



普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列  
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

# Visual FoxPro数据库基础 与应用教程

施永香 唐 伟 主 编



科学出版社

普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列

中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

# Visual FoxPro 数据库基础与应用教程

施永香 唐 伟 主 编

荆 霞 丛秋实 副主编

单启成 主 审

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书介绍了数据库的基本概念和 Visual FoxPro 的基本操作与基本应用。全书共有 10 章, 全面介绍了 Visual FoxPro 的数据库、表、查询、程序设计、表单、控件、类、报表、菜单、应用程序的开发等内容。本书注重基础、突出应用、可操作性强, 每章都有小型案例实训, 最后一章还编写了“人事管理系统”综合实例。

本书可作为高等学校各类学生学习 Visual FoxPro 数据库技术的教材, 也可作为全国与江苏等其他地区的计算机等级二级 Visual FoxPro 考试和全国计算机三级数据库技术考试的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 数据库基础与应用教程/施永香, 唐伟主编. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-033451-0

I. ①V… II. ①施… ②唐… III. ①关系数据库系统: 数据库管理系统, Visual FoxPro—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 (2012) 第 015412 号

责任编辑: 赵丽欣 郭丽娜 杨 阳 / 责任校对: 耿 耘

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

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>

随 主 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2012 年 8 月第二次印刷 印张: 20

字数: 482 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<骏杰>)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十二五”重点规划教材  
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材  
“计算机系列”学术编审委员会

主 任：单启成 蔡正林

副 主 任：牛又奇 陆益钧 孙建国 王必友 庄玉良

编委成员：（排名不分先后，依姓氏拼音为序）

范通让 高 尚 海 滨 韩忠愿 施 珺

施永香 王杰华 王维民 王玥敏 魏建香

吴 敏 吴克力 严云洋 杨 剑 杨正翔

张晓如 周 莉

# 前 言

在各行各业的信息处理系统中，虽然使用的平台、操作的界面不同，但是底层大量数据的管理都使用了数据库技术。数据库技术已经成为当今信息社会重要的基础技术，为适应形势发展的需要，许多高校开设了数据库程序设计课程。

微软公司推出的 Visual FoxPro 数据库管理系统，使用方便、功能强大，不仅支持结构化的程序设计，还支持面向对象的程序设计。全国的计算机等级考试和江苏等其他地区的计算机等级考试，都把 Visual FoxPro 数据库程序设计作为应试语种之一。

按照教育部有关数据库程序设计课程的教学要求，结合全国以及江苏省的计算机二级等级考试的要求，作者编写了本书。本书可作为高等学校各类学生学习 Visual FoxPro 数据库技术的教材，也可作为计算机等级考试的参考书。

本书主要介绍了关系型数据库管理系统的基本概念和基本操作，以 Visual FoxPro 数据库管理系统为操作平台，结合“图书管理系统”实例，由浅入深，全面介绍了 Visual FoxPro 的数据库与表、查询和视图、程序设计基础、表单及其控件、类和菜单等内容。本书注重基础、突出应用，每章都安排了小型案例实训。通过本教程的教学，可以达到以下目标：理解关系型数据库的基本原理，了解数据库技术的基本应用，掌握 Visual FoxPro 的基本操作，培养学生的实际操作能力和基本的程序设计能力，能够借助 Visual FoxPro 开发设计小型的数据库管理系统，从而提高学生分析问题和解决问题的能力，并为后续课程提供必要的基础。

与本书配套的《Visual FoxPro 数据库基础与应用学习及实验指导》同时出版，该书提供了大量的典型例题分析和复习自测题，以及配套的实验内容。

本书共有 10 章，施永香编写了第 3、6、7 章，唐伟编写了第 1、2 章，荆霞编写了第 8、9、10 章，丛秋实编写了第 4、5 章，全书由施永香统稿，单启成审定。

在编写过程中，得到了庄玉良、蔡则祥同志的大力支持，赵燕飞、孙卫、张艳提出了很多宝贵的意见和建议，李希、蔡淑珍、周萱、刘莹、陈大峰、李娅、吴令云、张熠、吴国兵、王素云、江效尧、崔应留、韩冰青、王瑜、包勇、陈海勇、沈虹等提供了很多帮助，在此一同表示衷心的感谢。

为了方便教学，本书提供了电子课件和实验素材，有需要的读者可以到科学出版社网站 [www.abook.cn](http://www.abook.cn) 下载。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，敬请广大师生指正。

# 目 录

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第 1 章 数据库系统基础知识               | 1   |
| 1.1 计算机数据管理的发展                | 1   |
| 1.2 数据库系统                     | 4   |
| 1.3 数据模型                      | 8   |
| 1.4 常用的 DBMS 产品介绍             | 18  |
| 1.5 小型案例实训                    | 20  |
| 1.6 习题                        | 21  |
| 第 2 章 Visual FoxPro 数据库管理系统概述 | 24  |
| 2.1 Visual FoxPro 的操作环境       | 24  |
| 2.2 Visual FoxPro 项目管理器       | 30  |
| 2.3 Visual FoxPro 语言基础        | 35  |
| 2.4 小型案例实训                    | 56  |
| 2.5 习题                        | 57  |
| 第 3 章 数据库与表的操作                | 59  |
| 3.1 数据库的设计过程                  | 59  |
| 3.2 数据库的创建                    | 62  |
| 3.3 数据库的组成                    | 64  |
| 3.4 数据库的使用                    | 66  |
| 3.5 表的创建与修改                   | 70  |
| 3.6 数据库表与自由表                  | 76  |
| 3.7 表的使用                      | 78  |
| 3.8 表的索引                      | 94  |
| 3.9 表之间的关系                    | 100 |
| 3.10 数据库表的扩展属性                | 102 |
| 3.11 相关表之间的参照完整性              | 107 |
| 3.12 小型案例实训                   | 110 |
| 3.13 习题                       | 113 |
| 第 4 章 查询与视图                   | 117 |
| 4.1 创建查询                      | 117 |
| 4.2 视图的创建和使用                  | 125 |
| 4.3 SELECT-SQL 语句             | 131 |
| 4.4 小型案例实训                    | 138 |
| 4.5 习题                        | 139 |
| 第 5 章 程序设计基础                  | 142 |
| 5.1 创建程序文件                    | 142 |
| 5.2 顺序结构程序设计                  | 143 |
| 5.3 选择结构程序设计                  | 146 |

|      |                 |     |
|------|-----------------|-----|
| 5.4  | 循环结构程序设计        | 148 |
| 5.5  | 过程和用户自定义函数      | 153 |
| 5.6  | 小型案例实训          | 158 |
| 5.7  | 习题              | 159 |
| 第6章  | 表单的创建与使用        | 163 |
| 6.1  | 面向对象的程序设计概述     | 163 |
| 6.2  | 表单              | 174 |
| 6.3  | 小型案例实训          | 194 |
| 6.4  | 习题              | 195 |
| 第7章  | 控件设计            | 198 |
| 7.1  | 控件的分类           | 198 |
| 7.2  | 控件              | 199 |
| 7.3  | 自定义类            | 216 |
| 7.4  | 小型案例实训          | 225 |
| 7.5  | 习题              | 226 |
| 第8章  | 报表与标签           | 231 |
| 8.1  | 报表的类型           | 231 |
| 8.2  | 报表的创建           | 231 |
| 8.3  | 报表的设计与修改        | 238 |
| 8.4  | 报表的预览与打印        | 247 |
| 8.5  | 标签的设计           | 248 |
| 8.6  | 小型案例实训          | 252 |
| 8.7  | 习题              | 254 |
| 第9章  | 菜单与工具栏          | 255 |
| 9.1  | 菜单概述            | 255 |
| 9.2  | 一般菜单的创建与使用      | 256 |
| 9.3  | 快捷菜单的创建与使用      | 265 |
| 9.4  | 为顶层表单添加菜单       | 266 |
| 9.5  | 创建自定义工具栏        | 267 |
| 9.6  | 小型案例实训          | 270 |
| 9.7  | 习题              | 271 |
| 第10章 | 应用程序的开发与连编      | 273 |
| 10.1 | 应用程序的开发         | 273 |
| 10.2 | 连编应用程序          | 278 |
| 10.3 | 创建应用程序的安装系统     | 282 |
| 10.4 | 综合案例实训          | 285 |
| 10.5 | 习题              | 301 |
| 附录   |                 | 303 |
| 附录1  | 习题答案            | 303 |
| 附录2  | 图书管理系统数据库表结构及说明 | 307 |
| 参考文献 |                 | 309 |

# 第 1 章 数据库系统基础知识

## 本章要点

- 计算机数据管理的发展
- 数据库系统的组成和体系结构
- 信息的三个领域、E-R 模型和关系模型
- SQL 语言的概念及其功能
- 常用的 DBMS 产品简介

从 20 世纪 80 年代开始,信息技术引发了第三次工业革命,一些先进的工业化国家利用信息技术实现了经济的持续快速发展。从 20 世纪 90 年代末,人类开始悄然步入以信息技术为核心的信息时代,信息系统越来越突显其重要性,数据库技术作为信息系统的核心技术和基础也更加引人注目。

数据库技术研究如何存储、使用和管理数据,是计算机数据管理技术发展的最新阶段。40 年多来,数据库在理论上、实现技术上均得到很大发展,应用越来越广泛,数据库系统已成为计算机系统的重要组成部分。在世界已进入信息化社会的今天,数据库的建设规模、数据库信息量的多少和使用频度,已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

## 1.1 计算机数据管理的发展

### 1.1.1 数据与数据处理

#### 1. 信息

信息是现实世界中客观事物属性或运动状态的反映。它所反映的是在某一客观系统中,某一事物的存在方式或某一时刻的运动状态。

信息是人们进行社会活动、经济活动及生产活动时的产物,并对人们的各种活动起到一定的指导作用。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。在信息社会中,信息一般可与物质或能量相提并论,它是一种重要的资源。

#### 2. 数据

数据是描述现实世界中事物的符号记录,是存储在某一种媒体上能够被识别的物理符号。物理符号可以是数字、文字、图形、图像、动画、声音及其他特殊符号。

数据的概念包括两个方面:其一是描述事物特性的数据内容;其二是存储在某一种媒体上的数据形式。数据形式可以是多种多样的,例如,某人的性别可以表示为“男”,也可以表示为“man”,其含义没有改变。

### 3. 数据处理

数据与信息在概念上是有区别的。从信息处理角度看,任何事物的存在方式和运动状态都可以通过数据来表示,数据经过加工处理后,使其具有知识性并对人类活动产生作用,从而形成信息。

数据处理就是利用计算机对各种形式的数据进行加工处理,包括数据的收集、整理、存储、分类、排序、检索、维护、计算和加工、统计和传输等一系列的工作。

数据处理的目的是从人们收集的大量原始数据中获得信息,通过分析和筛选信息产生决策。例如,一个人的“出生日期”属于原始数据,而“年龄”则是根据当前日期和出生日期计算得到的信息,根据某人的年龄、性别、职称等有关信息和离退休年龄的规定,可以判断此人何时应当办理离退休手续。

#### 1.1.2 计算机数据管理

随着计算机硬件技术和软件技术的发展,计算机应用范围和数据处理量规模的日益扩大,数据处理的应用需求越来越广泛。数据处理的中心问题是数据管理,多年来,数据管理技术的发展不断变迁,经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

##### 1. 人工管理阶段

20世纪50年代中期之前,计算机主要用于科学计算。在这一阶段,外存储器只有卡片、纸带和磁带,没有像磁盘这样的可以随机访问、直接存取的外部存储设备。软件方面,没有操作系统,没有专门管理数据的软件,数据完全由人工(主要是程序)进行管理,即数据由计算或处理它的程序自行携带。

在人工管理阶段,应用程序与数据之间的关系如图1.1所示。

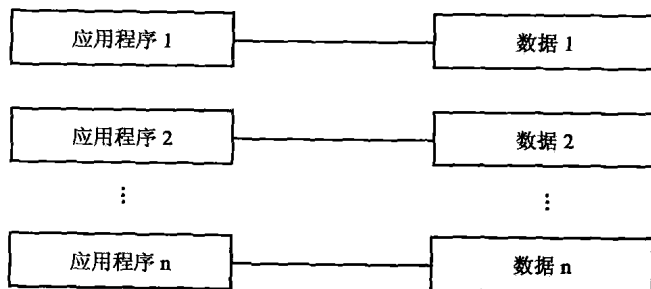


图 1.1 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

在人工管理阶段,数据处理的主要特点如下。

##### (1) 数据不能长期保存

只是在计算某一具体实例时将数据输入,或同程序一起提供,程序运行结束后就退出计算机系统。

##### (2) 数据不能被多个应用程序共享

一组数据只对应一个应用程序,因此程序之间存在大量的重复数据,称为数据冗余。

##### (3) 应用程序与数据之间缺少独立性

一旦数据的结构发生变化,应用程序往往要做相应的修改。

## 2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中后期,随着硬件方面磁鼓、磁盘等联机外存储器的研制并投入使用,软件方面高级语言和操作系统的出现,这时计算机的应用不仅限于科学计算,也开始以“文件”的方式介入数据处理。在这一阶段,程序设计人员可以利用操作系统提供的文件系统功能,将数据按其内容、用途和结构组织成若干个相互独立的数据文件。

在文件系统阶段,应用程序与数据之间的关系如图 1.2 所示。

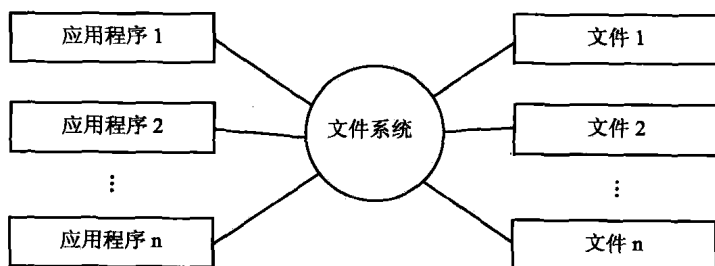


图 1.2 文件系统阶段应用程序与数据之间的关系

文件系统阶段数据处理的主要特点如下。

### (1) 数据长期保存

数据可以以文件形式长期保存在辅助存储器上,供用户反复调用和更新。

### (2) 应用程序与数据之间有了一定的独立性

在文件系统的支持下,应用程序与数据文件之间有了数据存取接口,应用程序可以通过文件名对数据进行访问,因此数据存储发生变化不影响应用程序的运行。

### (3) 数据文件组织多样化

文件的组织是指文件的构造方式,从用户观点出发观察到的文件组织结构称为文件的逻辑结构,而文件在外存上的存储组织形式称为文件的物理结构,常用的物理文件有顺序文件、链接文件和索引文件。

### (4) 数据冗余度较大

由于数据文件的设计很难满足多个用户的不同需求,而且文件之间缺少联系,这使得在大多数情况下,每个应用程序都有对应的文件,因此同样的数据会出现在不同的应用程序中。

### (5) 数据的不一致性

这往往是由数据冗余造成的,在进行数据更新时,容易使同样的数据在不同的文件中不一致。在文件系统中,没有维护数据一致性的监控机制,数据的一致性完全由用户负责维护,这在简单系统中还可勉强应付,在复杂的系统中,保证数据的一致性几乎是不可能的。

## 3. 数据库系统阶段

自 20 世纪 60 年代后期以来,随着计算机应用领域的不断扩展,计算机用于数据处理的范围越来越广,处理的数据量越来越大,仅仅基于文件管理系统的数据处理技术很难满足应用领域的需求。与此同时,计算机硬件技术也正在飞速发展,磁盘存储技术取得重大突破,大容量硬盘进入市场,数据处理软件环境的改善成为许多公司的重点投入。在实际需求迫切、硬件软件竞相拓展的环境中,数据库管理系统应运而生。

在数据库系统阶段,应用程序与数据之间的关系如图 1.3 所示。

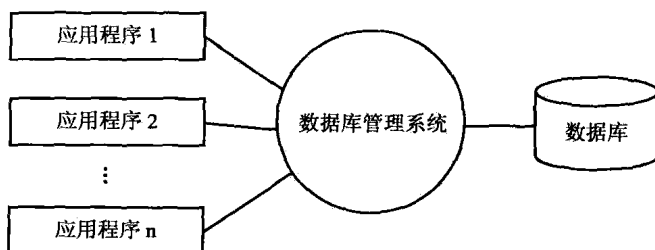


图 1.3 数据库系统阶段应用程序与数据之间的关系

在数据库系统阶段，数据处理的主要特点如下。

(1) 采用数据模型表示复杂的数据结构

数据模型不仅描述数据本身的特征，还要描述数据之间的联系，因此数据不再面向特定的某个应用程序，而是面向整个应用系统，由此数据冗余明显减少，实现了数据共享。

(2) 有较高的数据独立性

应用程序不再只与一个孤立的数据文件相对应，可以取整体数据集的某个子集作为逻辑文件与其对应，通过数据库管理系统实现逻辑文件与物理数据之间的映射，用户无需考虑数据在存储器上的物理位置与结构，因此数据与应用程序之间不存在依赖关系，而是相互独立的。

(3) 统一的数据控制功能

数据库可以被多个用户或应用程序共享，数据的存取往往是并发的，即多个用户可以同时使用一个数据库。数据库管理系统必须提供必要的保护措施，包括并发访问控制功能、数据的安全性控制功能和数据的完整性控制功能。

随着硬件环境和软件环境的不断完善，数据处理应用领域需求的持续扩大，数据库技术与其他软件技术的加速融合，到 20 世纪 80 年代，新的更高一级的数据库技术相继出现并得到长足的发展，分布式数据库系统和面向对象数据库系统等新型数据库系统应运而生，使数据处理有了更进一步的发展。

## 1.2 数据库系统

### 1.2.1 数据库系统的组成

数据库系统（Database System, DBS）是实现有组织地、动态地存储大量关联数据，具有管理和控制数据库功能的计算机应用系统。数据库系统的基本组成如图 1.4 所示，一般由数据库、数据库管理系统、计算机支持系统、应用程序和有关人员组成。

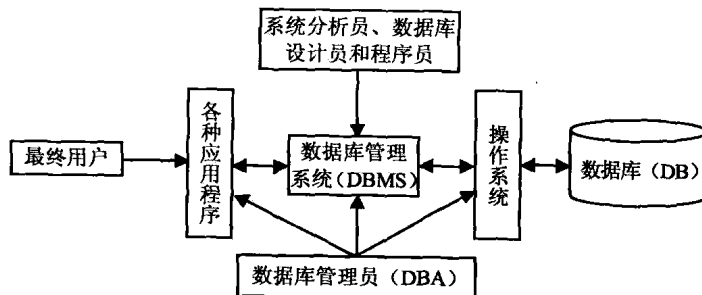


图 1.4 数据库系统的基本组成

## 1. 数据库

数据库 (Database, DB) 是指一组按一定数据模型组织的、长期存放在辅助存储器上的、可共享的相关数据的集合。顾名思义,它是存放大量数据的“仓库”,这些数据通常是面向一个单位或应用领域的全局应用的。例如,把一个学校的读者、图书、借阅等信息按一定的数据模型组织起来,并存储在计算机的外存中,就可以构成一个数据库。

数据库中的数据具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户所共享。数据库通常包括两部分内容:一是按一定的数据模型组织并实际存储的所有应用所需要的数据,这类数据是用户直接使用的;二是有关数据库定义的数据,用于描述数据的结构、类型、格式、关系、完整性约束和使用权限等,这些描述性数据通常被称为“元数据”。

## 2. 数据库管理系统

数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 是用于建立、使用和维护数据库的系统软件。Visual FoxPro 就是一个可以在计算机上运行的数据库管理系统。

DBMS 是位于应用程序与操作系统之间的一层数据管理软件,它是数据库系统的核心,主要有如下几个方面的功能。

### (1) 数据定义

数据定义包括定义构成数据库结构的外模式、模式和内模式,定义各个外模式与模式之间的映射,定义模式与内模式之间的映射,定义有关的约束条件。

### (2) 数据操纵

数据操纵包括对数据库数据的插入、删除、修改和查询等基本操作。

### (3) 数据的组织、存储和管理

数据库中需要存放多种数据,DBMS 负责分门别类地组织、存储和管理这些数据,确定以何种文件结构和存取方式物理地组织这些数据,如何实现数据之间的联系,以便提高存储空间的利用率和增加、删除、修改、查找等操作的时间效率。

### (4) 数据库运行管理

数据库运行管理是 DBMS 运行时的核心部分,包括对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性检查和执行等。所有访问数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行,以保证数据的安全性、完整性、一致性以及多用户对数据库的并发使用。

### (5) 数据库的建立和维护

数据库的建立包括数据库初始数据的输入与数据转换等。数据库的维护包括数据库的转储与恢复,数据库的重组与重构造、性能监测与分析等。

### (6) 数据通信接口

DBMS 需要提供与其他软件系统进行通信的功能,包括一个 DBMS 与另一个 DBMS 或文件系统的数据库转换功能,异构数据库之间的互访和互操作能力等。

## 3. 应用程序

应用程序是面向最终用户的,利用数据库系统资源开发的、解决管理和决策问题的各种应用软件。例如,以数据库为基础的图书管理系统、人事管理系统、财务管理系统、教学管理系统、科研管理系统和订票管理系统等。

#### 4. 用户

数据库系统中的用户根据基本的工作职能可以分为数据库管理员、系统管理员、数据库设计员、系统分析员、程序员和最终用户等，每一类用户完成与其相关的职能。

数据库管理员 (Database Administrator, DBA) 对数据库系统进行管理和控制，具有最高的数据库用户特权，负责全面管理数据库系统。DBA 的职位非常重要，任何一个数据库系统如果没有 DBA，数据库将失去统一的管理与控制，造成数据库的混乱。DBA 应该由懂得和掌握数据库全局工作、设计和管理的核心人员来承担。DBA 的职责包括以下几个方面。

- ① 参与数据库的规划、设计和建立。
- ② 负责数据库管理系统的安装和升级。
- ③ 规划和实施数据库的备份和恢复。
- ④ 控制用户对数据库的存取访问，规划和实施数据库的安全性和稳定性。
- ⑤ 监控数据库的运行，进行性能分析，实施优化。
- ⑥ 支持开发和应用数据库的技术。

系统管理员完成控制和管理数据库系统的一般性操作。

系统分析员、数据设计员和程序员主要是在应用系统（即应用程序）的开发过程中发挥相应的职能。系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明，确定系统的软硬件配置、系统的功能及数据库概念模型的设计；数据库设计员必须参加用户需求调查和系统分析，然后进行数据库设计，在多数情况下，数据库设计人员就由数据库管理员担任；程序员负责设计编写应用系统的程序模块，并进行调试和安装。

最终用户通过应用系统提供的用户接口使用数据库。常用的接口方式有菜单驱动、浏览器、表格操作、图形显示、报表书写等，这些接口为用户提供了简明直观的数据表示和方便快捷的操作方式。

#### 5. 计算机支持系统

计算机支持系统是指用于数据库管理的硬件和软件平台。硬件平台特别强调数据库主机（或服务器）必须有足够大的外存容量、高速的数据吞吐能力、强大的任务处理能力、极高的稳定性与安全性。软件平台主要是指能确保计算机可靠运行的一些系统软件（如操作系统）和应用系统开发工具等。

### 1.2.2 数据库系统的体系结构

为了实现数据的独立和共享，便于数据库的设计和实现，美国国家标准协会 (ANSI) 的计算机与信息处理委员会（代号为 X3）中的标准计划和需求委员会 (SPARC) 于 1975 年将数据库系统的体系结构定义为三个抽象层次：外部层（单个用户的视图）、概念层（全体用户的公共视图）和内部层（存储视图），如图 1.5 所示。

#### 1. 数据库系统的三级结构

##### (1) 外部层

外部层表示数据库的“外部视图”，是各个用户所看到的数据库。它是面向用户的，体现了用户的数据观点。

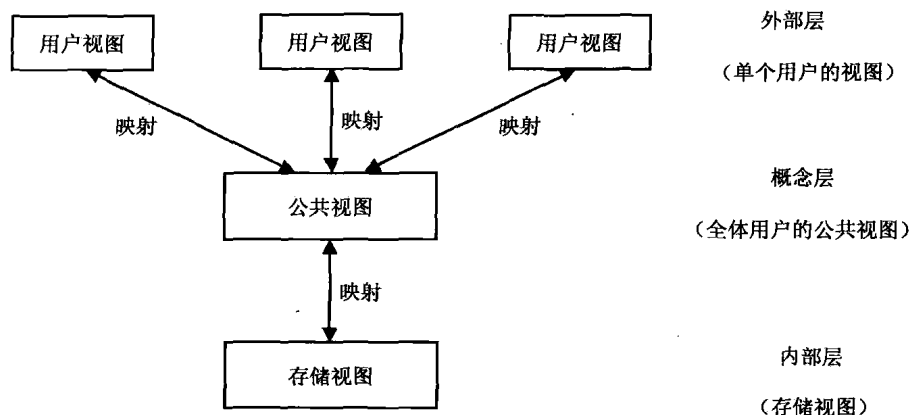


图 1.5 数据库系统的三级结构

## (2) 内部层

内部层是最接近物理存储的层次。它是数据库的“存储视图”或“内部视图”。它与数据库的实际存储密切相关，可以理解为机器“看到”的数据库。

## (3) 概念层

概念层是介于上述两者之间的层次。它是数据库的“概念视图”，是数据库中所有信息的抽象表示。它既抽象于物理存储的数据，也区别于各个用户所看到的局部数据库。概念视图可以理解为数据库管理员所看到的数据库。

数据库系统体系结构的外部层、概念层和内部层分别对应于数据库模式的外模式、模式和内模式。

## 2. 数据库系统的两级映射

### (1) 概念层与内部层之间的映射

该映射定义了概念视图与存储视图之间的对应关系，保证了数据的物理独立性，即如果存储视图发生了变化，可以相应地改变概念层与内部层之间的映射，而使概念视图保持不变，将存储视图的变化隔离在概念层之下，不反映在用户面前，因此应用程序可以保持不变。

### (2) 外部层与概念层之间的映射

该映射定义了单个用户的外部视图与全局的概念视图之间的对应关系，保证了数据的逻辑独立性，即如果概念视图发生了变化，可以相应地改变外部层与概念层之间的映射，而使用户看到的外部视图保持不变，因此应用程序可以保持不变。

**【例 1.1】** 关于数据库系统体系结构的一个实际应用示例。

假设一个“通信数据库”，有三个应用用户，分别是电子通信用户、电话通信用户、邮政通信用户，他们各自只需要自己的信息（其他信息不要）。对整体数据库而言，要能为所有用户服务，故“综合”了所有应用用户的信息表示成“概念视图”，并物理地存储在“存储视图”中。对每个外部用户，从“概念视图”中“映射”出他需要的信息，表示成“外部视图”。在这里“概念视图”亦是一个逻辑概念，不同的是概念视图是整体数据库的逻辑结构，而外部视图仅是局部数据的数据库的逻辑结构。该示例的数据库系统的三级结构如图 1.6 所示。

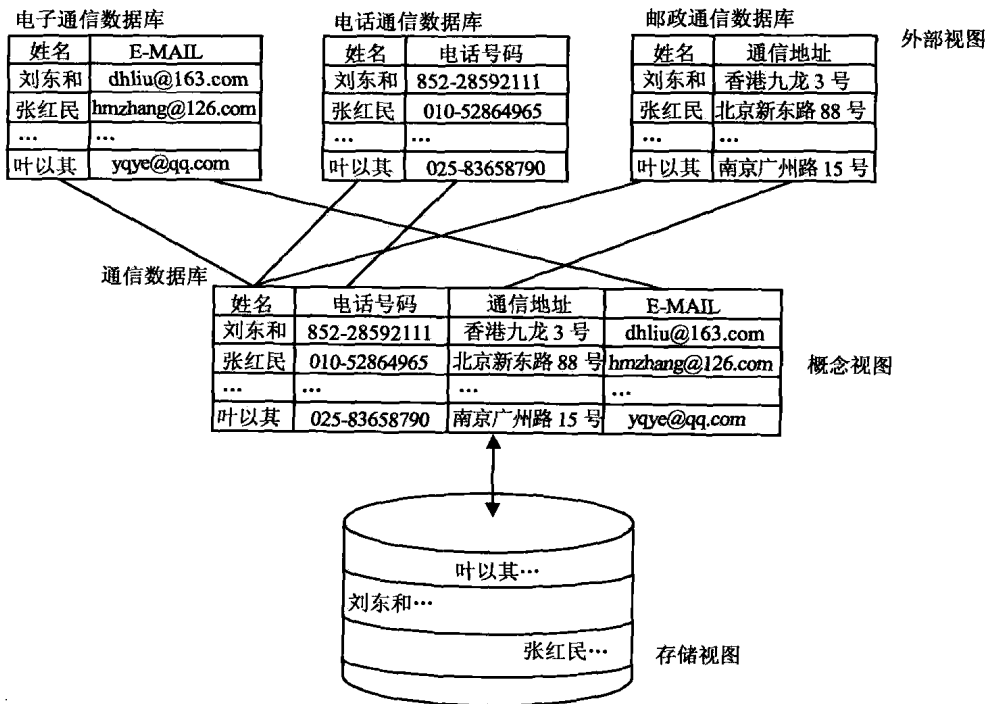


图 1.6 数据库系统的体系结构示例

## 1.3 数据模型

计算机本身不可能直接处理现实世界中的具体事物，如何将现实世界中各种复杂的事物最终以计算机及数据库所允许的形式反映到数据世界中去，这需要通过建立数据模型来实现。

### 1.3.1 数据模型概述

数据模型 (Data Model) 是现实世界中数据特征的抽象，是用来描述数据的一组概念和定义。数据模型一般要描述三个方面的内容：一是数据的静态特征，包括对数据结构和数据间联系的描述；二是数据的动态特征，这是一组定义在数据上的操作，包括操作的含义、操作符、运算规则和语言等；三是数据的完整性约束，这是一组数据库中的数据必须满足的规则。

#### 1. 三个世界

##### (1) 现实世界

现实世界是指客观存在的事物及其相互间的联系。在现实世界中，人们可以通过事物不同的属性和运动状态对事物加以区别，描述事物的性质和运动规律。

##### (2) 信息世界

信息世界是人们对客观存在的事物及其相互间的联系的反映。人们将客观事物的反映通过符号记录下来，事实上这是对现实世界的一种抽象描述。

在信息世界中，不是简单地对现实世界进行一种符号记录，而是通过选择、分类、命名等抽象过程产生出不依赖于具体计算机系统中 DBMS 的概念模型。

### (3) 数据世界

数据世界中的数据是将信息世界中的实体数据化的结果。也就是说，将信息世界中概念模型进一步转化为计算机系统中 DBMS 所支持的数据模型。

三个世界之间的关系如图 1.7 所示。

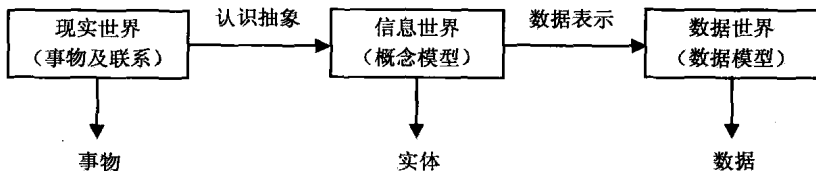


图 1.7 三个世界之间的关系

## 2. 数据模型类型

### (1) 概念数据模型

概念数据模型简称概念模型，它按用户的观点对数据建模，是对现实世界的第一层抽象，是用户和数据库设计人员之间进行交流的工具。它使数据库设计人员在设计的初始阶段，可以摆脱计算机系统及 DBMS 的具体技术问题，与具体的 DBMS 无关。长期以来，在数据库设计中广泛使用的概念模型是“实体—联系”模型（Entity-Relationship Model, E-R 模型）。

### (2) 逻辑数据模型

逻辑数据模型简称数据模型，这是用户从数据库的角度所看到的模型，是具体的 DBMS 所支持的数据模型，如层次模型（Hierarchical Model）、网状模型（Network Model）、关系模型（Relation Model）和面向对象模型（Object-Oriented Model）。目前流行的 DBMS 产品中，数据模型主要采用关系模型和面向对象的模型。

### (3) 物理数据模型

物理数据模型简称物理模型，是面向计算机物理表示的模型，描述了数据在存储介质上的组织结构，它不但与具体的 DBMS 有关，而且还与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现时都有与其对应的物理数据模型。

## 1.3.2 E-R 模型

### 1. E-R 模型中的基本概念

E-R 模型中有三个基本的概念：实体、属性和联系。

#### (1) 实体 (Entity)

实体是客观存在且可以相互区别的事物。实体可以是具体的、可见的事物，如一名职工、一位学生、一本图书等；也可以是抽象的事物，如一个院系、一次考试、一场比赛等。

具有相同性质（特征）实体的集合称为实体集，例如，某校教师的集合构成“教师”实体集，某校学生的集合构成“学生”实体集。

#### (2) 属性 (Attribute)

属性是指实体所具有的特征与性质。通常一个实体可以由多个属性来描述，属性不能独

立于实体而存在。例如，一个学生实体的属性有学号、姓名、性别、出生日期、班级等。

### (3) 联系 (Relationship)

联系是实体集之间的抽象表示。例如，在学校的图书管理系统中，“读者”实体集与“图书”实体集之间存在“借阅”联系。

根据两个实体集中相互有联系的实体数量，实体集之间的联系可以分为一对一联系、一对多联系和多对多联系。

- 一对一联系。

如果实体集 A 中的每一个实体至多和实体集 B 中的一个实体有联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 是一对一联系（简记 1:1）。例如，一个学校至多有一个校长，而每个校长至多只在一个学校任职，则“学校”实体集与“校长”实体集之间就存在一对一联系。根据定义，即使某学校因校长调离暂时空缺，也没有破坏这两个实体集之间的一对一联系。

- 一对多联系。

如果实体集 A 中的每一个实体和实体集 B 中的任意个（包括 0 个）实体有联系，而实体集 B 中的每一个实体至多和实体集 A 中的一个实体有联系，则称实体集 A 与实体集 B 是一对多联系（简记 1:n）。例如，一个部门有若干名职工，而每名职工只在一个部门工作，则“部门”实体集与“职工”实体集之间就存在一对多联系。

- 多对多联系。

如果实体集 A 中的每一个实体和实体集 B 中的任意个（包括 0 个）实体有联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 是多对多联系（简记 m:n）。例如，一个读者可以借阅多本图书，而一本图书也可以被多名读者借阅，则“读者”实体集与“图书”实体集之间就存在多对多联系。

## 2. E-R 图

E-R 图是 E-R 模型的图形表示法，是直接表示概念模型的有力工具。在 E-R 图中，一般用矩形框表示实体集，菱形框表示联系，椭圆形（或圆形）框表示属性。

**【例 1.2】** 关于 E-R 图的一个实际应用示例。

在学校的图书管理系统中，存在读者、图书、出版社等多个实体集，实体集之间也存在着一些联系，该系统局部的 E-R 图如图 1.8 所示。

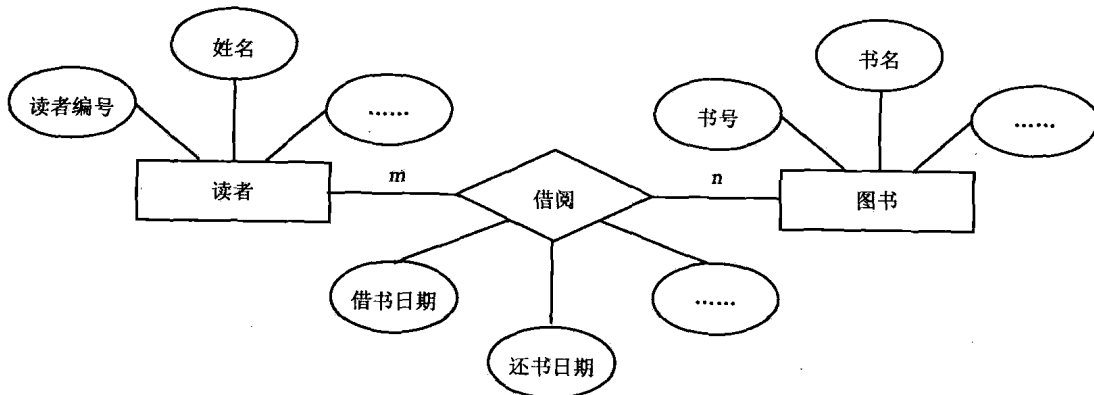


图 1.8 E-R 图示例