


普通高等教育规划教材

数据库系统 原理与应用

韩耀军 等编

Principles and Applications of Database System



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育规划教材

数据库系统原理与应用

韩耀军 王乐鹏 秦天保 吴冰 李妍 编



机械工业出版社

本书介绍了数据库系统的基本理论, SQL Server 2000 的功能及使用
方法, 用 Visual Basic 语言编写客户端数据库应用程序所必需的知识
和编程方法, 给出了具有一定实用功能的数据库应用系统开发示
例。附录给出了 Visual Basic 语言中对象的常用属性、方法和事件,
以及 SQL Server 2000 中常用的内部函数。本书内容丰富, 实用性较
强, 并配备了电子课件。本书可作为高等学校非计算机专业学生的教
材, 也可供数据库应用系统开发者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库系统原理与应用/韩耀军等编. —北京: 机械工业
出版社, 2007 6

普通高等教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 21682 - 7

I. 数… II. 韩… III. 数据库系统 - 高等学校 - 教材
IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 090097 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 易 敏 版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英
封面设计: 刘 科 责任印制: 洪汉军
北京京丰印刷厂印刷
2007 年 7 月第 1 版 · 第 1 次印刷
169mm × 239mm · 8 625 印张 · 331 千字
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 21682 - 7
定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 88379721
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着计算机技术的发展及应用的普及,数据处理在计算机应用中所占的比例越来越大。数据管理是数据处理的中心环节,因此,有效的数据管理技术和方法一直以来都是人们研究的重点内容之一。数据库是数据管理的最新技术与有效手段。目前,数据库技术已被广泛应用到社会经济生活的各个方面,不少高校的计算机专业、信息类专业和管理类专业也纷纷开设数据库相关课程。通过这类课程的学习,应该让学生掌握数据库系统的基本理论与数据库系统设计的基本方法,了解数据库技术的发展趋势,为他们将来从事数据库应用系统的设计与开发打下坚实的基础。

全书共七章:第一章数据库概述,第二章数据库的概念结构设计,第三章数据库的逻辑结构与物理结构设计,第四章关系数据库的建立,第五章客户端数据库应用程序设计,第六章数据库的维护,第七章数据库应用系统开发示例。每章后面都配置有相应的习题。附录 A 给出了 Visual Basic 语言中对象的常用属性、方法和事件;附录 B 给出了 SQL Server 2000 中常用的内部函数及其使用方法。

本书的定位是为非计算机专业(尤其是信息、管理类专业)的学生学习数据库基础知识与数据库应用系统设计的基本方法而编写的一本教材。本书的最大特点是按照数据库系统设计的步骤来组织各章节的内容。本书与同类教材的最大区别在于:将数据库系统原理与数据库系统设计方法的内容分散到各章,而不是将数据库系统设计方法单列一章。这样可以更好地做到理论与实际结合,方法与应用结合。本书除了介绍数据库系统的基本理论知识外,还详细介绍了目前广泛使用的数据库管理系统——SQL Server 2000,客户端数据库应用程序设计语言——Visual Basic 语言。Visual Basic 语言简单、易学、易用,是一种可视化的面向对象的程序设计语言。此外,本书最后一章所给出的两个示例,不仅包括了数据库系统设计的全过程,而且具有一定的实用性,对读者将来开发实际的数据库应用系统有很大的帮助。

本书由韩耀军拟定编写大纲,并负责统稿和定稿工作。秦天保编写了第一章与第六章,李妍编写了第二章,吴冰编写了第三章,王乐鹏编写了第四章,韩耀军编写了第五章、第七章及附录。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

本书作者制作了配套 PPT 课件,选用本书作教材授课的教师可联系本书编辑索取(yimin@mail.machininfo.gov.cn; yimin9721@163.com)。

韩耀军

2007年5月 于上海

目 录

前言

第一章 数据库概述	1
第一节 数据库的产生与发展	1
第二节 数据库系统的概念和组成	6
第三节 数据库系统结构	8
第四节 数据库设计概述	15
习题	20
第二章 数据库的概念结构设计	22
第一节 数据模型	22
第二节 概念模型	24
第三节 概念结构设计	27
习题	43
第三章 数据库的逻辑结构与物理结构设计	44
第一节 逻辑模型	44
第二节 关系模型	49
第三节 关系规范化	57
第四节 逻辑结构设计任务	62
第五节 数据库的物理结构设计	67
习题	69
第四章 关系数据库的建立	71
第一节 SQL 概述.....	71
第二节 数据库的创建与管理	80
第三节 基本表的创建与管理	86
第四节 数据查询	96
第五节 数据更新	103
第六节 视图的创建与管理	105
习题	109
第五章 客户端数据库应用程序设计	111
第一节 Visual Basic 程序设计概述	111
第二节 Visual Basic 程序设计基础知识	116
第三节 Visual Basic 程序设计的流程控制	121
第四节 Visual Basic 中窗体及常用控件的使用	132

第五节 Visual Basic 中的菜单设计	150
第六节 Visual Basic 的数据库操作功能	153
习题	178
第六章 数据库的维护	181
第一节 数据库的安全性控制	181
第二节 数据库的完整性控制	196
第三节 数据库的并发控制	200
第四节 数据库的恢复技术	210
习题	219
第七章 数据库应用系统开发示例	221
第一节 教学管理系统	221
第二节 图书借阅管理系统	235
习题	253
附录	254
附录 A Visual Basic 对象的常用属性、方法和事件	254
附录 B 常用 SQL Server 内置函数	259
参考文献	267

第一章

数据库概述

数据是企业最重要的资源之一。长期以来，企业一直在寻求更有效的数据管理技术和方法来处理和管理企业数据，以最大程度地发挥数据的价值。随着计算机技术的发展及应用的普及，数据处理在计算机应用中所占比例越来越大。所谓数据处理，是指对各种形式的数据进行收集、组织、加工、储存、检索和传播的一系列活动的总和。数据管理是数据处理的中心环节，而数据库是数据管理的最新技术。因此，数据库技术成为企业应用的一门重要技术。

本章主要介绍以下内容：

- 数据库的产生与发展
- 数据库系统的组成
- 数据库系统结构
- 数据库设计概述

第一节 数据库的产生与发展

一、数据管理技术的发展

数据管理是指对数据的组织、存储、检索和维护。组织和存储数据，即将收集到的数据合理地分类组织，将其存储在物理载体上，使数据能够长期地被保存。数据维护，即根据需要增加新数据、修改原数据和删除失效数据。数据检索即数据查询，是指查询出需要的数据，满足各种使用要求。

数据管理主要关注的是采用何种技术与手段来组织和管理数据，才能够尽可能提高数据的独立性、共享性、安全性、完整性，降低数据冗余，提高数据检索和维护的效率等，使得使用者能有效地使用和管理数据资源。

数据管理技术的水平是和计算机软、硬件的发展相适应的，是随着计算机技术的发展而发展的。数据管理技术经历了人工管理、文件系统、数据库系统三个

阶段，每个阶段的发展都以不断降低数据存储冗余、提高数据的独立性、使数据操作更加方便为目标。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代以前，计算机主要用于数值计算。从当时的硬件看，外存只有纸带、卡片、磁带，没有直接存取设备；从软件看（实际上，当时还未形成软件的整体概念），没有操作系统以及专门管理数据的软件。图 1-1 给出了数据的人工管理示意图。人工管理阶段数据管理的特点是：

- 数据不保存在计算机内，计算机主要用于计算，一般不长期保存数据。
- 没有专用的软件对数据进行管理，每个应用程序都要包括存储结构、存取方法和输入输出方式等内容。
- 只有程序的概念，没有文件的概念；数据的组织方式必须由程序员自行设计与安排。
- 数据面向程序，即一组数据对应一个程序。数据依赖于特定的应用程序，缺乏独立性，即使两个程序用到相同的数据，也必须各自定义、各自组织。数据无法共享、无法相互利用和相互参照，从而导致大量重复的数据。

2

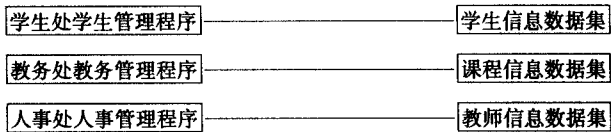


图 1-1 人工管理阶段应用程序和数据的关系

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，硬件方面已有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备；软件方面，操作系统中已经有了专门的数据管理软件，一般称为文件系统。

文件系统把数据组织成相互独立的数据文件，用户可以对文件进行增、删、改的操作。文件系统实现了记录内的结构性，但整体无结构。程序和数据之间由文件系统提供存取方法来转换，从而使应用程序与数据之间有了一定的独立性。但数据面向特定的应用程序，不同程序使用的数据文件格式可能互不通用，因此数据共享性、独立性仍然较差，且数据冗余度大，管理和维护的代价也很大。图 1-2 给出了数据的文件系统管理示意图。

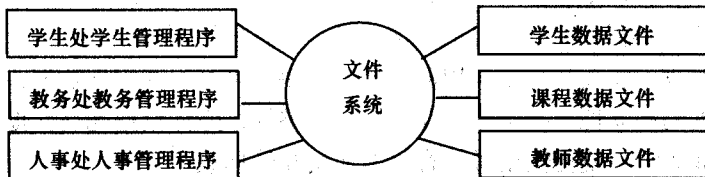


图 1-2 文件系统阶段应用程序和数据的关系

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期, 计算机性能得到提高, 出现了大容量磁盘。在此基础上, 出现了数据库这样的数据组织和存储的技术。利用数据库组织存放和管理数据, 数据不再只针对某一特定应用, 而是面向全组织, 具有整体化、结构化、共享性高、冗余度小等优点, 数据相对于程序具有一定的独立性, 由数据库管理系统这一特定的数据管理软件实现了对数据的统一管理和控制。从文件系统到数据库系统, 标志着数据管理技术质的飞跃。数据库系统阶段的数据管理方式如图 1-3 所示。

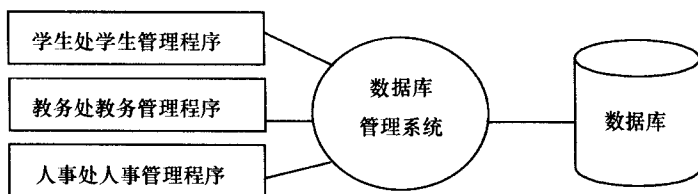


图 1-3 数据库系统阶段应用程序和数据的关系

上述三种数据管理技术的特点比较见表 1-1。

表 1-1 三种数据管理技术的比较

		人工管理	文件系统	数据库系统
背景	应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
	软件背景	没有操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、分布处理、批处理
特点	数据的管理者	人	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用程序	整个应用系统
	数据的共享程度	无共享, 冗余度极大	共享性差, 冗余度大	共享性高, 冗余度小
	数据的独立性	不独立, 完全依赖于程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构, 整体无结构	整体结构化, 用数据模型描述
	数据控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

二、数据库的特点

数据库作为现代数据管理的主要方法，具有如下特点：

1. 数据结构化

数据库采用数据模型表示复杂的数据结构。整体数据的结构化，是数据库的主要特征之一，也是数据库系统与文件系统的本质区别。

2. 数据共享性高、冗余度小、易扩充

数据库不再面向某个应用而是面向整个系统，因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据共享可以减少数据冗余，节约存储空间，还能够避免数据之间的不相容与不一致，同时还易于扩充。

3. 数据独立性高

数据独立性是指数据独立于使用数据的程序。数据独立性包括物理独立性和逻辑独立性两个方面。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中数据的物理结构是相互独立的。数据在磁盘上的数据库中怎样存储，是由数据库管理系统管理的，应用程序不需要了解，应用程序要处理的只是数据的逻辑结构。这样，当数据的物理存储结构改变时，应用程序不用改变。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的。也就是说，数据的逻辑结构改变了，应用程序也可以不变。当然，目前数据的逻辑独立性是有限的，还难以实现完全的逻辑独立性。数据独立性是由数据库管理系统的二级映像功能来保证的。

4. 数据由数据库管理系统统一管理和控制

在数据库的数据管理方式下，应用程序不能直接存取数据，必须通过数据库管理系统这个中间接口才能访问数据，因此，数据库中的数据是由数据库管理系统统一管理和控制的。数据库管理系统必须提供以下几方面的数据控制功能：

(1) 数据的安全性 (Security) 保护。这要求防止不合法使用数据造成数据的泄密和破坏，使每个用户只能按规定对某些数据以某些方式进行访问和处理。

(2) 数据的完整性 (Integrity) 检查。完整性是指数据的正确性、有效性和相容性，即将数据控制在有效的范围内，或要求数据之间满足一定的关系。

- 正确性：如输入成绩时，应该输入数值，而实际输入了字符，即不正确。

- 有效性：如输入年龄时，应该输入 0 ~ 150 之间的数据，而实际输入了 -5，即无效。

- 相容性：如输入饲料配比百分比时，五种原料百分比之和加起来应该为 100，而实际输入数据加起来大于 100，即不相容。

(3) 并发 (Concurrency) 控制。这是指控制多个用户同时存取、修改数据

库中的数据，以保证数据库的完整性。例如，多个用户可以同时读，但同一时间只能允许一个用户写数据。

(4) 数据库恢复 (Recovery)。这是指将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态 (也称为完整状态或一致状态) 的功能。计算机系统的硬件故障、软件故障、操作员的失误以及故意的破坏均会影响数据库中数据的正确性，甚至造成数据库部分或全部数据的丢失。

三、数据库技术的发展

数据库技术最初产生于 20 世纪 60 年代中期。到了世纪 60 年代后期，随着计算机管理数据的规模越来越大、应用越来越广泛，数据库技术也在不断地发展和提高，先后经历了第一代的层次、网状数据库系统，第二代的关系数据库系统，第三代的以面向对象模型为主要特征的数据库系统三个阶段。

1. 第一代数据库系统：层次、网状数据库系统

第一代数据库系统是 20 世纪 70 年代研制的层次和网状数据库系统。层次数据库系统采用层次数据模型组织数据，1969 年，IBM 公司研制了基于层次模型的数据库管理系统——IMS (Information Management System)，成为层次数据库系统的典型代表。美国数据系统语言协会 CODASYL (Conference On Data System Language) 下属的数据库任务组 DBTG (DataBase Task Group) 对网状数据库方法进行了系统的研究、探讨，于 20 世纪 60 年代末到 70 年代初提出了若干报告，称为 DBTG 报告。DBTG 报告确定并建立了网状数据库系统的许多概念、方法和技术。DBTG 所提供的方法是基于网状数据模型的，采用网状数据模型组织数据的数据库系统称为网状数据库系统。

2. 第二代数据库系统：关系数据库系统

第二代数据库系统是采用关系数据模型组织数据的关系数据库系统。1970 年，IBM 公司 San Jose 研究员 E. F. Codd 发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”的论文，提出了关系数据模型，开创了关系数据库方法和关系数据库理论，为关系数据库技术奠定了理论基础。20 世纪 70 年代是关系数据库理论研究和原型系统开发的时代。关系数据库系统的研究取得了一系列的成果，主要包括以下几个方面：

- 奠定了关系模型的理论基础，给出了被人们普遍接受的关系模型的规范说明。

- 提出了关系数据语言，如关系代数、关系演算、SQL (Structured Query Language)、QBE (Query By Example) 等。这些描述性语言一改以往程序设计语言和层次、网状数据库语言面向过程的风格，以其易学易懂的优点得到了最终用户的欢迎，为 20 世纪 80 年代数据库语言标准化打下了基础。

● 研制了大量的关系数据库系统原型，攻克了系统实现中查询优化、并发控制、故障恢复等一系列关键技术。这不仅大大丰富了数据库管理系统实现技术和数据库理论，更重要的是促进了关系数据库系统产品的蓬勃发展和广泛应用。

由于关系数据库系统所管理的数据逻辑结构简单，数据本身以二维表的形式进行存储，使用方便、易于理解，因此得到了广泛的应用。本书主要介绍关系数据库系统的原理及其应用。

3. 第三代数据库系统：面向对象数据库及对象关系数据库系统

第三代数据库产生于 20 世纪 80 年代。随着科学技术的不断进步，不同领域的数据库应用提出了更多新的数据管理需求，关系型数据库已经不能完全满足这些需求，使数据库技术的研究和发展进入了新时代。其主要特点是：在保持和继承了第二代关系数据库技术的同时，将面向对象的思想、方法、技术和面向对象数据模型引入数据库。在面向对象技术和数据库技术相结合的过程中，基本上是沿着以下两种途径发展的：

第一种实现途径是建立纯粹的面向对象数据库管理系统。这种途径往往是以一种面向对象语言为基础，增加数据库的功能，主要是支持持久对象和实现数据共享。面向对象的数据库不仅在处理多媒体等数据类型时可以做到游刃有余，而且在应用系统开发速度和维护等方面有着极大的优越性。但是，这种纯粹的面向对象数据库系统并不支持 SQL，在通用性方面失去了优势，因而其应用领域受到了很大的局限。

第二种实现途径是对传统的关系数据库加以扩展，增加面向对象的特性，把面向对象技术与关系数据库相结合，建立对象关系数据库管理系统。这种系统既支持传统关系数据库广泛使用的 SQL，具有良好的通用性，又具有面向对象特性，是对象技术和传统关系数据库技术的最佳融合。

第二节 数据库系统的概念和组成

数据库系统 (DataBase System, DBS)，有时也称为数据库应用系统，通常是指带有数据库的计算机应用系统。本节首先介绍数据库与数据库管理系统，然后给出数据库系统的组成。

一、数据库的概念

所谓数据库 (DataBase, DB)，通俗地讲就是存放数据的仓库，但它对数据在“仓库”（实际上就是计算机的存储设备）中的组织方式、存储格式等都有一定的要求。因此，数据库可以定义如下：数据库是指长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的相关数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描

述和储存，具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，并可为多个用户所共享。

二、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专用系统软件，对数据库实现统一管理和控制。数据库管理系统是用户或应用程序与数据库的中间接口，用户或用户应用程序不能直接存取数据库中的数据，而要通过数据库管理系统间接存取数据库中的数据。这样能够最大程度地保证数据的独立性、安全性和可靠性。应用程序、数据库管理系统、数据库间的关系如图 1-4 所示。

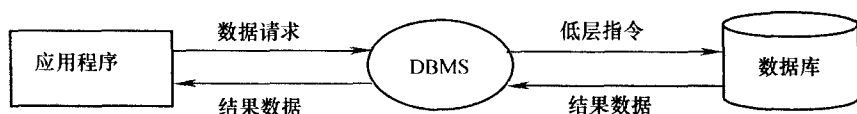


图 1-4 应用程序、数据库管理系统、数据库间的关系

数据库管理系统的主要功能包括：

1. 数据定义功能

DBMS 提供数据定义语言 DDL (Data Definition Language)，对数据库中的数据对象进行定义，包括数据库、表、视图、索引、触发器、存储过程等。当前，绝大多数关系数据库管理系统都支持的数据定义语言是结构化查询语言 SQL 中的 DDL 指令，如 CREATE、ALTER、DROP 等指令，这些指令用于创建、修改、删除数据库中的各种数据对象。

2. 数据操纵功能

DBMS 提供数据操纵语言 DML (Data Manipulation Language)，实现对数据库的基本操作，如查询、插入、删除、修改等。当前，绝大多数关系数据库管理系统都支持的数据定义语言是 SQL 中的 DML 指令，如 SELECT、UPDATE、INSERT、DELETE 等指令，这些指令用于查询、修改、增加、删除数据库中的各种数据。

3. 数据库运行管理

这是 DBMS 的核心功能，它包括并发控制，安全性检查、完整性约束条件的检查和执行，数据库的内部维护（如索引、数据字典的自动维护）等。

4. 数据库的建立和维护功能

数据库的建立包括数据库创建、初始数据的输入、转换等功能。数据库维护包括数据库的转储与恢复、重组织、性能监视、分析等功能。

数据库管理系统根据其支持的数据模型的不同可以分为层次数据库管理系统、网状数据库管理系统、关系数据库管理系统、面向对象数据库管理系统等。当前主流的数据库管理系统是关系数据库管理系统。数据库管理系统可以分为大中型数据库管理系统（如 Oracle、SQL Server、Sybase、DB2 等）和小型数据库管理系统（如 Access、Foxpro 等）两大类。

三、数据库系统的组成

数据库系统主要由数据库、计算机硬件、计算机软件、数据库系统相关人员四部分组成。其中，计算机硬件包括计算机及其外围设备、网络硬件设备等；软件包括操作系统、DBMS、应用开发工具和数据库应用程序等；数据库系统相关人员包括数据库管理员、应用程序员、最终用户。其中，数据库管理员（Data-Base Administrator, DBA）是负责数据库的建立、使用和维护的专门人员。应用程序员负责设计编写数据库应用程序模块。最终用户是使用数据库应用系统完成自己业务职能的用户，如会计、订单录入员、POS 机操作员等。数据库系统的组成及各部分之间的关系如图 1-5 所示。

8

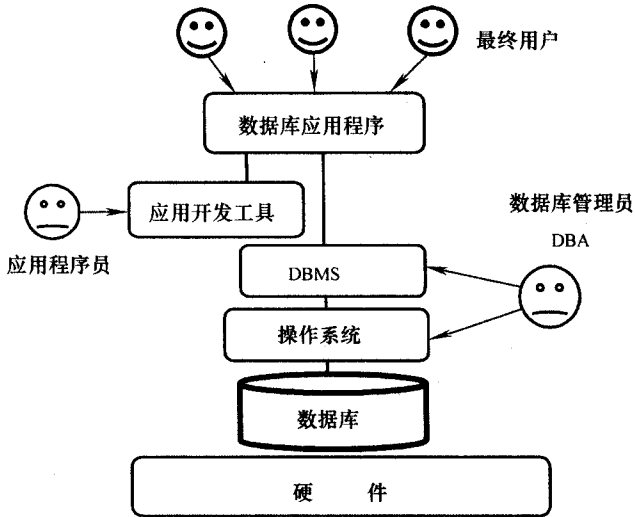


图 1-5 数据库系统的组成及各部分之间的关系

第三节 数据库系统结构

可以从内部和外部两个角度考察数据库系统的结构。从内部（即从数据库

管理系统内部) 角度看, 数据库系统通常采用外模式、模式、内模式三级模式结构, 从外部 (即从数据库最终用户) 角度看, 数据库系统结构可分为单用户结构、主从式结构、分布式结构、客户/服务器结构等。

一、数据库系统的内部结构——数据库系统的三级模式结构

数据库系统的三级模式结构——外模式、模式与内模式, 分别代表了三个数据抽象层次, 各级模式通过数据库管理系统提供的模式映像功能进行转换。现有的大多数数据库管理系统在总体上都具有三级模式的特征, 并提供两级映像功能, 只有一些小型数据库管理系统由于资源的限制没有全面采用这种结构。所谓映像, 就是存在的某种对应关系。数据库系统的三级模式结构如图 1-6 所示。

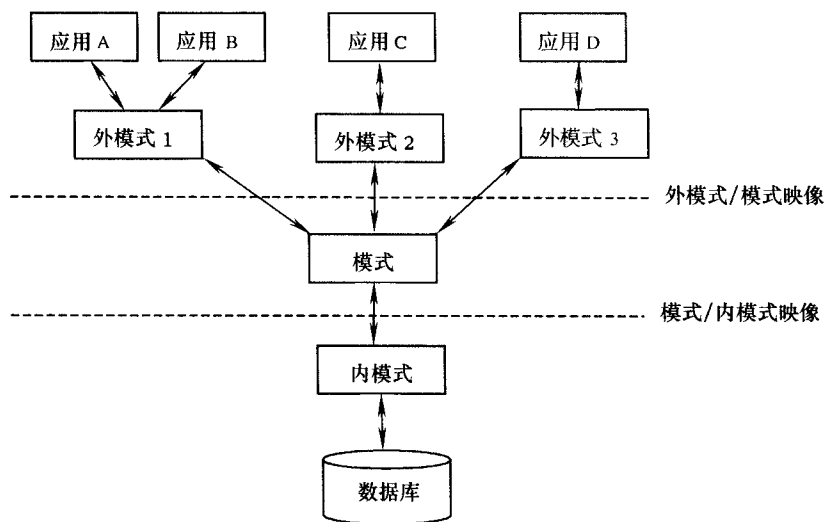


图 1-6 数据库系统的三级模式结构

图 1-7 给出了一个数据库系统的三级模式结构实例。可以看出, 学生只能看到学生成绩单外模式, 而教务处可以看到所有外模式。

1. 模式 (Schema)

模式也称概念模式、逻辑模式, 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。关于模式要理解以下几点:

- 一个数据库只有一个模式。
- 模式是数据库数据在概念级或逻辑级上的视图, 模式统一综合地考虑了所有用户的需求, 并将这些需求有机地结合成一个逻辑整体。
- 数据库模式以某一种数据模型为基础构造。

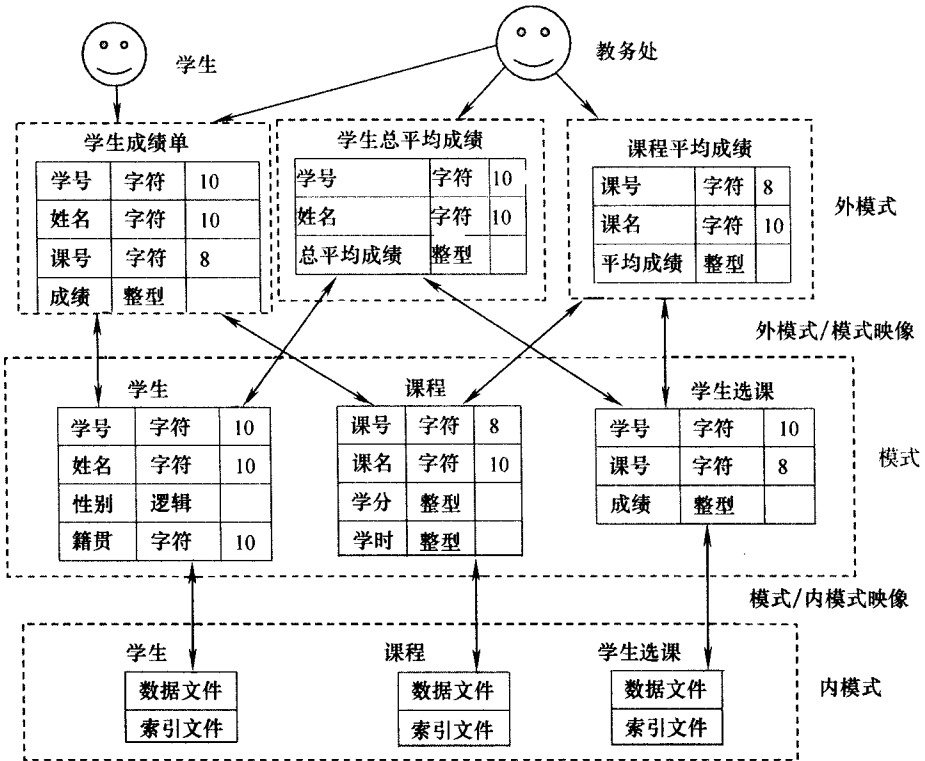


图 1-7 数据库系统三级模式实例

● 模式是数据库系统模式结构的中间层，既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境，也与具体的应用程序、所使用的应用开发工具及高级程序设计语言无关。

● 定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构（如数据记录由哪些数据项构成，数据项的名字、类型、取值范围等），而且要定义与数据有关的安全性、完整性要求，定义这些数据之间的联系。

2. 外模式 (External Schema)

外模式也称子模式 (Subschema) 或用户模式，是数据库用户能够看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述，是数据库用户的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。关于外模式要理解以下几点：

- 一个数据库可以有多个外模式。
- 外模式是模式的子集，是用户视图，一个用户可以使用多个外模式，一个外模式可供多个用户使用。
- 外模式是保证数据安全性的一个有力措施，每个用户只能访问对应外模式

的数据，数据库的其余数据是不可见的。

3. 内模式 (Internal Schema)

内模式也称存储模式 (Storage Schema)，它是数据物理结构和存储方式的描述，是数据在数据库内部的表示方式 (例如，记录的存储方式是顺序存储、按照 B 树结构存储还是按 Hash 方法存储，索引按照什么方式组织，数据是否压缩存储、是否加密，数据的存储记录结构有何规定等)。一个数据库只有一个内模式，内模式对一般用户是透明的。

4. 数据库的两级映像功能和数据独立性

数据库系统的三级模式是对数据的三级抽象，为了实现三个抽象层次的转换，数据库系统在三级模式中提供了两级映像：外模式/模式映像和模式/内模式映像。

(1) 外模式/模式映像。外模式/模式映像是指由模式生成外模式的规则，定义了外模式与模式之间的对应关系。对每一个外模式，都要定义一个外模式/模式映像，这些映像的定义通常包括在各自外模式的描述中。例如，在关系数据库系统中利用 SQL 定义视图 (即外模式) 时，必须指明与模式中的表的对应关系。

(2) 模式/内模式映像。模式/内模式映像说明了模式在物理设备中的存储结构，定义了数据的逻辑结构和物理结构之间的对应关系。由于数据库中只有一个模式和一个内模式，因此模式/内模式映像是唯一的。

(3) 三级模式两级映像和数据独立性。三级模式、两级映像的优点是使数据库管理中的数据具有两个层次的独立性。一个是数据物理独立性。模式和内模式之间的映像是数据的全局逻辑结构和数据的存储结构之间的映像，当数据库的存储结构 (内模式) 发生了改变，如存储数据库的硬件设备发生变化或存储方法变化，可以只修改模式和内模式之间的映像，而数据的逻辑结构 (模式) 可以保持不变，这就保证了数据的物理独立性。另一个是数据逻辑独立性。外模式和模式之间的映像是数据的局部逻辑结构和数据的全局逻辑结构之间的映像。如因某些原因需要修改模式，如增加模式中的数据项、数据项改名等，可以只修改外模式和模式之间的映像，保持外模式不变，应用程序不必修改，这就保证了数据的逻辑独立性 (当然，目前还难以完全实现逻辑独立性；有时候模式变化，还必须修改外模式)。数据的独立性是数据库系统最基本的特征之一，它大大减少了应用程序的维护工作量。

二、数据库系统的外部结构

数据库系统的外部结构是从外部角度，即从数据库最终用户的角度观察到的数据库系统体系结构，数据库系统外部结构可分为单用户结构、主从式结构、分