高等学校电子商务系列教材

# 网络数据库

王馨迪　主编
关忠良　主审

清 华 大 学 出 版 社
北京交通大学出版社

·北京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

## 内 容 简 介

本书首先对网络数据库系统做总体介绍，对目前数据库系统进行分析比较，然后以两条主线贯穿全书。其一以目前市场上流行的数据库系统——Oracle 为主，介绍网络数据库的原理、解决问题的基本思路和技术方法；以案例为另一主线，对其重要的应用方法进行详细讲解，加深读者对相关技术的理解。

本书内容包括网络数据库概述，数据库设计理论，网络数据库安装、配置与管理，网络数据库体系结构，网络数据库安全管理，Oracle 9i 数据库基本操作，网络数据库备份和恢复，网络数据库性能调整，Oracle 9i数据库 PL/SQL 编程，网络数据库 B/S 模式应用，网络数据库 C/S 模式应用，以及完整案例。

本书内容丰富，注重实用，知识讲解与实例相结合，操作和实例设计方法适用，为用户提供了一条切实可行学习和掌握网络数据库的途径。

本书既可作为高等院校电子商务、计算机应用、信息管理等相关专业高年级本科生的教材或参考书，也可作为网络数据库的初、中级开发与管理人员的参考用书，或作为相关领域的培训教材。

**版权所有，翻印必究。**

**本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。**

**图书在版编目（CIP）数据**

网络数据库/王馨迪主编 . —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2004.9

（高等学校电子商务系列教材）

ISBN 7-81082-352-3

Ⅰ. 网… Ⅱ. 王… Ⅲ. 关系数据库-数据库管理系统-高等学校-教材

Ⅳ. TP311.138

**中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 075820 号**

责任编辑：孙秀翠

出 版 者：清 华 大 学 出 版 社　　邮编：100084　　电话：010-62776969

北京交通大学出版社　　邮编：100044　　电话：010-51686045，62237564

印 刷 者：北京瑞达方舟印务有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开　　本：185×230　　印张：23.25　　字数：521 千字　附光盘 1 张

版　　次：2004 年 9 月第 1 版　　2004 年 9 月第 1 次印刷

书　　号：ISBN 7-81082-352-3/TP·138

印　　数：1～5 000 册　　定价：36.00 元（含光盘）

# 前　言

网络数据库在电子商务或管理信息系统中的应用是必不可少的。目前，有关网络数据库类的书籍大多是以操作指南的形式编写，书籍编写的针对对象不是高校学生，更适用于专业人员，形式上不利于教学使用。

本书将以高校中电子商务等专业学生为主要对象来编写，从实际应用出发，以两条主线来进行阐述，以分析、论述网络数据库的基本理论为一条主线，说明大型数据库应用系统的原理、解决问题的技术方法；以模拟具体的一个案例为另一条主线，对网络数据库的实际应用加以论述。在教材组织方式上，强调理论系统性和技术实用性。全书采取总—分—总结构，即先进行网络数据库系统的总体概述，再以 Oracle 为主线分别介绍相关原理及技术，最后介绍数据库的应用开发知识。每章的开始有难点、重点说明，后面有练习思考题。

本书具有以下特色。

1．内容丰富

本书内容既有对网络数据库系统的总体介绍，又有具体网络数据库系统的详细讲解；既有对目前数据库系统的情况分析，又有对未来数据库技术发展前沿的探讨。

2．重点突出

本书将采取以目前市场上流行的数据库系统——Oracle 为主，介绍网络数据库的原理、解决问题的技术方法，以案例为另一条主线，对其重要的应用方法进行详细讲解，加深读者对相关技术的理解。

3．注重实用

本书从实际出发，对网络数据库应用的重点内容进行介绍，使学生能够高质量、高效率地掌握数据库的理论知识和实用技能。

4．针对性强

本书编写的主要针对对象为高校学生，立足于教材风格，利于实施教学。

全书共分 11 章，第 1 章“网络数据库概述”主要介绍网络数据库的基础知识，阐述了网络数据库的概念、技术，目前流行的网络数据库产品介绍等。第 2 章“数据库设计”主要介绍数据库设计的理论及方法，并提出贯穿于全书的电子商务网上书店案例。第 3 章“Oracle数据库安装、配置与管理”以 Oracle 9i 数据库为例，讲解网络数据库的安装方法，配置网络数据库的运行环境及启动与关闭数据库等管理方法。第 4 章“Oracle 数据库体系结构”介绍了数据库服务器上的管理系统结构，数据库结构，网络应用结构等。第 5 章“Oracle数据库安全管理”介绍了用户管理、权限管理、概要文件管理及数据的安全控制等内容。第 6 章“Oracle 数据库基本操作”

结合实例介绍了 Oracle 9i 数据库中如何创建表及视图，如何创建索引。第 7 章“备份与恢复”介绍了数据库常见故障及恢复原理、脱机备份与恢复、逻辑备份与恢复、联机热备份与恢复。第 8 章“网络数据库性能调整”从操作系统级别、数据库级别、数据库设计级别、SQL 语言级别几个层面介绍性能调整的技术。第 9 章“PL/SQL 编程”主要介绍 PL/SQL 程序的语法要素、流程控制、过程、游标、包、触发器和异常处理、面向对象的程序设计等。第 10 章“网络数据库 Web 应用”介绍了 Web 应用体系结构，常用的 Web 开发方式，Oracle 9i 应用服务器并结合实例利用 PL/SQL servlet 开发 Web 应用。第 11 章“网络数据库 C/S 模式案例”介绍了利用 VB + Oracle 9i开发管理信息系统的主要技术。

本书由王馨迪主编、关忠良教授担任主审。参加编写的有王馨迪 (第 1、3、4、5、6、7 章)，兰晓亭、王英 (第 2、8 章)，邵丽萍 (第 9 章)，苟娟琼、郭晓淳 (第 10 章)，马冀 (第 11 章)，本书光盘所附案例由马冀编制并上机调试通过。

本书系“高等学校电子商务系列教材”的核心书目，在写作过程中，得到了北京交通大学经济管理学院教学科、北京交通大学经济管理学院王稼琼教授的大力支持和帮助，刘世峰博士在本书的规划与编写过程中给予了极大的支持和帮助，在此表示感谢。此外，本书写作中参考、引用了众多文献，在此一并致谢。

由于水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编　　者

2004 年 9 月

# 目　录


第 1 章　网络数据库概述 …… (1)
1.1　网络数据库的基本概念 …… (1)
1.1.1　基本概念 …… (1)
1.1.2　数据模型 …… (4)
1.2　数据库的演变过程 …… (6)
1.2.1　数据库管理系统的产生和发展 …… (6)
1.2.2　数据库技术的演变 …… (11)
1.3　网络数据库系统的工作模式 …… (12)
1.4　网络数据库系统的主要技术 …… (13)
1.5　目前流行的网络数据库产品简介 …… (16)
复习思考题 …… (24)

第 2 章　数据库设计 …… (25)
2.1　关系数据库理论 …… (25)
2.1.1　数据完整性规则 …… (25)
2.1.2　关系模型 E.F.Codd 法则 …… (26)
2.2　规范化理论 …… (27)
2.2.1　函数依赖 …… (27)
2.2.2　码 …… (28)
2.2.3　范式 …… (29)
2.3　数据库设计 …… (35)
2.3.1　设计内容和特点 …… (35)
2.3.2　设计方法 …… (36)
2.3.3　设计步骤 …… (36)
2.4　案例 …… (37)
2.4.1　系统功能介绍 …… (38)
2.4.2　系统流程 …… (39)
2.4.3　案例的数据库设计 …… (41)
复习思考题 …… (45)


需要全本请访问 www.ertongbook.com

第 3 章 Oracle 数据库安装、配置与管理 …… (46)
3.1 Oracle 数据库的安装 …… (46)
3.1.1 安装前准备工作 …… (46)
3.1.2 数据库服务器 (Oracle 9i Database) 的安装 …… (48)
3.1.3 Oracle 9i 客户 (Oracle 9i Client) 的安装 …… (61)
3.1.4 Oracle 管理工具 (Management And Integration) …… (71)
3.2 服务器与客户端配置 …… (72)
3.2.1 网络服务名配置 …… (73)
3.2.2 监听程序配置 …… (81)
3.3 Oracle 数据库的管理方法 …… (87)
3.3.1 命令行管理 …… (87)
3.3.2 企业管理器直接管理 …… (88)
3.3.3 管理服务器集中管理 …… (91)
3.4 数据库启动和关闭 …… (97)
3.5 Oracle 数据库创建和删除 …… (101)
3.6 案例分析 …… (109)
复习思考题 …… (109)

第 4 章 Oracle 数据库体系结构 …… (110)
4.1 Oracle 数据库的结构 …… (110)
4.1.1 逻辑结构 …… (110)
4.1.2 物理结构 …… (116)
4.2 数据库管理系统体系结构 …… (118)
4.2.1 进程结构 …… (119)
4.2.2 内存结构 …… (121)
4.2.3 Oracle 实例 …… (123)
4.3 存储空间管理 …… (125)
4.3.1 扩充数据库的存储能力 …… (125)
4.3.2 减少存储空间 …… (128)
4.3.3 分区 …… (130)
4.4 案例分析 …… (131)
复习思考题 …… (132)

第 5 章 Oracle 数据库安全管理 …… (133)
5.1 数据库安全综述 …… (133)
5.2 用户管理 …… (134)

5.3 概要文件管理 …… (141)
5.4 权限管理 …… (146)
5.4.1 系统权限 …… (146)
5.4.2 对象权限 …… (149)
5.5 角色管理 …… (151)
5.6 数据库对象的安全控制 …… (156)
5.7 案例分析 …… (157)
复习思考题 …… (158)

第 6 章 Oracle 数据库基本操作 …… (159)
6.1 Oracle 数据库数据类型 …… (159)
6.2 Oracle 的 SQL Plus 环境简介 …… (165)
6.3 创建基本表、索引和视图 …… (173)
6.4 维护基本表 …… (187)
6.5 查询基本表 …… (190)
6.6 案例分析 …… (192)
复习思考题 …… (193)

第 7 章 备份与恢复 …… (194)
7.1 数据库常见故障及解决方法 …… (194)
7.2 脱机冷备份与恢复 …… (196)
7.2.1 脱机数据库完全备份 …… (197)
7.2.2 脱机数据库完全备份的恢复 …… (198)
7.3 逻辑备份与恢复 …… (200)
7.3.1 逻辑备份与恢复的前提 …… (201)
7.3.2 用 exp 命令文件实现逻辑备份 …… (206)
7.3.3 用 imp 命令文件实现逻辑恢复 …… (208)
7.3.4 用导出向导实现逻辑备份 …… (210)
7.3.5 用导入向导实现逻辑恢复 …… (217)
7.4 联机热备份与恢复 …… (220)
7.4.1 用备份向导实现联机热备份 …… (220)
7.4.2 用恢复向导实现联机热恢复 …… (226)
7.5 案例分析 …… (230)
复习思考题 …… (231)

第 8 章　网络数据库性能调整 …… (232)
8.1　性能调整概述 …… (232)
8.2　操作系统级别性能调整 …… (232)
8.3　数据库级别性能调整 …… (233)
8.4　数据库设计级别的性能调整 …… (236)
8.5　SQL 级别的性能调整 …… (238)
复习思考题 …… (241)

第 9 章　PL/SQL 编程 …… (242)
9.1　PL/SQL 简介 …… (242)
9.2　PL/SQL 编程基础 …… (243)
9.2.1　基本 PL/SQL 开发环境 …… (243)
9.2.2　PL/SQL 程序结构 …… (244)
9.2.3　PL/SQL 基本语法要素 …… (246)
9.3　PL/SQL 流程控制 …… (251)
9.3.1　条件结构 …… (251)
9.3.2　循环结构 …… (253)
9.3.3　无条件跳转结构 (GOTO 语句) …… (260)
9.3.4　异常处理 …… (262)
9.4　PL/SQL 游标 …… (266)
9.4.1　游标的概念 …… (266)
9.4.2　显式游标 …… (267)
9.4.3　隐式游标 …… (273)
9.5　PL/SQL 子程序 …… (274)
9.5.1　存储过程 …… (276)
9.5.2　存储函数 …… (278)
9.6　PL/SQL 程序包 …… (281)
9.7　面向对象 PL/SQL 程序设计 …… (285)
9.8　PL/SQL 触发器 …… (292)
9.9　案例分析 …… (298)
复习思考题 …… (299)

第 10 章　网络数据库 Web 应用 …… (300)
10.1　Web 应用体系结构 …… (300)
10.2　常用的 Web 应用开发方式 …… (303)
10.3　Oracle 9i 应用服务器简介 …… (310)

10.4 案例分析 …… (312)
复习思考题 …… (329)

第 11 章 网络数据库 C/S 模式案例 …… (330)
11.1 Visual Basic 6.0 简介 …… (330)
11.2 创建一个简单的 VB 程序 …… (331)
11.3 VB + Oracle 9i 数据库编制的网上书店管理系统 …… (336)

附录 A Oracle SQL 命令 …… (340)
附录 B PL/SQL 命令 …… (343)
附录 C Oracle SQL 函数 …… (344)
附录 D Oracle 的数据字典视图 …… (347)
附录 E Oracle 的信息和对象权限 …… (353)
附录 F 系统环境参数 …… (357)

参考文献 …… (360)

# 第 1 章　网络数据库概述

本章首先介绍数据库系统的概念和演变过程，在此基础上引出网络数据库的概念、主要特点、工作模式和主要技术，读者据此可以全面了解网络数据库的基础知识，了解目前流行的几种主流网络数据库。本书将以 Oracle 数据库为代表来阐述网络数据库的主要技术特点，重点对 Oracle 数据库做比较详尽的介绍。

通过本章的学习，读者可以循序渐进地了解到数据库和网络数据库的基础知识，从总体上把握网络数据库的主要技术特点，为后续学习打好基础。

本章重点：网络数据库的基本概念、主要特点、工作模式、主要技术

本章难点：网络数据库的工作模式、主要技术

## 1.1　网络数据库的基本概念

数据库是计算机科学的一个重要分支。数据库技术的产生和发展虽然只有四十多年的时间，然而数据库的理论和应用却取得了巨大的成功，极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。

客观世界的所有信息在计算机上都是以数据的形式存在的，计算机完成各种任务的过程其实就是对数据进行加工和处理的过程。

随着对客观世界认识的深入，数据的容量越来越大，结构越来越复杂，数据库技术就是研究如何对海量数据进行有效的分类、组织、编码、存储、检索和维护。

### 1.1.1　基本概念

数据库、数据库管理系统和数据库系统是经常容易混淆的概念，但又是学习数据库技术必须首先理解的概念。理解数据库服务器、管理客户机、端口的概念是学习网络数据库的前提。

**1．数据库（Database）**

数据库（Database），是存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。其作用主要是共享数据库中的资源信息。数据库技术的主要目标是解决数据处理的非数值问题，例如仓库管理、档案管理、图书资料管理等问题。这类数据的特点是数据量比较大、数据检索频繁，数据处理的主要内容是数据的存储、查询、修改、分类排序等，以及支持决策功

能。数据库技术就是针对这类数据的处理而产生发展起来的，并且仍在不断地、迅速地发展和完善。

**2．数据库管理系统（Database Management System，DBMS）**

数据库管理系统是对数据库进行管理的系统软件，位于用户和操作系统之间，为用户或应用程序提供访问数据库的方法和工具。其主要目标是使数据成为方便用户使用的资源，易于为各类用户共享，并增进数据的安全性、完整性和可用性。数据库的所有操作，数据的组织、存储和取用都必须借助 DBMS 提供的工具或接口完成，其主要功能概括如下。

① 数据定义：对数据库中的数据对象进行定义。

② 数据操纵：实现对数据库的基本操作，如插入、删除、修改和查询。

③ 数据库的运行管理：数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制，以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的共发使用及发生故障后的系统恢复。

④ 数据库的建立和维护：包括数据库初始数据的输入、转换功能，数据库的转储、恢复功能，数据库的重组功能和性能监视、分析功能，等等。

数据库管理系统的所有功能都是针对数据库的，而数据库上的所有操作也必须经过数据库管理系统，用户和应用系统无法直接操纵数据库，因此这二者紧密联系在一起，共同完成信息系统的数据处理工作。

从内容上来说，数据库管理系统由 3 部分组成：数据描述语言、数据操纵语言和数据库管理例行程序。现代的数据库系统除了 DBMS 之外，为了提高数据库系统的开发效率，还集成和提供了各种各样的支持应用开发工具。

**3．桌面型数据库管理系统（Desktop Database System）**

以 PC、微型机系统主要是在单机环境下运行的数据库管理系统，无需网络操作系统的支持，如 Foxpro，Access 等，这类系统主要作为支持一般事务处理需要的数据库环境，是为满足日常小型办公的需要，强调使用的方便性和操作的简便性。

由于桌面型数据库侧重在可操作性、易开发和简单管理等方面，所以提供的是较弱的数据库管理和较强的前端开发工具，开发工具与数据库集成为一体，既是数据库管理工具，同时又是数据库应用开发的前端工具。

**4．企业级数据库管理系统（Enterprise Database System）**

这类数据库管理系统也叫做大型数据库或网络数据库，需要网络操作系统的支持，强调系统在理论上和实践上的完备性，具有更巨大的数据存储和管理能力，具有强大的网络功能和分布式功能，可以根据软硬件和网络环境的不同组合成各种工作模式，提供了比桌面型系统更全面、完备的数据安全性方案，提供完善的数据库备份和恢复手段，同时，这类系统技术先进，支持超大规模数据库技术、并行查询、多线程服务器等，更有利于支持全局性及关键性的数据

需要全本请访问 www.ertongbook.com

管理工作。

这类产品以 Oracle 公司的 Oracle 9i 为代表，另外还有 IBM 公司的 DB2 系列、Informix 系列，Sybase 公司的 Sybase 系列等。

这类系统的数据库系统管理工具、前端开发工具和后台数据库是可以分离的，通常所说的网络数据库管理系统指的是管理工具和后台数据库的总和。

**5．网络数据库（Network　Database）**

网络就是用通信设备和线路，将处在不同地方和空间位置、操作相对独立的多个计算机连接起来，再配置一定的系统和应用软件，在原本独立的计算机之间实现软硬件资源共享和信息传递，这个系统就是计算机网络。

数据库技术目前是计算机处理与存储数据的最有效、最成功的技术，计算机网络的特点则是资源共享。数据+资源共享这两种技术结合在一起即成为在今天广泛应用的网络数据库。

目前，对网络数据库的科学定义还没有一个统一的定论，比较流行的一种网络数据库定义：以后台数据库为基础的，加上一定的前台程序，通过网络环境完成数据存储、查询等操作的系统。

**6．数据库系统（Database System，DBS）**

从广义上讲，数据库系统就是采用了数据库技术的计算机系统，一般由数据库、数据库管理系统（及其开发工具）、应用系统、数据库管理员和用户构成。从狭义上讲，数据库系统主要指数据库和数据库管理系统，由于这二者在应用中的相互依赖性，所以在一般不引起混淆的情况下常常把数据库系统简称为数据库。

数据库系统中的人员包括数据库管理员、系统分析员和数据库设计人员、应用程序员和最终用户。不同的人员涉及不同的数据抽象级别，具有不同的数据视图，拥有不同的工作职责。

**7．数据库服务器（Database Server）**

逻辑上的服务器指的是安装在计算机上提供一些基于网络环境的应用的软件。比如要访问互联网上的网页，就需要在计算机上安装名为 Web 服务器的软件(如 Windows 2000 Server 内嵌的 IIS 5.0、Apache 等)，这样的计算机就是一台 Web 服务器，可以提供 Web 服务；要使用电子邮件，就需要安装能提供电子邮件服务的软件，这样的计算机是一台电子邮件服务器；要查询后台数据库中的数据，需要在计算机上安装名为数据库服务器的软件(如 SQLServer、Oracle 9i 等)，这样的计算机是一台数据库服务器。

如果没有特别说明，本书中的数据库服务器指的都是逻辑上的数据库服务器。

**8．管理客户机**

逻辑上的管理客户机是指对数据库进行管理的软件。它和数据库服务器既可以位于同一台物

理上的计算机上，也可以位于不同的计算机上。

在本书中，如果没有特别说明，客户机指的都是逻辑上的管理客户机。

**9．端口**

在一台物理上的服务器上可以安装多个服务软件，构成逻辑上的多个服务器。为了区分这些不同的逻辑服务器，使用了称为端口的概念。

构建网络的目的是为了信息共享，在网络上连接的计算机物理上是通过诸如网卡、交换机、路由器等设备连接起来的，在物理层之上还规划了许多接口规范，这就是网络分层结构。

网络协议是介于应用层和物理层之间的通信协议，通过它可以在计算机之间信息互联互通。其中最重要的、使用最广泛的就是 TCP/IP 协议。在基于 TCP/IP 协议的网络中为每台联网的计算机分配了惟一的一个 IP 地址，用来区分联网的计算机，相当于计算机的网络身份号。

IP 地址只能区分不同的计算机的信息，当在同一台物理上的服务器上构建多个服务时，区分这些同一台计算机上的各种服务软件就要用到端口的概念。通过“ IP 地址+端口号 ”的方式，就能区分同一台计算机上的不同的逻辑服务器提供的服务。

IIS Web 服务器安装后默认的端口号是 80，Oracle 数据库服务器安装后默认的端口号是 1521。

### 1.1.2 数据模型

数据模型是数据库组织和管理的基础，是描述实体联系的数据结构形式。数据模型是数据库系统中的一个关键概念，是实体与实体之间的一个轮廓视图，是数据库系统用以提供信息表示和操作手段的形式框架。一般地，数据库系统的特征由数据模型的特征所决定，比如，选用关系模型的数据库则称为关系数据库。通常，在没有明确说明的情况下，数据模型单指数据库系统支持的数据模型，通常由以下 3 部分组成。

① 数据结构。包括数据对象及其相互联系。

② 数据操作。主要是对数据的检索和更新。

③ 数据的约束条件。完整性规则的集合。完整性规则是指在给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则。

在数据库的发展史上，最有影响的数据库模型有这样几种：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）。这 4 种模型都是以数据结构命名，目前，层次模型和网状模型已很少应用，但它们对面向对象模型的实现具有一定的借鉴意义，关系模型的应用最为广泛。

**1．层次模型**

采用层次或树形结构来表示实体之间联系的模型叫层次模型。在这种结构中记录之间具有 1：*n* 的关系来构成层次数据模型。直观地讲，层次数据模型由处于不同层次的各节点和连线组

成。节点表示记录。连线表示两记录之间的关系，这种关系只能是 1：*n* 的关系。表示 1 的记录为父节点，表示 *n* 的记录称为子节点。树的最高一层上只有一个节点，称为根。根以外的其余节点都有其上一层的节点作为父节点与它相连，同时可能有一个或多个子节点与它相连。没有子节点的节点称为叶。层次模型只能描述数据之间一对一或一对多的关系，其结构像一棵倒栽的树。

层次模型具有一些固有的完整性约束，如：除根记录外，每个记录必须具有父记录；进行插入操作时，如果没有相应的父记录存在，子记录不能被插入；进行删除操作时，如果删除父记录，则其所有子记录被同时删除等。

**2．网状模型**

网状模型比层次模型更具普遍性。它取消了层次模型中树型数据结构的限制，允许没有父结点的节点存在，允许一个结点有多个父结点，允许两个结点之间有多种联系。所以可以说层次模型是网状模型的一个特例。网状模型描述了数据之间的网状关系，即多对多的关系。在网状模型中，数据之间的关系允许：有一个以上的结点无父节点；结点可以有多个父结点。

**3．关系模型**

关系模型是目前最重要的一种数据模型。关系数据库系统采用关系模型作为数据的组织方式。关系模型由 3 部分组成：数据结构、关系操作集合和关系的完整性。

① 数据结构：在关系模型中，无论是实体还是实体之间的联系均由单一的结构类型即关系来表示。

② 关系操作：关系代数（或等价的关系演算）中并、交、差、选择、投影、连接等。关系模型绘出了关系操作的能力和特点，但不对 DBMS 的语言给出具体的语法要求。关系语言的特点是高度的非过程化。其操作方式的特点是集合操作，即操作的对象和结果是集合，称为一次一集合的方式，而不是一次一个记录的方式。

③ 关系完整性：实体完整性、参照完整性和用户自己定义的完整性。实体完整性是保证数据库中记录的惟一性，即每个记录的主键不能为空值，也不能与其他记录的主键相同。参照完整性是保证表与表之间语意上的完整性，即当一个表引用在另一个表中定义的实体时，要保证这个实体的有效性。这两种完整性是关系模型必须满足的约束条件，应该由关系系统自动支持。而用户自定义完整性反映了用户的要求，是用户自行定义的。

在上述 3 种数据模型中，由于关系模型概念简单、清晰，用户易懂易用，有严格的数学基础及在此基础上发展的关系数据理论，简化了程序员的工作和数据库开发建立的工作，因而关系模型在诞生以后发展迅速，很快就成为深受用户欢迎的数据模型。目前市面上比较流行的数据库系统，如 Oracle、Sybase、SQL Server、Access、FoxPro 等均为关系型数据库。

在关系模型中，一个二维表就是一个关系。二维表是由行和列组成，一个列对应于一个字段，称为属性；一行对应于一条记录，称为元组。二维表的框架对应于数据库结构，称为关系模式。

在一个关系中，必须有一个关键字，或者称为主关键字，或简称主键。主键可以惟一地标识一个元组。

关系具有以下性质：每一列上的数据属于同一种属性；没有重复的行（所有的行都不相同）；行的顺序不重要；每一列上有不同的名称，即在一个关系中属性名惟一；列的顺序不重要。

**4．面向对象模型**

吸收了面向对象方法的核心概念和基本思想，用面向对象观点来描述现实世界（对象）的逻辑组织、对象间的限制、联系等。概括起来，该模型的核心概念如下。

① 对象标识。现实世界的任何实体都被统一地用对象来表示，每一个对象有惟一的标识，称为对象标识（OID），它独立于值，系统全局是惟一的。

② 封装。每一对象是其状态和行为的封装。对象的状态是该对象的属性值集合，对象的行为是在对象状态上操作方法（程序代码）的集合。对象的某一属性可以是单值的或是值的集合，即属性可以是一个对象。对象被封装的状态和行为在对象外部是不可见的，只能通过显示定义的消息传递存取。

③ 类和类层次。所有具有相同属性和方法集的对象构成一个对象类（Class），任何一个对象都是某一个对象类的实例。所有的类被组成一个有限的有向非环图，称为类层次结构。类层次可以动态扩展，一个新子类能从一个或多个类中导出。

④ 继承。一个类可以从其直接和间接的祖先继承所有的属性和方法。类继承可分为单继承和多继承，若一个类只能有一个超类，则称为单继承，否则为多继承。

## 1.2　数据库的演变过程

数据库的演变过程可以从数据库管理系统的发展和数据库技术的发展两个角度来分析。

### 1.2.1　数据库管理系统的产生和发展

数据库系统是从早期的人工数据管理开始逐渐演化而成的。数据管理的发展经历了人工管理阶段、文件系统阶段、数据库和数据仓库 4 个阶段。

**1．人工管理阶段**

在 20 世纪 50 年代初，计算机主要用于科学计算，对数据保存的需求尚不迫切，数据的管理是靠人工进行的。当时的计算机没有操作系统，没有磁盘等直接存取数据的设备，数据以符号的形式存放在穿孔卡片上以批处理方式运行，即多个处理任务形成一批，按照批次顺序完成。

在这个阶段，不同程序之间的数据是相互孤立的，逻辑上没有任何联系，数据存在大量的重

复存储现象。

**2．文件系统阶段**

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，由于计算机技术的发展，硬件方面有了可以直接存取的外部存储设备，如磁盘、硬盘等，软件方面有了操作系统中专门管理数据的文件系统。数据的管理是以独立的数据文件形式存放，并可按记录存取。

这个阶段，数据管理仅仅解决了数据的保存、查询、修改、插入和删除等基本操作，一个应用程序可以处理多个数据文件，文件系统在程序与数据之间起到接口的作用，使程序和数据有了一定的独立性，但是，文件系统中文件是为某一特定应用服务的，各数据文件之间缺乏有机的联系，数据与程序之间缺乏足够的独立性，不能有效地共享相同的数据，从而造成数据的冗余度大和不一致性，给数据的修改和维护带来了困难。

**3．数据库阶段**

20 世纪 60 年代后期，硬件技术的发展已经使存储空间不再是制约数据存储的障碍。计算机上存储的数据量急剧增加要求计算机能够联机实时处理各种数据，解决多用户、多应用共享数据的需求，数据库由此诞生。

数据库从诞生至今，发展极为迅速，从简单到复杂，从单机到网络，与网络通信技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等相互渗透，相互融合，逐渐发展成为完整的系统，称为数据库系统。

数据库系统具有三级结构，也称三级模式，如图1-1所示。

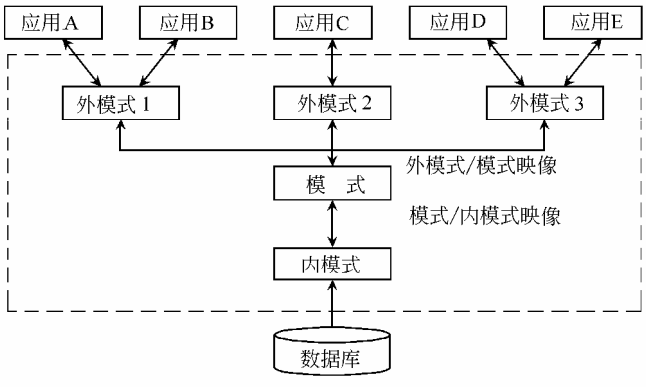



图1-1　数据库系统的三级模式结构

**（1）模式（schema）**

模式也称逻辑模式或概念模式，是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述，是所有用户

的公共数据视图。一个数据库只有一个模式，它以某一种数据模型为基础。逻辑模式的基础是数据模型。

（2）外模式（external schema）

外模式是模式的子集，也称子模式或用户模式，它是数据库用户能够看见的和使用的、局部的、逻辑结构和特征的描述，与某一应用有关的数据的逻辑表示。

（3）内模式（internal schema）

内模式也称物理模式或存储模式。一个数据库只有一个内模式，它是数据物理结构和存储方式的描述，是数据库内部的表示方法。

数据库系统的三级模式是对数据的3个抽象级别，它把数据的具体组织留给了DBMS管理，使用户能逻辑地、抽象地处理数据，而不关心数据在计算机中的表示和存储。为了实现这3个抽象层次之间的联系和转换，数据库系统在这三级模式之间提供了两层映像，保证了数据和程序之间的逻辑独立性和物理独立性。

（1）外模式／模式映像

定义某个外模式和模式之间的对应关系，这些映像定义通常包含在各自外模式的描述中。当模式改变时（例如增加新的关系、新的属性、改变属性的数据类型等），只需对相关的外模式／模式映像做相应改变，就可以使外模式保持不变。应用程序是依据数据的外模式编写的，从而不必修改应用程序，保证了数据与程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性。

（2）模式／内模式映像

定义数据库全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系，例如，说明逻辑记录和字段在内部是如何表示的。映像定义通常包含在模式描述部分。当数据库的存储结构改变了，只要将模式／内模式映像做相应改变，可以使模式保持不变，从而应用程序也不必改变，保证了数据与程序的物理独立性，简称数据的物理独立性。数据库中只有一个模式，也只有一个内模式，所以模式／内模式映像是惟一的。

数据库有以下几个特点。

（1）面向全组织的复杂的数据结构，数据结构化

在数据库系统中，数据不再像文件系统中的数据那样从属于特定的应用，而是面向全组织的复杂的数据结构。数据的结构化是数据库区别于文件系统的根本特征。数据库不仅要考虑记录内的数据项之间的联系，还要考虑记录之间的联系。

（2）数据的冗余度小，容易扩充

由于数据库从整体观点来看待和描述数据，数据不再是面向某一特定的应用，而是面向整个系统，可以大大减少数据的冗余度，既节约存储空间，减少存取时间，又可避免数据之间的不相容性和不一致性。

（3）数据共享

数据库系统中的数据可供多个用户、多种语言和多个应用程序共享，这是数据库技术的基本

需要全本请访问 www.ertongbook.com