可以单独使用时,我们称该 DML 为自含语言。有些数据库管理系统提供自己的程序设计语言。语言处理部分通常还包括数据库控制命令解释程序。②系统运行控制部分。包括系统总控程序;并发、数据安全性及数据完整性等控制程序;数据访问程序;数据通讯程序。③系统维护部分。包括数据装入程序、性能监督程序、系统恢复程序、重新组织程序及系统工作日志程序等。

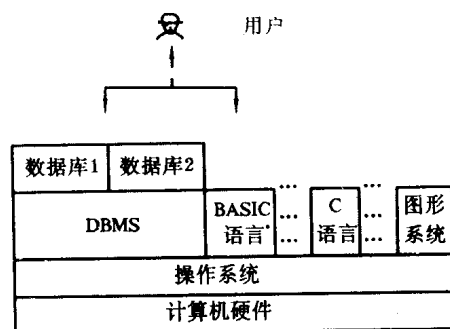


图 1.3 用户、数据库与计算机

用户一般不能直接加工或使用数据库中的数据,而必须通过数据库管理系统。DBMS 的主要功能是维持数据库系统的正常活动,接受并响应用户对数据库的一切访问要求,包括建立及删除数据文件、检索、统计、修改和组织数据库中的数据及为用户提供对数据库的维护手段等等。通过使用 DBMS,用户可以逻辑地、抽象地处理数据,而不必关心这些数据在计算机中的存放方式以及计算机处理数据的过程细节。这样,把一切处理数据的具体而繁杂的工作

交给 DBMS 去完成。

对大型数据库系统,用户一般是通过应用程序操作数据库,数据库的维护和管理工作由数据库管理员负责。而对 FoxPro 这类桌面型(Desktop)数据库系统而言,用户除通过应用程序访问数据库之外,可通过即席输入数据库操作命令的方式操作数据库,这时往往不再去设数据库管理员,数据库的维护及管理工作由用户直接负责。

用户、数据库管理系统、数据库及整个系统之间的关系如图 1.3 所示。

### § 1.3 数据模型

现实世界五彩缤纷,目前任何一种科学技术手段都不可能将现实世界按原样进行复制和管理。在计算机处理现实世界的信息时,只能根据需要,首先选择某个局部世界,并抽取这个局部世界的主要特征,特别是数据之间的结构关系,构造一个能反映这个局部世界的数据库模型。在数据库领域中,目前广泛应用的数据模型主要有三类:层次模型、网状模型和关系模型。

层次模型将反映现实世界的实体集间抽象为一个严格的自上而下的层次关系。例如,在进行工业企业管理时,由于现实世界中管理体制基本上是个层次关系,所以可以构造如图 1.4 所示的模型。

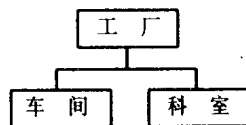


图 1.4 工业企业的数据模型

通过这个模型可以反映某个具体工厂的组织体制。(图 1.5)

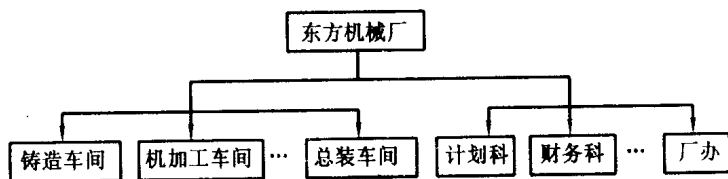


图 1.5 工厂的组织体制

在层次模型中,每个构造单元称为记录型。例如:工厂、车间、科室就是工业企业数据模型的记录型。上层记录型可对应一个或多个下层记录型(工厂对应车间、科室两个记录型)。每个记录型可以有一个或多个记录值,上层记录值对应下层一个或多个记录值,而下层每个记录值只能对应上层一个记录值。例如东方机械厂的下层记录值有铸造车间...、计划科...,而该计划科只属于东方机械厂。

对于现实世界的另一些问题,用层次模型不能有效地反映这些问题中各类实体型的现实联系,例如在讨论学校中教师、学生和开设课程这类问题时,可以构造出图 1.6 的模型。在这个模型中,教师和课程之间存在开课这种联系,教师和学生间存在管理联系,学生和课程之间还存在着选课联系。

这种模型称为网状模型,网状模型中每个记录型对应一个或多个其它记录型,每个记录型也存在一个或多个记录值,而每个记录值可能对应一个或多个其它记录型的记录值。



图 1.6 网状模型

网状模型和层次模型都是成功的数据模型,基于这些模型构造了一些成功的数据库管理系统。但是,这两种模型除各自固有的一些不足外,其共同的缺点是用户在处理数据库中的数据时,必须非常清楚数据之间的网状(或层次)联系。如果我们把数据操作看作是在数据库的数据海洋中航行的话,用户必须时刻注意自己在数据模型结构中的位置及航向,所以基于这两类数据模型的数据库管理系统都称为“导航”式系统。由于数据之间的联系是根据应用的需要而对现实世界抽象的结果,一旦用户的应用需求发生变化,就可能要修改数据的模型结构,严重时可能危及整个应用系统。

针对层次模型和网状模型的这些缺陷,七十年代初提出了关系模型。在关系模型的数据库中,现实世界的数据库组织成一些二维表格,在关系模型中表格称为关系,用户对数据的操作抽象为对关系的操作。

在一个单位的建筑物管理工作中,可以构造建筑物一览表(简称建筑物关系)以反映单位建筑物的各项情况(图 1.7)。

| 建筑物名 | 建筑日期     | 造价(美元)    | 设计单位  | 教学用 | 备注 | 附图 |
|------|----------|-----------|-------|-----|----|----|
| 大礼堂  | 01/31/31 | 400000.00 | 杨氏营造所 | .F. |    |    |
| 中大院  | 01/31/29 | 300000.00 | 江南营造所 | .F. |    |    |
| 老图书馆 | 01/31/29 | 200000.00 | 茅氏营造所 | .F. |    |    |
| 新图书馆 | 01/31/85 | 300000.00 | 南工设计院 | .F. |    |    |
| 中心楼  | 01/31/23 | 500000.00 | 南工设计院 | .F. |    |    |
| 体育馆  | 01/31/23 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |
| 五四楼  | 01/31/54 | 250000.00 | 南工设计院 | .T. |    |    |
| 前工院  | 01/31/29 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |
| 中山院  | 01/31/22 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |
| 专家楼  | 01/31/86 | 300000.00 | 东大设计院 | .F. |    |    |

图 1.7 建筑物一览表(关系)

使用这些建筑物的部门的数据可用一个部门关系来反映(图 1.8)。

| 名 称  | 所在建筑物 | 建立日期 |
|------|-------|------|
| 计算机系 | 中心楼   | 1972 |
| 建筑系  | 中大院   | 1927 |
| 外语系  | 中心楼   | 1987 |
| 哲学系  | 新图书馆  | 1982 |

图 1.8 部门关系

建筑物设计单位的数据也可用一个设计单位关系来反映(图 1.9)。

| 名 称   | 管 理 者 | 电 话          |
|-------|-------|--------------|
| 扬氏营造所 | 杨先生   |              |
| 茅氏营造所 | 茅先生   |              |
| 江南营造所 |       |              |
| 南工设计院 | 齐康    | (025)7715599 |
| 东大设计院 | 齐康    | (025)7715599 |

图 1.9 设计单位关系

粗略地说,关系对应于现实世界的表格,每个关系有一个关系名,关系在横向由若干个数据项(或称字段)组成,从纵向看,关系中每行数据称为一个记录。

再深入分析就会发现,建筑物关系不仅反映了每栋建筑的基本情况,还反映了建筑物和设计单位之间的联系,即反映了各建筑物由哪个设计单位设计。所以在关系数据库中,无论是数据还是数据之间的联系都是通过一些关系来反映的。

## § 1.4 关系数据库及其操作

关系数据库的数据组织形式是关系,关系直观上是二维表,但不是任何一种表格都可以作为关系数据库的一个关系,关系必须是规范化的。规范化最基本的要求是关系的每个数据项都必须是一个单纯域,或者说每个数据项都必须是一个不可分的数据项,而不允许表中有表。

例如建筑物关系按建筑物的设计单位组合在一起,构成的图 1.10 的表格就不是关系,因为不满足规范化的要求。

| 设计单位  | 建 筑 物 |          |           |     |    |    |
|-------|-------|----------|-----------|-----|----|----|
|       | 建筑物名  | 建筑日期     | 造价(美元)    | 教学用 | 备注 | 附图 |
| 杨氏营造所 | 大礼堂   | 01/31/31 | 400000.00 | .F. |    |    |
| 茅氏营造所 | 老图书馆  | 01/31/29 | 200000.00 | .F. |    |    |
| 南工设计院 | 新图书馆  | 01/31/85 | 300000.00 | .F. |    |    |
|       | 中心楼   | 01/31/23 | 500000.00 | .F. |    |    |
|       | 五四楼   | 01/31/54 | 250000.00 | .T. |    |    |
| 江南营造所 | 体育馆   | 01/31/23 | 200000.00 | .T. |    |    |
|       | 前工院   | 01/31/29 | 200000.00 | .T. |    |    |
|       | 中山院   | 01/31/22 | 200000.00 | .T. |    |    |
|       | 中大院   | 01/31/29 | 300000.00 | .F. |    |    |
| 东大设计院 | 专家楼   | 01/31/86 | 300000.00 | .F. |    |    |

图 1.10 非关系的表格

上述规范化要求是最基本要求,满足这个要求的关系称为第一范式的关系。随着规范化要求的提高,还可以描述关系的第二范式、第三范式等等。但关系数据库最基本的要求就是每个关系都必须满足第一范式的规范化要求。

每个关系有一个关系名,关系中每个字段有一个字段名。每个字段根据其存贮数据的不同特性而具有不同的类型。例如建筑物关系的名称为 building,每个建筑物由建筑物名、建造日期、造价、是否教学用、设计单位、备注及附图这七个字段的值进行描述。建筑物名和设计单位由字符组成,是否教学用为“是”或者为“不是”,从而可以用逻辑的真假值表示,建造日期字段中是 10/10/49 这种日期型数据,造价字段中填入数值型的值,备注中是一些说明信息,每个建筑物的备注可长可短,附图是一个通用型字段。由此也说明,在数据处理中数值类数据只是数据类型中的一种,字符串、日期等都作为某种类型的数据进行处理。本书介绍的 FoxPro 2.5 是关系数据库管理系统,其中的关系称为数据文件(或表),设计单位数据文件和部门数据文件中加入数据后分别构成图 1.7、图 1.8 和图 1.9 的数据文件。用户对该单位的建筑物管理可以抽象成对建筑物数据文件、设计单位数据文件和部门数据文件的管理。

数据管理工作中要对数据文件进行各种操作,这些操作以下列三种操作为基础:选择操作、投影操作和连结操作。

选择操作是选取数据文件中满足给定条件的那些记录,从直观上看,选择是水平地抽取二维表中满足条件的那些行。例如选取用于教学(.T.)的那些记录,就构成图 1.11 的二维表。



| 建筑物名 | 建筑日期     | 造价(美元)    | 设计单位  | 教学用 | 备注 | 附图 |
|------|----------|-----------|-------|-----|----|----|
| 体育馆  | 01/31/23 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |
| 五四楼  | 01/31/54 | 250000.00 | 南工设计院 | .T. |    |    |
| 前工院  | 01/31/29 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |
| 中山院  | 01/31/22 | 200000.00 | 江南营造所 | .T. |    |    |

图 1.11 选择操作

所谓投影操作是抽取文件某几个字段的数据,从直观上看是垂直抽取二维表中某几列的数据。例如将建筑物数据文件在建筑物名和设计单位上投影,就构成图 1.12 的二维表。

| 建筑物名 | 设计单位  |
|------|-------|
| 大礼堂  | 杨氏营造所 |
| 中大院  | 江南营造所 |
| 老图书馆 | 茅氏营造所 |
| 新图书馆 | 南工设计院 |
| 中心楼  | 南工设计院 |
| 体育馆  | 江南营造所 |
| 五四楼  | 南工设计院 |
| 前工院  | 江南营造所 |
| 中山院  | 江南营造所 |
| 专家楼  | 东大设计院 |

图 1.12 投影操作

为说明连结操作,先考察下面这个例子:找出计算机系所在建筑物的设计单位。由于部门数据文件中只有部门和建筑物的联系,关于建筑物及设计单位的信息存放在建筑物数据文件中。为找出部门所在建筑物的设计单位,就必须同时涉及这两个数据文件,为此,关系数据库提供了连结操作。连结操作可以设想为先将两个文件在“建筑物名”字段的值相等的记录连成一个记录,从而构造成一个更“宽”的二维表,这样就可以找出各部门所在建筑物的设计单位(图 1.13)。

| 建筑物名 | 建筑日期     | 造价(美元)    | 设计单位  | • • • | 名 称  | 日 期  |
|------|----------|-----------|-------|-------|------|------|
| 大礼堂  | 01/31/31 | 400000.00 | 杨氏营造所 | • • • | 建筑系  | 1927 |
| 中大院  | 01/31/29 | 300000.00 | 江南营造所 | • • • |      |      |
| 老图书馆 | 01/31/29 | 200000.00 | 茅氏营造所 | • • • |      |      |
| 新图书馆 | 01/31/85 | 300000.00 | 南工设计院 | • • • | 哲学系  | 1982 |
| 中心楼  | 01/31/23 | 500000.00 | 南工设计院 | • • • | 计算机系 | 1972 |
| 中心楼  | 01/31/23 | 500000.00 | 南工设计院 | • • • | 外语系  | 1987 |
| 体育馆  | 01/31/23 | 200000.00 | 江南营造所 | • • • |      |      |
| 五四楼  | 01/31/54 | 250000.00 | 南工设计院 | • • • |      |      |
| 前工院  | 01/31/29 | 200000.00 | 江南营造所 | • • • |      |      |
| 中山院  | 01/31/22 | 200000.00 | 江南营造所 | • • • |      |      |
| 专家楼  | 01/31/86 | 300000.00 | 东大设计院 | • • • |      |      |

图 1.13 连结操作

前面结合关系数据库讨论了数据模型的两个方面：数据结构及数据操作，下一节还要讨论数据模型的第三个方面——完整性控制。数据结构、数据操作及完整性控制是数据模型的三个要素。

## § 1.5 数据库的保护

数据库是数据管理活动的基础。为了保证数据的安全可靠和正确有效，数据库管理系统必须提供统一的数据保护功能。数据库的保护主要指数据库的安全性、完整性和并发控制。

数据库的安全性是指为防止非法用户使用数据库而提供的保护。数据库的安全保密有多种方式，最常见的保护方式是口令。口令可以设定有若干级：在进入数据库管理系统时，系统要求用户应答口令，并由系统进行校核；在进入数据库乃至进入某些敏感数据时，都可设计这种口令的应答，以便确认用户身份。为防止他人窃取口令，用户对口令的应答常被隐蔽起来而不在屏幕上显示。数据库中的数据也可转换成密码形式，以防止通过通讯线路窃取数据，或盗窃数据的物理存贮介质。

数据库的完整性是指数据的正确性和相容性。数据库管理系统必须提供一定的功能来保证数据库中的数据满足规定的约束条件。这些条件在数据库中称为完整性约束条件。最常见的完整性约束条件是对数据值规定一定的限制，即对数据库中数据的类型、数据的取值范围及数据精度进行规定。完整性约束条件在系统设计时定义，由数据库管理系统进行控制。例如规定职工的工资额必须是正数，且不得小于 50 元。在用户输入数据或修改数据时，如工资值违反了上述约定，数据库管理系统认为该操作无效，并向用户发出出错信息。

数据库的并发控制是多用户数据库管理系统必须解决的问题。由于数据库是个共享的数据资源，多个用户可能同时对数据库进行存取，这种操作称为并发操作。若对数据库的并发操作不加控制，就会检索或存贮不正确的数据，造成数据库的破坏或用户访问数据的失效。

为说明并发操作对数据的影响，必须首先明确这样一个概念：数据库是存贮在外存（一般是磁盘）上的数据资源，而用户对数据的操作则是内存操作，即用户在读取数据时，首先由系统将外存上的有关数据读到系统为该用户在内存开辟的工作区中，用户对数据的修改也是首先在内存工作区中修改读入的数据副本，在适当的时候再由系统将该副本写回到外存的数据库中。如果有多个用户并发操作数据库，则系统为每个用户在内存中开辟各自独立的工作区，多个用户若同时对同一个数据进行操作，则这个数据值在内存中可能有多个副本。

设想有一个飞机订票系统，某数据文件的字段 seat 存贮了某航班当前的机票余额。两个用户通过不同工作站同时申请预订该航班的一张飞机票。在系统内存中给这两用户各开辟了一个工作区，用户 A 工作中的 seat' 和用户 B 工作区中的 seat'' 均和 seat 对应（图 1.14）。

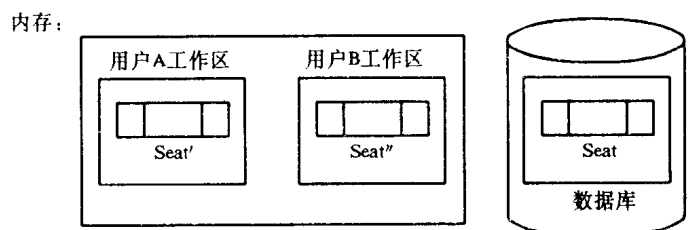


图 1.14 数据库及内存工作区