



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等职业教育规划教材

关系数据库与 SQL Server 2005



电子教案下载网址
www.cmpedu.com

龚小勇 段利文 林 婧 杨秀杰 陈 竺 编著

- 以关系数据库应用系统开发为主线。
- 总结一线教师多年教学和工程实践经验。
- 实例为主，深入浅出介绍SQL Server 2005各项实用技术。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等职业教育规划教材

关系数据库与 SQL Server 2005

龚小勇 段利文 林 婧 杨秀杰 陈竺编著



机械工业出版社

本书全面、系统地介绍了关系数据库的基本原理和 SQL Server 2005 数据库应用系统的开发技术。全书共 11 章, 包括: 关系数据库的基本原理、SQL Server 2005 基础、数据库的创建与管理、数据表的创建与管理、数据查询、视图与索引、规则与默认值、T-SQL 编程、存储过程与触发器、SQL Server 2005 管理服务以及 SQL Server 2005 综合应用实例。

本书借鉴了目前流行的认证考试教材编写的成功经验, 强调理论以够用为度, 以介绍数据库应用程序的开发技能为主线, 可操作性强。每章以实训和习题的形式配备了大量来自工程实践领域的应用实例。

本书可作为高职高专院校计算机及相关专业的数据库技术教材, 也可供 SQL Server 数据库应用系统开发人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

关系数据库与 SQL Server 2005/ 龚小勇等编著. —北京: 机械工业出版社, 2009. 1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-25545-1

I. 关… II. 龚… III. 关系数据库-数据库管理系统, SQL Server 2005-高等学校-教学参考资料 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 177269 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王颖 责任编辑: 王颖 责任校对: 纪敬

版式设计: 霍永明 责任印制: 李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.5 印张·432 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-25545-1

定价: 28.00 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) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材计算机专业 编委会成员名单

主 任 周智文

副 主 任 周岳山 林 东 王协瑞 张福强
陶书中 龚小勇 王 泰 李宏达
赵佩华 陈 晴

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 伟	马林艺	卫振林	万雅静
王兴宝	王德年	尹敬齐	卢 英
史宝会	宁 蒙	刘本军	刘新强
刘瑞新	余先锋	张洪斌	张 超
杨 莉	陈 宁	汪赵强	赵国玲
赵增敏	贾永江	陶 洪	康桂花
曹 毅	眭碧霞	鲁 辉	裴有柱

秘 书 长 胡毓坚

前 言

Microsoft SQL Server 2005 中文版是基于客户/服务器模式的新一代大型关系型数据库管理系统。它在易用性、可伸缩性、可靠性和数据仓库等方面的优异性能,为企业数据库的管理提供了强大支持,使其成为客户构建、管理、部署商业数据库的最佳选择方案之一。它通过集成的控制平台来管理数据分析服务、报表服务、通知服务,能够把关键的信息及时地传递到组织成员中,实现可伸缩的商务智能。因此,SQL Server 2005 数据库管理系统正被越来越多的用户使用,已成为企业级数据库管理系统的主流产品。

本书内容坚持理论以够用为度,有选择性地介绍关系数据库的基本原理。全书以培养学生数据库应用系统的开发技能为主,以阐述数据库管理技术为辅。全书共 11 章,第 1 章讲述关系数据库的基本原理,第 2 章介绍 SQL Server 2005 的安装配置、实用工具等基础知识,第 3~9 章分别介绍数据库的创建与管理、数据表的创建与管理、数据查询、视图与索引、规则与默认值、T-SQL 编程、存储过程与触发器等数据库应用系统开发技术,第 10 章简要介绍了 SQL Server 2005 管理服务,第 11 章以基于 ASP.NET 环境的在线银行交易系统为例,给出了一个 SQL Server 2005 综合应用实例。

本书结构基本上是按照学生掌握数据库应用系统开发技能的顺序组织的,建议读者在学习时以本书的章节顺序进行。另外,联机帮助是资深程序员多年编程工作的结晶,建议读者在学习本书内容遇到问题时首先查看联机帮助。本书每章以实训或习题的形式配备有大量来自工程实践领域的应用实例,还提供了大量图表,以便于引导读者阅读和理解书中的内容。

本书编写中借鉴了目前流行的认证考试教材的优点,并融入了编者多年从事数据库教学和系统开发的心得体会,还汇集了一些新颖的方法和技巧,通过本书的学习,相信读者一定能够熟练掌握并能灵活运用 SQL Server 2005 软件,初步具备开发有一定实用价值数据库应用系统的能力。

本书主要面向高职高专院校学生,作为计算机及相关专业数据库技术教材(建议教学课时为 68 学时,课堂讲授与上机实践各占一半),也可供 SQL Server 数据库应用系统开发人员使用。另外,本书提供了与教学配套的电子教案、习题答案、教学课件 PPT、教学大纲及部分程序源代码,读者可到机械工业出版社网站 www.cmpedu.com 下载。

本书由龚小勇负责组织策划和最后修订,并编写了第 1、11 章,由段利文负责统稿并编写了第 3、4、5 章,林婧编写了第 2、10 章,杨秀杰编写了第 6、7 章,陈竺编写了第 8、9 章。

由于作者水平所限,书中错漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 关系数据库的基本原理 1

1.1 数据库系统的基本概念 1

1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统 1

1.1.2 数据库系统的特点 2

1.2 E-R 概念模型 5

1.2.1 实体 (Entity) 5

1.2.2 属性 (Attribute) 5

1.2.3 联系 (Relationship) 6

1.2.4 E-R 图的绘制 6

1.3 关系数据模型 8

1.3.1 关系数据模型的基本概念 9

1.3.2 E-R 图转化为关系数据模型 11

1.4 基本关系运算 12

1.4.1 选择 12

1.4.2 投影 13

1.4.3 连接 13

1.5 关系的完整性规则 15

1.5.1 域完整性 15

1.5.2 实体完整性 15

1.5.3 参照完整性 16

1.6 关系的规范化 16

1.6.1 第一范式 (1NF) 16

1.6.2 第二范式 (2NF) 17

1.6.3 第三范式 (3NF) 17

1.6.4 Boyce-Codd 范式 (BCNF) 18

1.7 实训 20

1.7.1 实训 1 通过 E-R 图设计关系数据模型 20

1.7.2 实训 2 确定表中的关键字 21

1.7.3 实训 3 规范化数据 21

1.8 习题 23

第 2 章 SQL Server 2005 基础 25

2.1 SQL Server 2005 的新特性 25

2.2 SQL Server 2005 的安装和

配置 27

2.2.1 SQL Server 2005 的安装 27

2.2.2 SQL Server 2005 的配置 34

2.3 SQL Server 2005 工具和实用程序 39

2.3.1 SQL Server Management Studio 39

2.3.2 SQL Server Business Intelligence Development Studio 42

2.3.3 性能工具 42

2.3.4 文档和教程 45

2.3.5 配置工具 46

2.3.6 Analysis Services 48

2.4 实训 50

2.4.1 实训 1 服务器的启动、暂停和停止 50

2.4.2 实训 2 服务器注册 51

2.5 习题 53

第 3 章 数据库的创建与管理 54

3.1 SQL Server 2005 数据库概述 54

3.1.1 数据库文件 54

3.1.2 数据库文件组 55

3.1.3 数据库对象 55

3.1.4 系统数据库 55

3.1.5 数据库的命名规则 57

3.2 创建数据库 57

3.2.1 在 SQL Server Management Studio 中创建数据库 57

3.2.2 使用 Create Database 语句创建数据库 58

3.3 修改数据库 61

3.3.1 在 SQL Server Management Studio 中修改数据库 61

3.3.2 使用 Alter Database 语句修改数据库 63

3.4 删除数据库	65	4.6 查看表信息	99
3.4.1 在 SQL Server Management Studio 中删除数据库	65	4.6.1 查看表的定义信息	99
3.4.2 使用 Drop Database 语句删除数 据库	66	4.6.2 查看表约束	100
3.5 查看数据库信息	67	4.6.3 查看表之间的依赖关系	101
3.5.1 在 SQL Server Management Studio 中查看数据库信息	67	4.7 实训 创建表并输入数据	102
3.5.2 用 T-SQL 语句查看数据库 信息	67	4.8 习题	106
3.6 备份与还原数据库	68	第5章 数据查询	108
3.6.1 备份数据库	68	5.1 Select 语句的基本语法格式	108
3.6.2 还原数据库	71	5.2 简单查询	108
3.7 分离与附加数据库	74	5.2.1 使用 Select 子句选择列	108
3.7.1 分离数据库	74	5.2.2 使用 Where 子句选择行	113
3.7.2 附加数据库	76	5.2.3 使用 From 子句选择数据源	117
3.8 实训 创建并管理数据库	78	5.2.4 使用 Order By 子句排序查询 结果	118
3.9 习题	78	5.2.5 使用 Into 子句保存查询结果	118
第4章 数据表的创建与管理	80	5.3 汇总查询	119
4.1 SQL Server 2005 表概述	80	5.3.1 使用聚合函数汇总	120
4.1.1 数据类型	80	5.3.2 使用 Group By 子句分类汇总	122
4.1.2 列属性	82	5.3.3 使用 Compute 子句明细分类 汇总	124
4.1.3 表约束	83	5.4 连接查询	126
4.2 创建数据表和表约束	83	5.4.1 内连接	127
4.2.1 在 SQL Server Management Studio 中创建表和表约束	84	5.4.2 外连接	127
4.2.2 使用 Create Table 语句创建表和表 约束	87	5.4.3 自连接	130
4.3 修改数据表和表约束	91	5.5 子查询	131
4.3.1 在 SQL Server Management Studio 中修改表和表约束	91	5.5.1 使用比较运算符进行子查询	132
4.3.2 使用 Alter Table 语句修改表和表 约束	92	5.5.2 使用 ALL、ANY 关键字进行子 查询	132
4.4 管理表中的数据	95	5.5.3 使用 IN 关键字进行子查询	134
4.4.1 添加记录	95	5.5.4 使用 EXISTS 关键字进行子 查询	134
4.4.2 更新表中的记录	97	5.6 实训 使用 Select 语句查询 数据	135
4.4.3 删除表中的记录	97	5.7 习题	136
4.5 删除数据表	98	第6章 视图与索引	138
4.5.1 在 SQL Server Management Studio 中删除数据表	98	6.1 视图	138
4.5.2 使用 Drop Table 语句删除数 据表	99	6.1.1 视图概述	138
		6.1.2 创建视图	139
		6.1.3 查看视图信息	141
		6.1.4 修改视图	141
		6.1.5 通过视图添加、更新、删除表	

数据	143	9.1.1 存储过程概述	187
6.1.6 删除视图	145	9.1.2 创建存储过程	188
6.2 索引	146	9.1.3 查看存储过程	190
6.2.1 索引概述	147	9.1.4 执行存储过程	193
6.2.2 创建索引	147	9.1.5 修改存储过程	195
6.2.3 查看索引信息	151	9.1.6 删除存储过程	196
6.2.4 修改索引	153	9.2 触发器	197
6.2.5 建立全文索引	153	9.2.1 触发器概述	197
6.2.6 删除索引	155	9.2.2 创建触发器	197
6.3 实训 创建视图并通过视图操作表 数据	156	9.2.3 查看触发器	201
6.4 习题	159	9.2.4 激活触发器	203
第7章 规则与默认值	160	9.2.5 修改触发器	207
7.1 规则	160	9.2.6 删除触发器	208
7.1.1 创建规则	160	9.3 实训 使用触发器实现数据完 整性	209
7.1.2 绑定和解绑规则	161	9.4 习题	212
7.1.3 删除规则	163	第10章 SQL Server 2005 管理 服务	214
7.2 默认值	163	10.1 SQL Server 2005 权限管理	214
7.2.1 创建默认值	163	10.1.1 安全身份认证	214
7.2.2 绑定和解绑默认值	163	10.1.2 用户权限管理	215
7.2.3 删除默认值	165	10.2 SQL Server 2005 代理服务	218
7.3 实训 使用规则实现数据完 整性	165	10.2.1 配置 SQL Server 2005 代理 服务	218
7.4 习题	167	10.2.2 定义操作员	220
第8章 T-SQL 编程	168	10.2.3 管理作业	221
8.1 T-SQL 基础	168	10.2.4 管理警报	226
8.1.1 T-SQL 的特点	168	10.3 SQL Server 2005 报表服务	228
8.1.2 标识符	168	10.3.1 报表服务概述	228
8.1.3 对象命名规则	169	10.3.2 创建报表服务项目	231
8.1.4 T-SQL 语法格式约定	169	10.4 实训	237
8.2 T-SQL 表达式	170	10.4.1 实训1 为用户设置权限	237
8.2.1 常量、变量、函数	170	10.4.2 实训2 导入导出数据	241
8.2.2 运算符	176	10.5 习题	249
8.3 T-SQL 语句	178	第11章 SQL Server 2005 综合应用 实例	250
8.3.1 批处理	178	11.1 基于 Web 环境的数据库应用程序 设计概述	250
8.3.2 流程控制语句	179	11.1.1 Web 的工作原理	250
8.4 实训 使用 T-SQL 编写 程序	181	11.1.2 .NET 框架	253
8.5 习题	185	11.1.3 安装 ASP.NET	254
第9章 存储过程与触发器	187		
9.1 存储过程	187		

11.1.4	创建 ASP.NET 页面	258	11.2.1	需求分析	262
11.1.5	在 ASP.NET 中实现数据库 访问	261	11.2.2	数据库设计	262
11.2	基于 ASP.NET 环境的在线银行 交易系统的设计	262	11.2.3	ASP.NET 页面设计	264
			11.3	习题	269
			参考文献		270

第1章 关系数据库的基本原理

本章要点

- 如何建立 E-R 概念模型
- 将 E-R 模型转化成关系模型
- 三种基本的关系运算：选择、投影、连接
- 关系的完整性规则
- 关系的规范化

1.1 数据库系统的基本概念

数据库系统涉及到许多基本概念，作为数据库系统的初学者，有必要从一些最基本的概念开始学习。这里先介绍一些数据库系统所需要的最基本的概念。其他概念，将根据本书内容的需要在相关章节中介绍。

1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是与数据库技术密切相关的 4 个基本概念。

1. 数据 (DATA)

数据是数据库中存储的基本对象。数据在大多数人头脑中的第一个反应就是数字。其实数字只是最简单的一种数据，是数据的一种传统和狭义的理解。其实数据的种类很多，文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输情况等，这些都是数据。

可以对数据做如下定义：描述事物的符号记录称为数据。描述事物的符号可以是数字，也可以是文字、图形、图像、声音、语言等，数据有多种表现形式，它们都可以经过数字化后存入计算机或由计算机进行加工和处理。

为了了解世界，交流信息，人们需要描述这些事物。在日常生活中直接用自然语言（如汉语）描述。在计算机中，为了存储和处理这些事物，就要选择出由这些事物的特征组成的一个记录来描述。例如：在学生档案中，如果人们最感兴趣的是学生的姓名、性别、年龄、出生年、籍贯、所在系别、入学时间，那么可以这样描述：

（李明，男，22，1968，江苏，计算机系，1990）

因此这里的学生记录就是数据。对于上面这条学生记录，了解其含义的人会得到如下信息：李明是个大学生，1968 年出生，男，江苏人，1990 年考入计算机系，而不了解其语义的人则无法理解其含义。可见，数据的形式还不能完全表达其内容，需要经过解释。所以数据和关于数据的解释是不可分的，数据的解释是指对数据含义的说明，数据的含义称为数据的语义，数据与其语义是不可分的。

2. 数据库 (Data Base, DB)

数据库, 顾名思义, 是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备里, 而且数据是按一定的格式存放的。

在科学技术飞速发展的今天, 人们的视野越来越广, 数据量急剧增加。过去人们把数据存放在文件柜里, 现在人们借助计算机的数据库技术科学地保存和管理大量的、复杂的数据, 以便能方便而充分地利用这些信息资源。

所谓数据库是长期存储在计算机内、有组织的、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, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性, 并可为各种用户共享。

3. 数据库管理系统 (Data Base Management System, DBMS)

既然数据库能存放数据, 人们自然就会提问: 数据库是如何科学地组织和存储数据, 如何高效地获取和维护数据的呢? 为此, 人们开发了一种称为数据库管理系统的软件。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它的主要功能包括以下几个方面:

(1) 数据定义功能

DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(2) 数据操作功能

DBMS 还提供数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML), 用户可以使用 DML 操作数据, 实现对数据库的基本操作, 如查询、插入、删除和修改等。

(3) 数据库的运行管理

数据库在运行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、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

(4) 数据库的建立和维护功能

它包括数据库初始数据的输入、转换功能, 数据库的备份、恢复功能, 数据库的性能监视、分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序完成的。

数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。

4. 数据库系统 (Data Base System, DBS)

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统构成, 一般由数据库、数据库管理系统 (及开发工具)、应用系统、数据库管理员和用户构成。应当指出的是, 数据库的建立、使用和维护等工作只靠一个 DBMS 远远不够, 还要有专门的人员来完成, 这些人被称为数据库管理员 (Data Base Administrator, DBA)。

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。

数据库系统可以用如图 1-1 所示的结构来表示。

1.1.2 数据库系统的特点

与人工管理和文件系统相比, 数据库系统主要有以下特点。

1. 整体数据的结构化

整体数据的结构化是数据库与文件系统的根本区别。

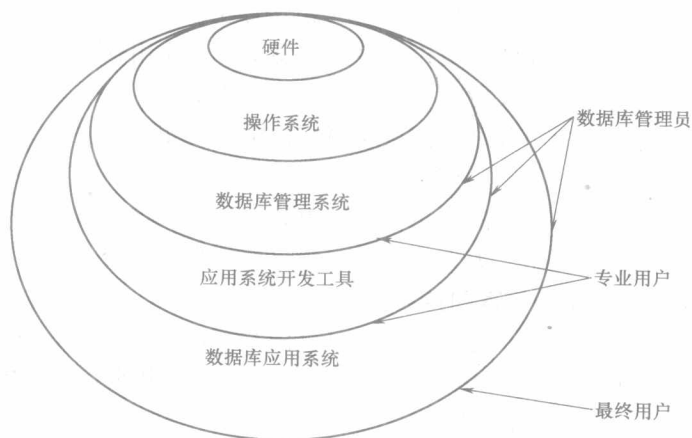


图 1-1 数据库系统层次示意图

在文件系统中，相互独立的文件的记录内部是有结构的。传统文件的最简单形式是等长同格式的记录集合。例如：一个学生人事记录文件，每个记录都有如表 1-1 所示的记录格式。

表 1-1 学生人事记录

学号	姓名	性别	系别	年龄	政治面貌	家庭成员	奖惩情况
----	----	----	----	----	------	------	------

在文件系统中，尽管记录内部已有了某些结构，但记录之间没有联系。

数据库系统实现整体数据的结构化，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。

在数据库系统中，数据不再针对某一应用，而是面向所有应用，具有整体的结构化。不仅数据是结构化的，而且存取数据的方式也很灵活，可以存取数据库中的某一个数据项、一组数据项、一个记录或一组记录。而在文件系统中，数据的最小存取单位是记录。

2. 数据的共享性高、冗余度低、易扩充

数据库系统从整体角度描述数据，数据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。数据共享可以大大减少数据冗余，节约存储空间。数据共享还能够避免数据之间的不一致性。

所谓数据的不一致性是指同一数据的不同拷贝的值不一样。采用人工管理或文件系统管理时，由于数据被重复存储，当不同的应用使用和修改不同的拷贝时就很容易造成数据的不一致。在数据库中数据共享，减少了由于数据冗余造成的一致现象。

由于数据面向整个系统，是有结构的数据，不仅可以被多个应用共享使用，而且容易增加新的应用，这就使得数据库系统弹性大，易于扩充，可以适应各种用户的要求。可以取整体数据的各种子集于不同的应用系统，当应用需求改变或增加时，只要重新选取不同的子集或加上一部分数据便可以满足新的需求。

3. 数据独立性高

数据独立性是数据库领域中一个常用术语，包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据是相互独立的。也就是说，数据在磁盘上的存储是由 DBMS 管理的，用户程序不需要了解，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，用户程序也可以不变。

数据与程序的独立是指把数据的定义从程序中分离出去，加上数据的存取又由 DBMS 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。

4. 数据共享由 DBMS 统一管理和控制

数据库的共享是并发的共享，即多个用户可以同时存取数据库中的数据，甚至可以同时存取数据库中的同一数据。为此，DBMS 还具有以下几方面的数据控制功能。

(1) 数据的安全性 (Security) 保护

数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用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使用和处理。

(2) 数据的完整性 (Integrity) 检查

数据的完整性指数据的正确性、有效性和相容性。完整性检查将数据控制在有效的范围内，或保证数据之间满足一定的关系。

(3) 并发 (Concurrency) 控制

当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时，可能会发生相互干扰而得到错误的结果或使得数据库的完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

(4) 数据库恢复 (Recovery)

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也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。DBMS 必须具有将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态 (亦称为完整状态或一致状态) 的功能，这就是数据库的恢复功能。

数据库管理阶段应用程序与数据库之间的对应关系可用图 1-2 表示。

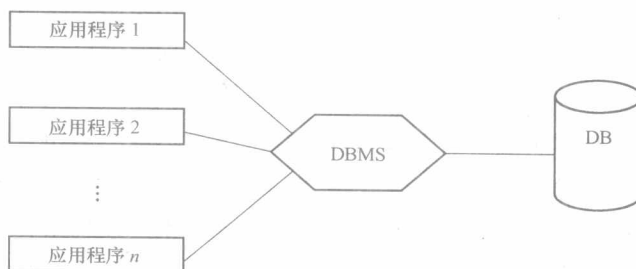


图 1-2 应用程序与数据库之间的关系

数据库是长期存储在计算机内有组织的、大量的、共享的数据集合。它可以供各种用户共享，具有最小冗余度和较高的数据独立性。DBMS 在数据库建立、运用和维护时，对数据库进行统一控制，以保证数据的完整性、安全性，并在多用户同时使用数据库时进行并发控制，在发生故障后对系统进行恢复。

数据库系统的出现使信息系统从以加工数据的程序为中心转向围绕共享的数据库为中心的新阶段。这样既便于数据的集中管理，又有利于应用程序的研制和维护，提高了数据的利用率和相容性，提高了信息系统的可靠性。

目前，数据库已经成为现代信息系统的重要组成部分。具有数百万甚至数十亿字节信息的数据库已经普遍存在于科学技术、工业、农业、商业、服务业和政府部门的信息系统中。

1.2 E-R 概念模型

模型，特别是具体的实物模型，人们并不陌生。例如，一张地图，一组建筑设计沙盘，一架精致的航模飞机，都是具体的模型。模型是现实世界特征的模拟和抽象。要将现实世界转变为机器能够识别的形式，必须经过两次抽象，即使用某种概念模型为客观事物建立概念级的模型，将现实世界抽象为信息世界，然后再把概念模型转变为计算机上某一 DBMS 支持的数据模型，将信息世界转变为机器世界，如图 1-3 所示。

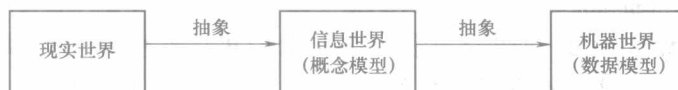


图 1-3 数据的转换

概念模型用于信息世界的建模，是现实世界到信息世界的第一层抽象，是数据库设计人员进行数据库设计的有力工具，也是数据库设计人员和用户之间进行交流的语言，因此概念模型一方面应该具有较强的语义表达能力，能够方便、直接地表达应用中的各种语义知识，另一方面它还应该简单、清晰、易于用户理解。

概念模型的表示方法很多，其中最为著名、最为常用的是 P. P. S. Chen 于 1976 年提出的实体-联系方法 (Entity-Relationship Approach, E-R)。该方法用 E-R 图来描述现实世界的概念模型，E-R 方法也称为 E-R 概念模型。下面介绍 E-R 概念模型中涉及的主要概念以及 E-R 图的绘制方法。

1.2.1 实体 (Entity)

客观存在并可以相互区分的事物叫实体。从具体的人、物、事件到抽象的状态与概念，都可以用实体抽象地表示。例如，在学校里，一个学生、一个教师、一门课程都可称为实体。同类的多个实体可以构成实体集，如多个学生实体可构成学生实体集。在不引起混淆的情况下，本书有时用实体来表示实体集的概念。

1.2.2 属性 (Attribute)

属性是实体所具有的某些特性，通过属性对实体进行刻画。实体是由属性组成的。一个实体本身具有许多属性，能够唯一标识实体的属性称为该实体的码，例如，学号是学生实体的码，每个学生都有一个属于自己的学号，通过学号可以唯一确定是哪位学生，在一个学校里，不可能有两个学生具有相同的学号。实体由哪些属性组成取决于人们所关心的内容，例如，高校学生实体可由学号、姓名、年龄、性别、系和专业等组成。例如 9804550、马力华、19、男、计算机系、软件，这些属性组合起来表示了马力华这个学生。

1.2.3 联系 (Relationship)

现实世界的事物之间是有联系的。这些联系必然要在信息世界反映出来。例如,教师实体与学生实体之间存在着教和学的联系。实体之间的联系可分为以下三类。

1. 一对一联系 (1:1)

设有两个实体集 A 和 B。如果 A 中至多有一个实体与 B 中的一个实体有联系,而且 B 中至多有一个实体与 A 中的一个实体有联系,则称 A 和 B 之间存在一对一联系,记作 1:1。例如,看电影时,观众和座位之间就是一对一的联系,因为一个人只能坐一个座位,一个座位只能由一个人来坐。

2. 一对多联系 (1:n)

设有两个实体集 A 和 B。如果 A 中的一个实体与 B 中的若干实体有联系,但 B 中每个实体只与 A 中的一个实体相联系,则称 A 和 B 之间存在一对多联系,记作 1:n。例如,班级与学生之间是一对多联系,因为一个班中可以有若干学生,但一个学生只能属于一个班。

3. 多对多联系 (m:n)

设有两个实体集 A 和 B。如果 A 中的一个实体与 B 中的若干实体相联系,而且 B 中每个实体也与 A 中的多个实体相联系,则称 A 和 B 之间存在多对多联系,记作 m:n。例如,学生与课程之间是多对多联系,因为一个学生可以选修若干课程,一门课程可以被若干学生选修。

1.2.4 E-R 图的绘制

实体联系图 (E-R 图) 是抽象描述现实世界的有力工具。它通过画图将实体以及实体间的联系刻画出来,为客观事物建立概念模型。下面以某学校计算机系的教学管理系统为例,说明实体联系图的建立方法。

第一步:确定现实系统可能包含的实体。

为简单起见,假设该教学管理系统所涉及的实体有教师、学生、课程。

第二步:确定每个实体的属性,特别要注明每个实体的码。

本例教学管理系统的实体包含的属性和码如下:

- 1) 对教师实体,属性有教师号、姓名、性别、年龄、职称、专业,其中教师号是码。
- 2) 对学生实体,属性有学号、姓名、性别、年龄、籍贯、专业,其中学号是码。
- 3) 对课程实体,属性有课程号、课程名、学时数、学分、教材,其中课程号是码。

第三步:确定实体之间可能有的联系,并结合实际情况给每个联系命名。

本例教学管理系统的实体之间存在如下联系:

1) 一个教师可以讲授多门课程,一门课程可以被多位教师讲授,这里将教师与课程之间的联系命名为讲授。

2) 一个学生可以选修多门课程,一门课程可以被多位学生选修,这里将学生与课程之间的联系命名为选修。

3) 在某个时间和地点,一位教师可指导多位学生,但每个学生在某个时间和地点只能被一位教师指导,这里把教师和学生之间的联系命名为指导。

在对联系命名时,一般用动词,当用该动词连结两边的实体时,通常能表达一个符合逻

辑的比较完整的意思。例如，用动词“讲授”为教师与课程的联系命名，并且教师“讲授”课程是一个符合逻辑的完整句子，这也是判断实体之间是否有联系和对联系命名是否恰当的简单标准。

第四步：确定每个联系的种类和可能有的属性。有时，为了更好地刻画联系的某些特性，需要对联系指定属性。

根据教学管理系统的实体间联系情况，可以确定教师和课程之间的讲授联系是 $m:n$ 联系；学生和课程之间的选修联系是 $m:n$ 联系，为了更好地刻画选修的结果，为选修联系指定成绩属性；教师和学生之间的指导联系是 $1:n$ 联系，为了更好地刻画指导的环境因素，为指导联系指定时间和地点属性。

第五步：画 E-R 图，建立概念模型，完成现实世界到信息世界的第一次抽象。

在 E-R 图中规定：

- 1) 用长方形表示实体，在框内写上实体名。
- 2) 用椭圆形表示实体的属性，并用无向边把实体与其属性连接起来。

例如，教师、学生、课程三个实体及属性可以表示成图 1-4 的形式。

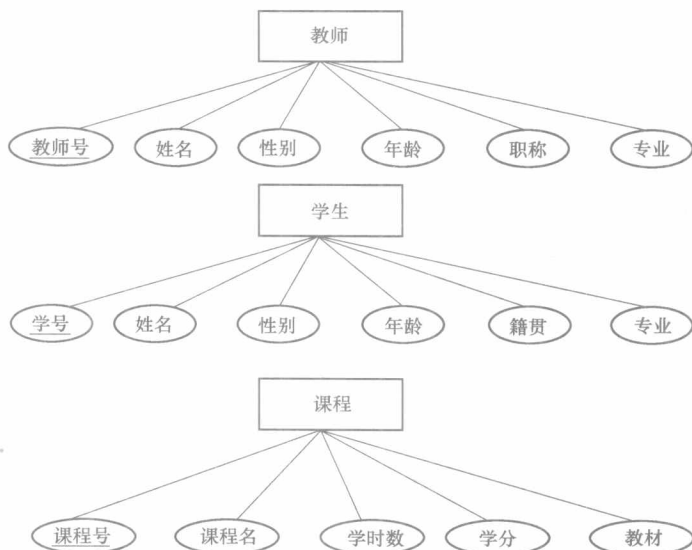


图 1-4 E-R 模型中实体及属性的表示

3) 用菱形表示实体之间的联系，菱形内写上联系名。用无向边把菱形与有关的实体连接，在无向边旁标上联系的类型。若实体之间的联系也有属性（实体以外的属性），则把属性和菱形也用无向边连接起来。

例如，图 1-5 是教学管理的 E-R 模型。

4) 为了使 E-R 图更清楚明了，如果实体的属性太多，可以在 E-R 图中只画出实体之间的联系，如图 1-6 所示，而将实体及属性在另一幅图中表示，如图 1-4 所示。这样，教学管理的 E-R 图则由图 1-4 和图 1-6 组成。

在建立实体联系模型时，应注意以下几个问题：

- 1) 实体联系模型要全面正确地刻画客观事物，各类命名要清楚明了，易于理解。

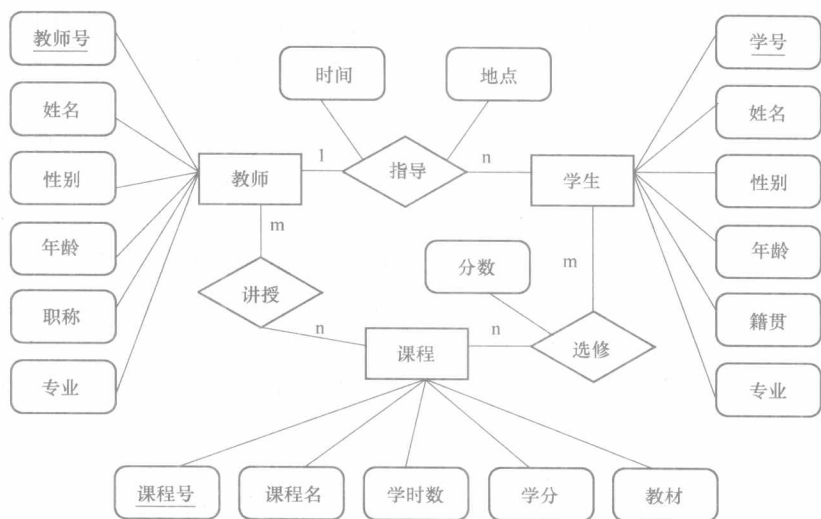


图 1-5 教学管理 E-R 图

2) 实体中码的选择应注意确保唯一性，即作为码的属性确实应该是那些能够唯一识别实体的属性。不一定必须是单个属性，也可以是某几个属性的组合。

3) 实体间的联系常常通过实体中某些属性的关系来表达，因此在选择组成实体的属性时，应考虑到如何更好地实现实体间的联系。

4) 有些属性是通过实体间的联系反映出来的，如选修中的分数属性，对这些属性应特别注意，因为它们经常是在将概念模型向数据模型转换时的重要数据项。

5) 前面给出的教学管理例子中，联系都是存在于两个实体之间，且实体之间只存在一种联系，这是最简单的情况。实际中，联系可能存在于多个实体之间，实体之间可能有多种联系。

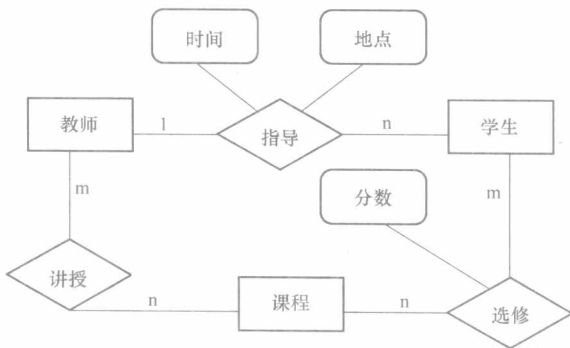


图 1-6 实体联系 E-R 图

1.3 关系数据模型

数据模型是对客观事物及其联系的数据描述，是对数据库中数据逻辑结构的描述，是把信息世界数据抽象为机器世界数据。当前，主要的数据模型有关系模型、层次模型、网状模型和面向对象模型 4 种。

用二维表格结构表示实体以及实体之间的联系的数据模型称为关系模型。关系模型在用户看来是一个二维表格，它概念单一，容易为初学者接受。关系模型以关系数学为理论基础。在关系模型中，操作对象和操作结果都是二维表。关系模型是最重要的数据模型，它是