



- 理实一体讲授
- 配套资源丰富

普通高等院校教材

# 数据库应用技术

——SQL Server 2008

孙伟 编著

013024516

TP311.138SQ-43  
92

普通高等院校教材

# 数据库应用技术 ——SQL Server 2008

Shujuku Yingyongjishu——SQL Server 2008

孙伟 编著



TP311.138SQ-43  
92



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

C1631891

13954218

### 内容提要

本书以培养对数据库理论和应用的知识结构有需求的创新型和应用型信息技术人才为导向,以 SQL Server 2008 为系统平台,重点介绍数据库结构的设计思想,数据库的各种约束及数据查询、视图、自定义函数、游标、触发器和存储过程的编程,尤其是触发器程序设计,示例程序兼容 SQL Server 2000 及 SQL Server 2005。

本书引入“有线电视管理系统”、“学生成绩管理系统”、“图书管理系统”和“流通企业业务管理系统”4 个案例,分别从理论和实际工程的角度介绍数据库结构的设计思想,并将数据库原理融入到实际工程案例中,通过工程案例贯穿整个教学体系,由浅入深,由易到难,循序渐进,理论与实际相结合,强调实践性,突出实用性,示例程序围绕案例数据库,紧扣知识点,创新性强,特色鲜明。

本书可作为应用型和技能型人才培养的普通高等院校和高职高专院校计算机软件技术、计算机应用、信息管理等相关专业的数据库方面课程教学用书,也可作为计算机培训机构的数据库培训教材,以及数据库软件应用和开发人员的学习参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

数据库应用技术: SQL Server 2008 / 孙伟编著.

--北京: 高等教育出版社, 2013.1

ISBN 978-7-04-036645-7

I. ①数… II. ①孙… III. ①关系数据库系统—  
高等职业教育—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 307104 号

策划编辑 张值胜  
插图绘制 尹莉

责任编辑 张值胜  
责任校对 陈杨

封面设计 杨立新  
责任印制 张泽业

版式设计 马敬茹

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印 刷	中国农业出版社印刷厂印刷	网上订购	<a href="http://www.landraco.com">http://www.landraco.com</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16		<a href="http://www.landraco.com.cn">http://www.landraco.com.cn</a>
印 张	16.25	版 次	2013 年 1 月第 1 版
字 数	390 千字	印 次	2013 年 1 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	25.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物 料 号 36645-00

# 前 言

数据库技术主要研究数据的存储、提取、处理和分析,是计算机软件领域的一个重要分支,居于计算机应用技术的中心地位。任何管理信息系统(Management Information System, MIS)都需要数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)作为支撑。本书以培养对数据库理论和应用的知识结构有需求的创新型和应用型信息技术人才为导向,以 SQL Server 2008 为系统平台,重点介绍数据库的设计思想、数据库的各种约束及数据库的后台编程,尤其是触发器程序的编写。

本书将数据库原理融入到工程案例中,并将工程案例数据库贯穿整个教学体系,理论联系实际,强调实践性,突出实用性,由浅入深,由易到难,循序渐进,其示例程序围绕案例数据库,紧扣知识点,兼容 SQL Server 2000 及 SQL Server 2005,创新性强,特色鲜明。具体体现在以下几个方面:

## 1. 遵循人们的认知规律和技能形成规律,由易到难,循序渐进

本书首先在第 2 章介绍图形界面下的数据库和表的创建与维护、数据库的分离与附加、备份与还原、约束的创建与维护、索引的创建与维护、数据的导入与导出等操作,然后在第 3 章介绍使用 SQL 命令实现上述操作。这样编写的优点是遵循人们的认知规律和技能形成规律,由感性认识上升到理性认识,由浅入深,由易到难,循序渐进,逐步培养读者的数据库设计思想和学习兴趣。

## 2. 将数据库设计原理融入到实践案例教学中,理论与实际应用相结合

本教材的编写精选了 4 个数据库设计的典型案例,“有线电视管理系统”、“图书管理系统”、“学生成绩管理系统”和“流通企业业务管理系统”。“有线电视管理系统”安排在第 1 章“数据库系统概述”中,目的是通过该案例帮助读者理解和掌握数据库设计的基本原理和设计过程;“学生成绩管理系统”安排在第 2 章“图形界面下数据库和表的创建与维护”中,该案例是从理论角度介绍数据库的结构设计以及从实际工程的角度介绍各种约束的创建,目的是让读者理解数据库的设计思想和各种约束的概念,以及通过该案例让读者学习和掌握在图形界面下数据库、表及各种约束的创建与维护的基本操作;“图书管理系统”安排在第 3 章,该案例也是从理论角度介绍数据库的结构设计以及从实际工程的角度介绍各种约束的创建,目的是让读者进一步巩固和加强对数据库结构设计的理解,以及通过该案例让读者学习和掌握使用 SQL 命令实现数据库和表的创建与维护、数据库附加与分离、数据库的备份与还原、约束的创建与维护、索引的创建与维护,记录的添加、删除与修改以及数据的导入与导出等操作;“流通企业业务管理系统”是本书的重点案例,书中第 4 章“数据库查询”中用了大量的篇幅从实际工程的角度详细地介绍了该案例的数据库设计流程,以及数据库结构和各种约束的设计,目的是让读者理解实际工程项目的数据库结构设计,并为后续章节内容的讲解作铺垫。因此,从上述分析中,可以看出本书的编写理念是将数据库设计原理融入到实践案例教学中,理论与实际应用相结合。

### 3. 理论联系实际，强调实践性，突出实用性

本书第4章~第9章的所有示例程序都是结合知识点，围绕“流通企业业务管理系统”案例上下贯通，融为一体的。该案例涉及18个数据表，其表结构的设计、约束的创建、数据查询、视图、自定义函数、游标、触发器及存储过程等使用的示例程序都是从实际软件工程项目开发的角度而设计的，尤其是在“触发器的综合应用”一节中，完整地给出了通过触发器实施多表之间的业务规则，解决数据库冗余设计带来的数据关系不一致性问题，确保了数据的完整性和一致性，凸显了理论与实际应用的结合，强调实践性，突出实用性，重在培养学生解决实际问题的能力。

### 4. 本书的内容和编排顺序具有创新性

本书的内容很多是作者长期从事软件开发和教学工作经验的积累和总结，教学案例和示例程序都是原创的，分别从理论和实际工程角度设计案例数据库表结构及其约束，示例程序的设计紧密联系实际工程的应用需求。另外，本书是围绕知识结构的相关性和知识点应用的前后顺序编排章节的，以更有利于初学者迅速理解和掌握数据库的基本操作、基本理论、表结构设计及程序设计思想等。

### 5. 语言简练，通俗易懂，结构严谨

本书的编写在描述问题时，极力追求语言简练，通俗易懂，注意归纳和总结。例如在介绍数据库和表时，用仓库和货架作比喻，简明扼要地引入数据库和表的概念；又如在讲解知识点时，先介绍语法格式，总结典型应用，给出示例程序，对于复杂的例题还给出题意分析和程序说明。

本书可作为应用型和技能型人才培养的普通高等院校和高职高专院校计算机软件技术、计算机应用、信息管理等相关专业的数据库方面课程的教学用书，也可作为计算机培训机构的数据库培训教材，以及数据库软件应用和开发人员的学习参考用书。

本书在编写的过程中得到了高等教育出版社洪国芬的精心指导，并吸取了洪国芬的宝贵建议，在此向洪国芬表示真诚地感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请专家和读者批评指正，并真诚地欢迎与各位专家和读者交流探讨。编者的E-Mail为swssl@yahoo.com.cn，QQ号为414783898。本书免费提供电子课件、示例程序及案例数据库，读者可通过E-Mail或QQ联系索取。

编者

2012年10月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



北航

C1631891

# 目 录

<b>第 1 章 数据库系统概述</b> .....1	
1.1 数据库的基本原理.....1	
1.1.1 数据库系统简介.....1	
1.1.2 数据库设计的过程.....2	
1.1.3 需求分析.....2	
1.1.4 概念模型.....3	
1.1.5 关系模型.....3	
1.1.6 关系规范化.....6	
1.2 SQL Server 2008 数据库简介.....8	
1.3 SQL Server 2008 的管理和开发工具简介.....8	
1.4 SQL Server 2008 系统数据库简介.....14	
1.4.1 数据库文件的分类.....14	
1.4.2 数据库文件组.....14	
1.4.3 系统数据库.....14	
1.4.4 数据存储.....15	
习题 1.....16	
综合实训 1 安装并配置 SQL Server 2008.....16	
<b>第 2 章 图形界面下数据库和表的创建与维护</b> .....17	
2.1 数据库的创建与维护.....17	
2.1.1 数据库的创建.....17	
2.1.2 数据库的维护.....19	
2.1.3 数据库的附加与分离.....21	
2.1.4 数据库的备份与还原.....22	
2.2 表的创建与维护.....27	
2.2.1 表的概述.....28	
2.2.2 数据类型.....28	
2.2.3 表的创建.....30	
2.2.4 表的维护.....32	
2.3 约束的创建与维护.....34	
2.3.1 主键约束.....34	
2.3.2 外键约束.....35	
2.3.3 级联参照完整性约束.....36	
2.3.4 唯一键约束.....37	
2.3.5 默认值约束.....37	
2.3.6 检查约束.....38	
2.3.7 数据库关系图.....39	
2.4 标识列与计算列的创建与维护.....40	
2.4.1 标识列.....41	
2.4.2 计算列.....42	
2.5 索引的创建与维护.....42	
2.5.1 索引概述.....43	
2.5.2 创建与维护索引.....44	
2.6 数据的导入与导出.....45	
2.6.1 导出数据.....45	
2.6.2 导入数据.....49	
习题 2.....51	
综合实训 2 掌握图形界面下数据库和表的基本操作.....52	
<b>第 3 章 使用 SQL 命令创建、维护数据库和表</b> .....53	
3.1 创建与维护数据库.....53	
3.1.1 创建数据库.....53	
3.1.2 维护数据库.....57	
3.1.3 附加与分离数据库.....58	
3.1.4 备份和还原数据库.....59	
3.2 创建与维护表.....61	
3.2.1 创建表.....61	
3.2.2 维护表.....64	
3.3 创建与维护约束.....65	
3.3.1 添加主键约束.....65	
3.3.2 添加唯一键约束.....66	

3.3.3	添加默认值约束	66	4.4.1	数据基本统计	108
3.3.4	添加检查约束	66	4.4.2	数据分组统计	108
3.3.5	添加外键和级联参照完整性 约束	67	4.4.3	数据明细统计	109
3.3.6	删除约束	68	4.5	多表连接查询	110
3.4	添加、删除、修改记录	68	4.5.1	交叉连接	111
3.4.1	记录的添加	68	4.5.2	内连接	111
3.4.2	记录的修改	69	4.5.3	外连接	112
3.4.3	记录的删除	70	4.5.4	自连接	115
3.5	创建与维护索引	71	4.6	子查询	116
3.5.1	创建索引	71	4.6.1	比较测试子查询	116
3.5.2	维护索引	72	4.6.2	集合成员测试子查询	117
3.6	数据的导入与导出	72	4.6.3	存在性测试子查询	118
3.6.1	OPENDATASOURCE 函数	72	4.6.4	批量比较测试子查询	119
3.6.2	数据导入	74	4.7	子查询的其他应用	119
3.6.3	数据导出	75	4.7.1	使用 INTO 子句创建新表	119
习题 3		76	4.7.2	使用子查询添加记录	120
综合实训 3	使用 SQL 命令创建 数据库和表	76	4.7.3	使用子查询修改记录	120
<b>第 4 章</b>	<b>数据库查询</b>	77	4.7.4	使用子查询删除记录	120
4.1	流通企业业务管理系统数据库 设计	77	4.7.5	使用 UNION 运算符合并查 询的结果集	121
4.1.1	需求分析及业务流程描述	77	4.7.6	使用 EXCEPT 运算符获取 两个子查询的差异结果	121
4.1.2	业务报表模板设计	77	4.7.7	使用 INTERSECT 运算符获 取两个子查询的相同结果	122
4.1.3	概念设计	81	习题 4		122
4.1.4	逻辑设计	82	综合实训 4	产品销售情况统计	123
4.1.5	数据库表结构设计	83	<b>第 5 章</b>	<b>视图的创建与维护</b>	124
4.1.6	基础数据的输入	89	5.1	视图概述	124
4.2	运算符和表达式	94	5.1.1	视图的概念	124
4.2.1	常量和变量	94	5.1.2	视图的优点和缺点	126
4.2.2	系统函数	95	5.2	图形界面下视图的创建与 维护	127
4.2.3	运算符	101	5.2.1	图形界面下创建视图	127
4.2.4	表达式	102	5.2.2	图形界面下维护视图	129
4.3	基本的查询操作	104	5.3	使用 SQL 命令创建与维护视图	129
4.3.1	SELECT 语句的语法格式	104	5.3.1	使用 SQL 命令创建视图	129
4.3.2	基本的 SELECT 语句	105	5.3.2	使用 SQL 命令维护视图	131
4.3.3	WHERE 和 ORDER BY 子句	106	习题 5		132
4.4	数据统计	107	综合实训 5	围绕商品销售创建 视图	132



<b>第 6 章 数据库编程基础</b> .....	133
6.1 流程控制语句.....	133
6.1.1 BEGIN...END 语句.....	133
6.1.2 IF...ELSE 语句.....	133
6.1.3 WHILE 语句.....	134
6.1.4 WAITFOR 语句.....	134
6.1.5 RETURN 语句.....	135
6.1.6 RAISERROR 语句.....	135
6.1.7 TRY...CATCH 语句.....	137
6.1.8 SET 语句.....	139
6.2 批处理和注释符.....	139
6.2.1 批处理.....	139
6.2.2 注释符.....	141
6.3 用户自定义函数.....	141
6.3.1 创建标量值函数.....	141
6.3.2 创建内嵌表值函数.....	143
6.3.3 创建多语句表值函数.....	144
6.3.4 自定义函数的维护.....	145
6.4 游标.....	145
6.4.1 声明游标.....	146
6.4.2 打开游标.....	148
6.4.3 从游标中读取数据.....	148
6.4.4 关闭游标.....	149
6.4.5 释放游标.....	149
6.4.6 游标应用.....	150
习题 6.....	151
综合实训 6 围绕商品采购创建自定义函数和游标.....	151
<b>第 7 章 存储过程的创建与维护</b> .....	153
7.1 存储过程概述.....	153
7.1.1 存储过程的执行过程.....	153
7.1.2 存储过程的优点.....	154
7.2 存储过程的创建.....	154
7.2.1 创建存储过程的基本语法.....	154
7.2.2 创建存储过程直接返回结果集.....	155
7.2.3 创建存储过程返回单个值.....	158
7.2.4 创建存储过程通过游标返回结果集.....	158
7.3 存储过程的维护.....	160
7.3.1 图形界面下存储过程的维护.....	160
7.3.2 使用 SQL 命令维护存储过程.....	160
7.4 系统存储过程和扩展存储过程.....	161
7.4.1 系统存储过程.....	161
7.4.2 扩展存储过程.....	162
习题 7.....	162
综合实训 7 围绕商品库存储创建存储过程.....	163
<b>第 8 章 触发器</b> .....	164
8.1 事务控制.....	164
8.1.1 事务控制的概念.....	164
8.1.2 事务控制的实现.....	165
8.2 触发器的概念.....	168
8.2.1 触发器简介.....	168
8.2.2 触发器的作用.....	169
8.3 创建触发器.....	169
8.3.1 创建触发器的语法格式.....	169
8.3.2 创建 INSERT 触发器.....	170
8.3.3 创建 DELETE 触发器.....	172
8.3.4 创建 UPDATE 触发器.....	175
8.4 触发器的维护.....	176
8.4.1 使用系统存储过程查看触发器的相关信息.....	176
8.4.2 修改触发器.....	178
8.4.3 禁止或启用触发器.....	178
8.4.4 设置触发器的激发顺序.....	178
8.4.5 删除触发器.....	181
8.5 触发器的嵌套与递归调用.....	181
8.5.1 触发器的嵌套.....	181
8.5.2 触发器的递归.....	185
8.6 触发器的综合应用.....	186
8.6.1 问题描述.....	187
8.6.2 程序的实现.....	187
习题 8.....	214
综合实训 8 触发器的综合应用.....	215
<b>第 9 章 数据库的安全管理</b> .....	216
9.1 SQL Server 的安全机制.....	216

9.2	SQL Server 的身份验证模式	217	9.4.4	使用系统存储过程管理和维护数据库用户及角色	230
9.2.1	身份验证机制	217	9.5	数据库架构管理	231
9.2.2	身份验证模式的设置	217	9.5.1	架构概述	231
9.3	服务器的安全管理	218	9.5.2	图形界面下架构的管理和维护	231
9.3.1	系统内置的登录账户简介	218	9.5.3	使用 SQL 语句管理和维护架构	233
9.3.2	图形界面下服务器登录账户的创建和维护	219	9.6	操作权限管理	233
9.3.3	图形界面下服务器角色的管理和维护	224	9.6.1	权限分类	233
9.3.4	使用系统存储过程创建和维护服务器登录账户	226	9.6.2	权限操作	233
9.4	数据库安全管理	226	9.6.3	图形界面下操作权限管理	234
9.4.1	系统内置的数据库用户简介	227	9.6.4	使用 SQL 语句管理操作权限	237
9.4.2	图形界面下创建和维护数据库用户账户	227	习题 9		238
9.4.3	图形界面下数据库角色的管理和维护	228	综合实训 9	对 MARKETING 数据库进行安全设置	238
			附录	SQL Server 2008 的安装	239
			参考文献		249

# 第 1 章 数据库系统概述

数据库技术是数据管理的核心技术，主要研究数据的存储、提取、处理和分析，是计算机软件领域的一个重要分支，居于计算机应用技术的中心地位。数据库技术已应用于社会的各个领域，任何管理信息系统都需要数据库管理系统（DBMS）作为支撑。信息资源已成为企业和政府部门的重要财富，数据库的建设规模、信息量的大小及使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

通过本章的学习，读者应掌握如下内容：

- 数据库的基本原理。
- SQL Server 2008 的管理和开发工具。
- SQL Server 2008 的系统数据库。

## 1.1 数据库的基本原理

本节主要介绍数据库系统的基本概念、数据模型、关系操作及关系规范化等数据库的基本理论，使读者对数据库系统有一些基本认识。

### 1.1.1 数据库系统简介

数据是描述客观事物及其活动的抽象符号，它不仅指从数学角度描述事物的数值，而且还包括文本、图像、图形、音频及视频等。要开发一个管理信息系统（MIS），软件开发人员首先要做的工作就是从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中分析提取出对于需求该信息资源的行业管理部门来说是有价值和有意义的数据，然后再对提取的数据进行整理、分类、组织、编码、存储等，最终形成按照一定数据关系组织起来的有相互联系的数据集合，即数据库。数据库管理系统（DBMS）就是为了帮助软件开发人员有效地存取、维护和管理数据库，提高软件开发效率，由商业公司开发的专用系统软件。具体地说，数据库管理系统就是应用软件和操作系统之间的桥梁，专门用于创建、存储、操作、管理和维护数据库的大型软件，以保证数据库的安全性和完整性。数据库管理员通过 DBMS 对数据库进行维护，软件开发人员通过 DBMS 访问接口研发 MIS，存取并进一步归类整理数据库中的数据，以方便用户查看、添加和修改数据库中的数据，因此 MIS 又是用户和 DBMS 沟通的桥梁。

数据库管理技术产生于 20 世纪 60 年代，是应数据管理任务的需求而产生的，是在计算机硬件和软件发展的基础上推动的。数据库管理技术至今已经历了人工管理、文件系统和数据库管理系统 3 个阶段，并广泛应用于工业、农业、商业、行政管理、科学研究、工程技术及国防

军事等各个领域。不同的数据库管理系统 (DBMS), 其逻辑数据模型不同。数据库的逻辑数据模型分为层次模型、网状模型、关系模型及面向对象的模型。当今主流的数据库管理系统都是关系型数据库, 如 SQL Server、Oracle、Sybase、DB2 等。

### 1.1.2 数据库设计的过程

数据库设计的过程就是根据用户的业务需求、硬件环境及操作系统的特性等, 将现实世界中的数据进行合理组织, 并利用已有的数据库管理系统(DBMS)来建立数据库系统的过程。具体地说, 对于一个给定的应用环境, 首先分析用户的业务需求, 并通过其业务流程图进行描述, 然后找出与要开发的系统有关的对象或实体构造概念模型, 再由概念模型转化为关系模型, 最后根据关系模型创建数据库及其应用系统, 使之能够有效地存储和管理数据, 满足用户的信息要求和处理要求。

### 1.1.3 需求分析

需求分析的任务就是要明确系统“要做什么”, 因此在进行需求分析时, 软件开发人员必须与用户进行充分地交流和讨论, 准确地获取用户对系统的具体要求。在正确理解用户需求的前提下, 软件开发人员还需要将用户的需求通过业务流程图、表格、文字等形式的文档加以规范描述, 作为系统功能和数据库设计的依据。

**【案例】** 某有线电视管理机构要开发一个“有线电视管理系统”, 其业务需求有: 满足有线电视用户档案及营业管理的需求; 满足对有线电视管理及维护人员工作业绩考评的需求; 满足有线电视维护及稽查部门的需求; 为决策层提供基础统计数据。

**【案例说明】** 有线电视管理的业务流程如图 1-1 所示。用户“新装”有线电视时, 先填写报装申请单, 交纳初装费; 用户因事在某段时间内不观看有线电视时, 可申请“报停”, 报停期间不交收视费; 用户在报停期间内申请信号“复接”时, 将免收复接费, 在报停期间外申请信号“复接”需交纳复接费; 用户长期拖欠收视费将被强制“注销”, 注销后再申请安装将按新装用户对待; 有线电视用户户主变更或地址迁移称为“过户”, 过户分不同情况需交纳过户费。

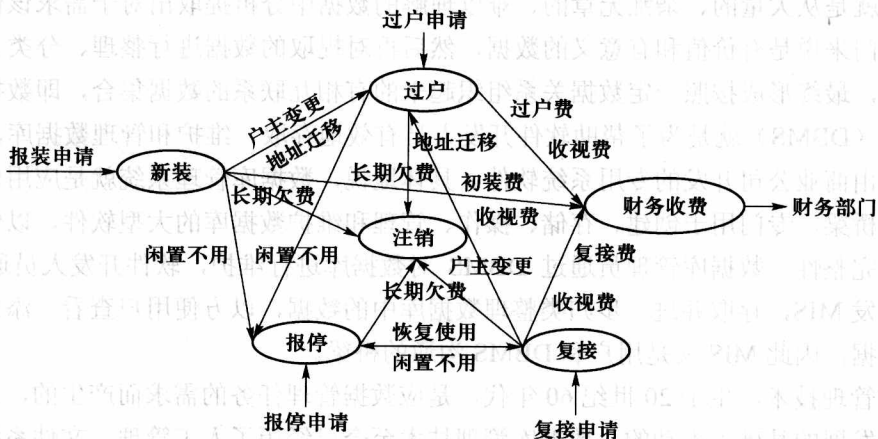


图 1-1 有线电视管理的业务流程图

### 1.1.4 概念模型

概念模型也称信息模型，它是按用户的观点或认识对现实世界的数据和信息进行建模，而不必考虑最终的物理数据库结构设计。常用的概念模型有实体-联系模型（E-R模型）和面向对象模型（OO模型）。面向对象模型的建模是用面向对象的观点来描述现实世界实体（对象）的逻辑组织及对象之间的联系。对象是由一组数据结构和在这组数据结构上操作的程序代码封装起来的基本单位。由于面向对象模型比较复杂，加之其系统的建模属软件工程领域的研究范畴，因此下面仅对实体-联系模型（E-R模型）作较详细的介绍。

实体-联系模型（E-R模型）是 Peter Chen 于 1976 年提出的。该模型是基于对现实世界这样的一种认识：现实世界是由一组称作实体的基本对象及这些对象间的联系组成。由于 E-R 模型不但易于理解，又能将现实世界中的概念以信息结构的形式方便地表示出来，而且 E-R 模型还能够很自然地转化为关系模型，因此数据库的概念模型设计常采用 E-R 模型。

E-R 模型的主要概念如下：

- **实体**：指现实世界中可以相互区分的事物，可以是人或物等实际对象，也可以是一个具体的概念。
- **实体集**：指具有相同类型及相同性质（或属性）的实体组成的集合。
- **属性**：指实体具有的某些特征。
- **域**：指每个属性所允许的取值范围或集合。
- **码**：指能唯一标识实体的属性或属性的组合，码也称关键字。
- **联系**：指实体之间的关系。实体之间的联系有 3 种，即一对一（1:1）、一对多（1:N）和多对多（M:N）。

在 E-R 图中，实体集和属性分别由相应的符号表示：

- **实体集**——用矩形表示，矩形框内写明实体名。
- **属性**——用椭圆表示，并用无向边将其与相应的实体连接起来。
- **联系**——用菱形表示，框内写明联系名，并用无向边分别与有关实体相连接，同时在无向边旁标注上联系的类型。

E-R 模型用 E-R 图来表示。在绘制 E-R 图时，一张图往往无法表现出整个系统的 E-R 模型，这时可以将其分解成多张图。图 1-2 给出了“有线电视管理系统”的 I 级 E-R 图，图 1-3 给出了“有线电视用户”和“交费明细”两个实体的 II 级 E-R 图。

### 1.1.5 关系模型

E-R 模型和关系模型都是对现实世界的抽象，而 E-R 模型只是描述数据库的概念模式，若要被关系数据库所接受，必须进行信息转化，即将 E-R 模型转化为关系数据库所支持的逻辑模型——关系模型。SQL Server 数据库为关系型数据库，其数据表所描述的正是由行列构成的二元关系。

#### 1. 关系模型的概念

关系模型是 1970 年美国 IBM 公司 San Jose 研究室的研究员 E. F. Codd 首次提出的，他开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究，为数据库技术奠定了理论基础。由于 E. F. Codd

对数据库理论研究的突出贡献，他于 1981 年获得 ACM 图灵奖。20 世纪 80 年代以来，计算机厂商新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型，数据库领域当前的研究工作也都是以关系方法为基础。

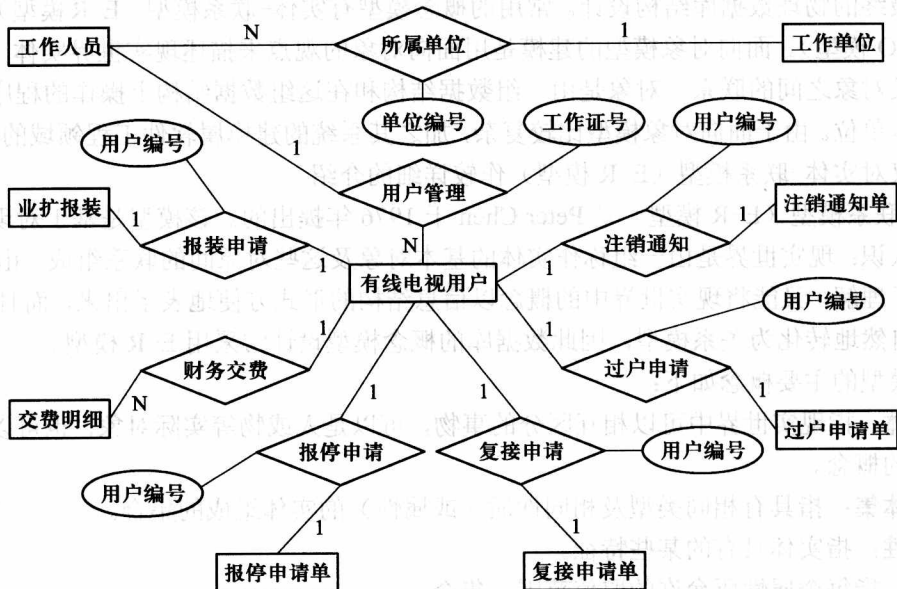


图 1-2 “有线电视管理系统”的 I 级 E-R 图

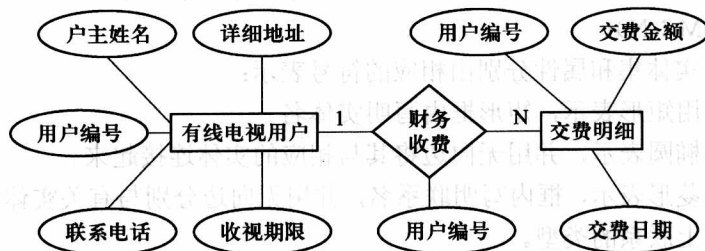


图 1-3 “有线电视管理系统”的 II 级 E-R 图

关系模型是对现实世界信息化描述的第 2 个抽象阶段，是在概念模型的基础上建立的结构数据模型，是用二维表来表示实体集属性间的关系以及实体间联系的形式化模型，它将用户数据的逻辑结构归纳为满足一定条件的二维表的形式。一个关系对应于一张二维表，这张二维表是指含有有限个不重复行的二维表。在对 E-R 模型的抽象上，每个实体集和联系集在这里转换为关系或二维表，而 E-R 模型中的属性在这里转化为二维表的列。

关系模型的主要概念如下：

- **关系**：一个关系对应一张二维表，每一个关系有一个名称即关系名。
- **元组**：表中的一行称为一个元组。
- **属性**：表中的一列称为一个属性，每一个属性有一个名称即属性名，且属性名不能重名。
- **复合属性**：如果一个属性还可以进一步分解为更小部分的属性，则称该属性为复合属性。

一个属性是否是复合属性，是否需要进一步分解为简单属性，往往是相对于项目的需求来说的。例如详细地址对于一个需要按省份或地区进行信息统计的项目来说是复合属性，需要进一步分解成省份、城市和街道等成分的属性，否则就是简单属性，不需要再分解。

- **多值属性**：如果一个属性的值不唯一，则称该属性为多值属性。例如联系方式有办公电话、家庭电话和手机等，同样一个属性是否是多值属性也是相对于项目的需求来说的。
- **码**：也称为码键，表中的某个属性或属性组，它可以唯一地确定关系中的一个元组。一个关系模式中可以有多个码，但数据库设计者需选择其中一个作为主码，用来区分同一实体集中的不同实体。
- **域**：属性的取值范围。
- **关系模式**：通过关系名和属性名列表对关系进行描述，相当于二维表的表头部分。

关系模型的表示形式：

关系名(属性名 1, 属性名 2, ..., 属性名 n)

在图 1-2 的 E-R 模型中，工作单位和工作人员两个实体的关系模型表示形式如下：

工作单位(单位编号, 单位名称)

工作人员(工作证号, 单位编号, 姓名, 照片)

【说明】 上面带下划线的属性表示主码。

## 2. 关系完整性

现实世界中的实体及其联系是要受到许多语义要求限制的，例如单位编号所采用的编码方案是几位，是数字还是字母等。对应于关系数据库，关系模型也应当反映出现实世界中的这些限制，这就是关系的完整性约束。

关系的完整性约束有以下几种：

- **域完整性**：指属性值应是域中的值。
- **实体完整性**：指实体的唯一性，即元组中的码不能为空值。
- **参照完整性**：指不同关系之间或同一关系的不同元组之间的约束。
- **用户定义完整性**：指针对某一具体应用领域需要遵循的约束条件。

## 3. 关系操作

关系模型的数据操作是集合操作，操作对象和操作结果都是关系(元组的集合)。关系模型提供了一系列操作的定义，这些操作为关系代数操作，简称为关系操作。关系操作可分为两类：集合操作和关系专用操作。

(1) **集合操作**：集合操作是把关系看做是元组的集合进行传统的集合运算，如并集运算、交集运算和差集运算。图 1-4 所示中以“工作人员表”为例给出了关系的集合运算。

(2) **关系专用操作**：常用的专用关系操作运算有选择运算、投影运算和连接运算。

- **选择运算**：选择运算是指从一个给定的关系中选出所有满足条件的元组。图 1-5 给出了从关系 R 中通过选择运算选出所有单位编号为 A 的工作人员的示例。
- **投影运算**：投影运算是指从一个给定关系中选出某些指定的列。图 1-6 给出了通过投影

运算选出所有工作人员的工作证号和姓名的示例。



图 1-4 关系 R 和关系 S 的集合运算

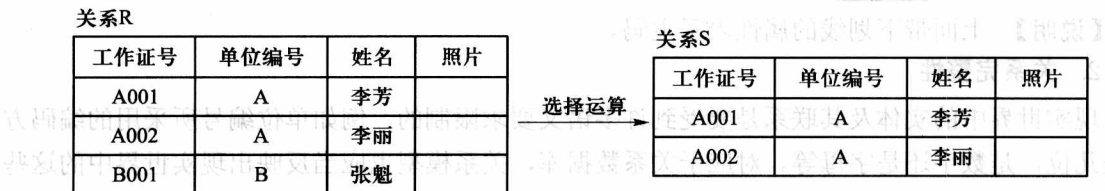


图 1-5 选择运算

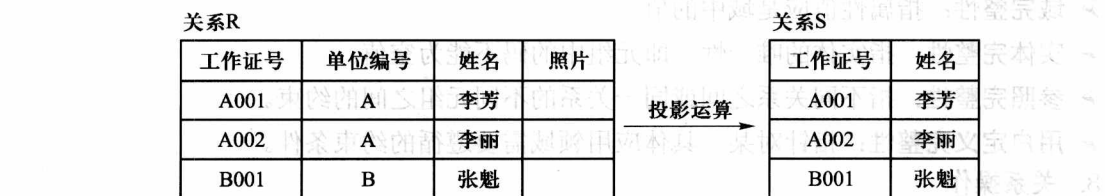


图 1-6 投影运算

- 连接运算：**连接运算是指从两个或两个以上关系中按照连接条件选取元组的投影运算。图 1-7 给出了“工作人员表”和“工作单位表”按照“单位编号”进行连接后，选取工作证号、姓名和单位名称的示例。

### 1.1.6 关系规范化

关系模型的设计要遵循忠实于应用需求、避免数据冗余和对对象独立性的原则。在给定一个关系模型时，如何判断该关系模型是一个“好”的设计方案呢？从理论上回答这个问题，一般就要求数据库的关系模型设计满足 3NF。范式就是组织数据的规则，根据一个关系满足数据



依赖的程度，可将范式分为 1NF、2NF、3NF、4NF 和 5NF，后一种范式是建立在前一种范式的基础之上，也就是说满足 3NF 的关系一定满足 2NF，满足 2NF 的关系一定满足 1NF。由于 4NF 和 5NF 在实际应用中意义不大，因此这里不再阐述。

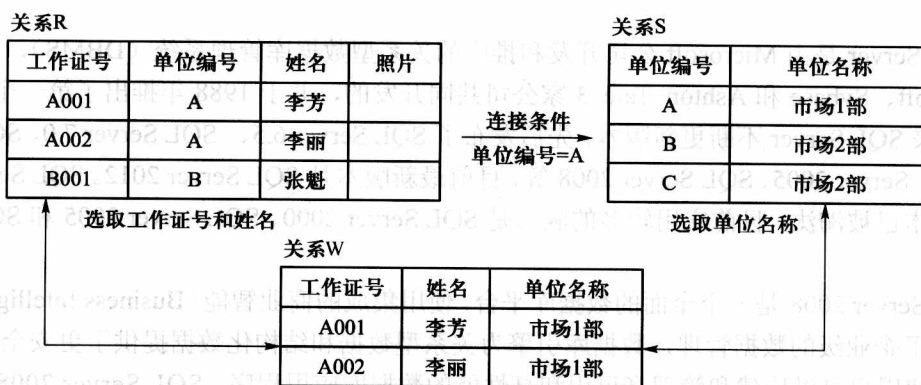


图 1-7 连接运算

### 1. 第一范式 (1NF)

如果一个关系模式的每个属性对应的域值都是不可分的，也即每个属性都是原子的，则这个关系模式属于第一范式。简单地说就是一个关系模式中不含多值属性和复合属性。第一范式的目标是将基本数据划分成实体集，并指定主码。

### 2. 第二范式 (2NF)

如果一个关系模式满足 1NF 的要求，且所有的非主属性都完全依赖于主码，则称这个关系模式属于第二范式。也就是说，在满足第一范式的实体中，如果是复合主码（即多个属性共同构成主码），那么所有的非主属性必须依赖于全部的主码，而不能只是依赖于部分的主码属性。第二范式的目标是将只部分依赖于主码（即依赖于主码的部分属性）的数据移到其他表中。违背了 2NF 的模式，即存在非主属性对候选码的部分依赖，则可能会造成数据冗余及异常问题。2NF 虽然消除了由于非主属性对主码的部分依赖所引起的冗余及各种异常，但并没有排除传递依赖。

### 3. 第三范式 (3NF)

如果一个关系模式满足 2NF 的要求，且不含有传递依赖于主码的属性，则这个关系模式属于第三范式。也就是说，在满足第二范式的实体中，非主属性不能依赖于另一个非主属性，即所有的非主属性应该直接依赖于全部的主属性，并且彼此之间无相互依赖关系。

关于数据库的规范设计，还会在后面的章节中结合数据库实例作更详细的介绍。需要说明地是在实际应用中，数据库的关系模式是否必须满足 3NF 的理论要求，完全避免数据冗余，也存在一些争议。冗余设计的缺点是会增加存储容量，造成数据的不一致性问题，但适当的冗余，会降低数据关系的复杂性和软件开发的难度，提高软件开发的效率，增强人机交互能力。冗余设计可能带来的数据不一致性问题，可以通过触发器等技术手段加以控制。对此，有经验的数据设计人员往往会根据项目的实际需要灵活处理。