



新世纪高职高专实用规划教材

• 计算机系列

# SQL Server 2005 实用教程

SQL Server 2005 SHIYONG JIAOCHENG

李 岩 张瑞雪 主编

赠送  
电子课件



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 计算机系列

# SQL Server 2005 实用教程

李岩 张瑞雪 主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是根据教育部提出的高等学校计算机基础教学三层次要求组织编写的,主要讲述了大型数据库管理系统 SQL Server 2005 的功能、操作和实用开发技术。

本书开篇介绍了数据库的有关知识,然后以 SQL Server 2005 为平台,采用一个贯穿全书的实例详细讲解了 SQL Server 2005 的安装和配置、数据库的创建与管理、数据库中的表、T-SQL 语言,视图及其应用、索引及其应用、存储过程和触发器、数据库的备份恢复与导入导出以及 SQL Server 的安全管理等相关知识。全书共分 13 章,第 1~12 章后面均配有实训内容,以强化学生的实践能力。在第 13 章介绍了 SQL Server 项目开发,将本书所学内容与 .NET 编程语言相结合,使读者对 SQL Server 2005 的了解更系统化、整体化。

本书的特点是注重循序渐进、由浅入深及理论联系实际,在保证教材系统性和科学性的同时,注重实践性和操作性。

本书可作为高职高专院校计算机相关专业的教材,也可以作为数据库技术的入门教材,同时也适合作为数据库应用系统开发人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 2005 实用教程/李岩,张瑞雪主编.—北京:清华大学出版社,2008..9

(新世纪高职高专实用规划教材 计算机系列)

ISBN 978-7-302-18347-1

I. S… II. ①李… ②张… III. 关系数据库—数据库管理系统, SQL Server 2005—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 119257 号

责任编辑:闫光龙 孙兴芳

封面设计:杨玉兰

版式设计:北京东方人华科技有限公司

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19 字 数:455 千字

版 次:2008 年 9 月第 1 版 印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029556-01

# 前 言

数据库技术是计算机技术领域中发展最快的技术之一，也是应用最为广泛的技术之一，它已经成为计算机信息系统的核心技术和重要基础。

2005年11月，微软公司发布了其数据库软件的又一个升级版本SQL Server 2005。这是5年来，微软公司首次发布新版本的数据库软件。从SQL Server 2000到SQL Server 2005，新版本的数据库系统不仅具有更高的性能、更强的处理能力，而且还带来了许多新的、在旧版本中从未出现的特性，而这些新特性都是与现代数据库的发展方向相一致的。例如，对XML的支持，在SQL语言中嵌入高级语言的支持。在企业环境中，更注重安全性、高可用性和集成的管理工具等。

目前，我国技能型人才短缺，而技能型人才的培养核心就是实践能力，学生应该在学校就开始接受实践能力的培养，以便毕业后能够很快地适应社会的需求。为了满足当前高职高专院校人才培养的要求和当今社会对人才需求的现状，很多学校的相关专业均开设了有关数据库技术的课程，而在众多的数据库系统中SQL Server以其兼具大型数据库技术要求和易于实现等特点，被许多院校列为必修课程。本书正是结合这一实际需求以及最新的数据库技术知识而编写的。

全书共有13章：第1章主要介绍数据库相关知识；第2章介绍了SQL Server 2005的安装和配置；第3、4章介绍了SQL Server数据库和表；第5章介绍了数据库的数据完整性；第6章介绍了数据查询；第7、8章介绍了视图及索引的应用；第9章介绍了T-SQL语言；第10章介绍了存储过程和触发器；第11章介绍了备份恢复与导入导出；第12章介绍了SQL Server的安全管理；第13章介绍了SQL Server项目开发。第1~12章后面均配有实训内容，所有实训内容均围绕一个大的实例完成，具有系统性和整体性。在项目开发中采用了先进的.NET技术，有助于学生对新知识、新技术的了解和学习。

本书概念清晰、叙述准确、重点突出，理论与实践紧密结合，注重操作技能的培养；图文并茂，提供了丰富的实例，有助于读者对所学内容的掌握，便于自学。

本书由李岩、张瑞雪任主编，王旭、李康乐任副主编。第1~3章由王旭编写，第4~7章由张瑞雪编写，第8、9、11章由李康乐编写，第10、12、13章由李岩编写。本书由李岩统稿，李康乐负责校对。本书的编写得到了许多教师的大力支持，在此衷心地向他们表示感谢。

本书既适合作为高职高专院校计算机相关专业教材，也可供从事计算机应用开发工作的人员学习参考。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

第 1 章 数据库概述.....1	2.3.3 安装 SQL Server 2005 部件..... 24
1.1 数据库的基本概念及数据库系统.....1	2.4 SQL Server 2005 的主要管理工具..... 29
1.1.1 数据库的基本概念.....1	2.4.1 SQL Server 管理控制台..... 29
1.1.2 数据库系统的组成.....2	2.4.2 商业智能开发工具..... 31
1.1.3 数据库系统的特点.....2	2.4.3 SQL Server 分析器..... 32
1.2 数据模型概述.....3	2.4.4 SQL Server 配置管理器..... 32
1.2.1 信息世界的描述.....4	2.4.5 数据库引擎优化顾问..... 33
1.2.2 数据模型.....4	2.5 配置 SQL Server 2005..... 34
1.3 关系数据库基本原理.....8	2.5.1 启动、停止、暂停和重新 启动 SQL Server 服务..... 34
1.3.1 关系模型.....8	2.5.2 配置服务的启动模式..... 35
1.3.2 关系运算.....10	2.5.3 注册服务器..... 37
1.3.3 关系数据库标准语言.....11	2.5.4 创建服务器组..... 39
1.3.4 关系模型的规范化.....12	2.6 本章实训..... 40
1.4 本章实训.....14	2.6.1 实训目的..... 40
1.4.1 实训目的.....14	2.6.2 实训内容..... 40
1.4.2 实训内容.....14	2.6.3 实训过程..... 40
1.4.3 实训过程.....14	2.6.4 实训总结..... 40
1.4.4 实训总结.....15	本章小结..... 41
本章小结.....15	习题..... 41
习题.....16	
第 2 章 SQL Server 2005 概述.....18	第 3 章 SQL Server 2005 数据库..... 42
2.1 SQL Server 2005 简介.....18	3.1 SQL Server 2005 数据库概念..... 42
2.1.1 SQL Server 2005 的发展 及特点.....18	3.1.1 数据库文件..... 42
2.1.2 SQL Server 2005 的环境.....19	3.1.2 数据库文件组..... 43
2.2 SQL Server 的结构.....21	3.2 系统数据库概述..... 43
2.2.1 SQL Server 的系统结构.....21	3.2.1 数据库对象..... 44
2.2.2 SQL Server 2005 的体系 结构.....22	3.2.2 系统数据库..... 44
2.3 SQL Server 2005 的安装和配置.....23	3.3 创建数据库..... 46
2.3.1 SQL Server 2005 的应用 环境设计.....23	3.3.1 用 SQL Server Management Studio 创建数据库..... 46
2.3.2 安装预备软件.....23	3.3.2 用 SQL 命令创建数据库..... 48
	3.3.3 事务日志..... 51
	3.4 管理和维护数据库..... 52

3.4.1	打开数据库 .....	52	本章小结 .....	74
3.4.2	查看数据库信息 .....	53	习题 .....	75
3.4.3	用 SQL Server Management Studio 修改数据库配置 .....	54	<b>第 5 章 数据完整性</b> .....	76
3.4.4	用 T-SQL 命令修改 数据库配置 .....	54	5.1 数据完整性的基本概念 .....	76
3.4.5	删除数据库 .....	55	5.2 约束 .....	77
3.5	本章实训 .....	56	5.2.1 主键约束 .....	77
3.5.1	实训目的 .....	56	5.2.2 唯一性约束 .....	79
3.5.2	实训内容 .....	56	5.2.3 检查约束 .....	81
3.5.3	实训过程 .....	56	5.2.4 默认值约束 .....	84
3.5.4	实训总结 .....	58	5.2.5 外键约束 .....	85
	本章小结 .....	58	5.3 默认值 .....	88
	习题 .....	58	5.3.1 创建默认值 .....	88
<b>第 4 章 数据库中的表</b> .....		60	5.3.2 绑定和解绑默认值 .....	88
4.1 创建表 .....		60	5.3.3 删除默认值 .....	89
4.1.1 使用 SQL Server Management Studio 创建表 .....		60	5.4 规则 .....	89
4.1.2 使用 SQL 命令方式创建表 .....		61	5.4.1 创建规则 .....	90
4.2 表管理和维护 .....		63	5.4.2 绑定和解绑规则 .....	90
4.2.1 查看表的属性 .....		63	5.4.3 删除规则 .....	90
4.2.2 修改表结构 .....		64	5.5 标识列 .....	91
4.2.3 删除数据表 .....		66	5.6 自定义数据类型 .....	91
4.3 表数据的操作 .....		67	5.7 本章实训 .....	92
4.3.1 图形界面方式操作表数据 .....		67	5.7.1 实训目的 .....	92
4.3.2 使用 INSERT 命令向表中 添加数据 .....		68	5.7.2 实训内容 .....	92
4.3.3 使用 UPDATE 修改表中的 数据 .....		69	5.7.3 实训过程 .....	92
4.3.4 使用 DELETE 或 TRUNCATE TABLE 删除表中的数据 .....		70	5.7.4 实训总结 .....	93
4.3.5 常用系统数据表 .....		70	本章小结 .....	93
4.4 本章实训 .....		71	习题 .....	94
4.4.1 实训目的 .....		71	<b>第 6 章 数据查询</b> .....	95
4.4.2 实训内容 .....		71	6.1 简单 SELECT 语句 .....	96
4.4.3 实训过程 .....		72	6.1.1 SELECT 语句的语法格式 .....	96
4.4.4 实训总结 .....		74	6.1.2 基本的 SELECT 语句 .....	97
			6.1.3 INTO 子句 .....	100
			6.1.4 WHERE 子句 .....	102
			6.1.5 ORDER BY 子句 .....	105
			6.2 SELECT 语句的统计功能 .....	106
			6.2.1 使用集合函数 .....	106

6.2.2	GROUP BY 子句 .....	107	7.5	本章实训 .....	133
6.2.3	COMPUTE 子句 .....	109	7.5.1	实训目的 .....	133
6.3	SELECT 语句中的多表连接 .....	110	7.5.2	实训内容 .....	133
6.3.1	交叉连接 .....	111	7.5.3	实训过程 .....	133
6.3.2	内连接 .....	112	7.5.4	实训总结 .....	134
6.3.3	外连接 .....	112	本章小结 .....	134	
6.3.4	自连接 .....	114	习题 .....	135	
6.3.5	合并查询 .....	114	<b>第 8 章 索引及其应用</b> .....	<b>136</b>	
6.4	子查询 .....	115	8.1	索引的概述 .....	136
6.4.1	嵌套子查询 .....	115	8.1.1	索引的作用 .....	136
6.4.2	相关子查询 .....	117	8.1.2	索引的分类 .....	137
6.4.3	使用子查询向表中添加 多条记录 .....	118	8.2	创建索引 .....	138
6.5	本章实训 .....	119	8.2.1	系统自动创建索引 .....	138
6.5.1	实训目的 .....	119	8.2.2	在 SQL Server Management Studio 下创建索引 .....	139
6.5.2	实训内容 .....	119	8.2.3	使用 CREATE INDEX 语句 创建索引 .....	141
6.5.3	实训过程 .....	119	8.3	管理和维护索引 .....	143
6.5.4	实训总结 .....	122	8.3.1	查看和维护索引信息 .....	143
本章小结 .....	122		8.3.2	删除索引 .....	143
习题 .....	124		8.3.3	索引的分析与维护 .....	144
<b>第 7 章 视图及其应用</b> .....	<b>125</b>		8.4	本章实训 .....	148
7.1	视图概述 .....	125	8.4.1	实训目的 .....	148
7.1.1	视图的基本概念 .....	125	8.4.2	实训内容 .....	148
7.1.2	视图的优点及注意事项 .....	125	8.4.3	实训过程 .....	148
7.2	视图的创建和查询 .....	126	8.4.4	实训总结 .....	149
7.2.1	在 SQL Server Management Studio 中创建视图 .....	126	本章小结 .....	149	
7.2.2	使用 CREATE VIEW 命令 创建视图 .....	128	习题 .....	150	
7.2.3	使用视图的查询 .....	128	<b>第 9 章 T-SQL 语言</b> .....	<b>151</b>	
7.3	视图的管理和维护 .....	129	9.1	批处理、脚本和注释 .....	151
7.3.1	查看视图的定义信息 .....	129	9.1.1	批处理 .....	151
7.3.2	查看视图与其他对象的 依赖关系 .....	130	9.1.2	脚本 .....	152
7.3.3	视图的修改 .....	131	9.1.3	注释 .....	153
7.3.4	视图的删除 .....	132	9.2	常量、变量和表达式 .....	153
7.4	通过视图修改表数据 .....	132	9.2.1	数据类型与常量 .....	153
			9.2.2	变量 .....	157

9.2.3	运算符与表达式	160	10.2.1	简单存储过程的创建	194
9.3	流程控制语句	163	10.2.2	存储过程的执行	195
9.3.1	BEGIN...END 语句	163	10.2.3	带输入参数的存储过程	196
9.3.2	IF...ELSE 语句	164	10.2.4	带输出参数的存储过程	198
9.3.3	CASE 表达式	164	10.3	存储过程的管理与维护	200
9.3.4	无条件转移语句 GOTO	167	10.3.1	查看存储过程的定义信息	200
9.3.5	WAITFOR 语句	167	10.3.2	存储过程的重编译	201
9.3.6	WHILE 语句	167	10.3.3	修改和删除存储过程	202
9.3.7	RETURN 语句	168	10.4	触发器的概念	203
9.4	系统内置函数	169	10.4.1	基本概念	203
9.4.1	行集函数	169	10.4.2	触发器的功能	203
9.4.2	聚合函数	170	10.4.3	触发器的类型	204
9.4.3	标量函数	171	10.5	创建和应用 DML 触发器	204
9.5	用户自定义函数	181	10.5.1	DML 触发器的类型	204
9.5.1	用户自定义函数的创建 与调用	181	10.5.2	DML 触发器的工作原理	205
9.5.2	修改与删除用户自定义 函数	184	10.5.3	创建 DML 触发器的 注意事项	205
9.6	游标及其使用	185	10.5.4	创建触发器	205
9.6.1	声明游标	185	10.6	触发器的管理与维护	209
9.6.2	打开游标	185	10.6.1	查看触发器的定义信息	209
9.6.3	数据处理	186	10.6.2	修改和删除触发器	210
9.6.4	关闭游标	189	10.6.3	禁止或启用触发器	211
9.6.5	释放游标	189	10.7	DDL 触发器	211
9.7	本章实训	189	10.7.1	创建 DDL 触发器	211
9.7.1	实训目的	189	10.7.2	查看和修改 DDL 触发器	212
9.7.2	实训内容	190	10.8	事务	213
9.7.3	实训过程	190	10.8.1	基本概念	213
9.7.4	实训总结	192	10.8.2	事务应用	213
本章小结		192	10.9	本章实训	214
习题		192	10.9.1	实训目的	214
<b>第 10 章 存储过程和触发器</b>		<b>193</b>	10.9.2	实训内容	215
10.1	存储过程的概念	193	10.9.3	实训过程	215
10.1.1	基本概念	193	10.9.4	实训总结	216
10.1.2	存储过程的优点	193	本章小结		216
10.1.3	存储过程的类型	194	习题		216
10.2	建立和执行存储过程	194	<b>第 11 章 备份恢复与导入导出</b>		<b>218</b>
			11.1	备份与恢复的基本概念	218



11.1.1	备份与恢复的需求分析.....	218	12.3.2	修改数据库用户.....	256
11.1.2	备份数据库的基本概念.....	219	12.3.3	删除数据库用户.....	257
11.1.3	数据库恢复的概念.....	221	12.4	数据库用户角色.....	257
11.2	备份数据库.....	222	12.4.1	固定的数据库角色.....	258
11.2.1	使用 SQL Server Management Studio 备份数据库.....	222	12.4.2	用户自定义的数据库 角色.....	258
11.2.2	创建备份设备.....	224	12.4.3	增加和删除数据库角色 成员.....	260
11.2.3	使用 SQL 语句备份 数据库.....	225	12.5	权限.....	261
11.3	恢复数据库.....	226	12.5.1	概述.....	261
11.3.1	恢复数据库前的准备.....	227	12.5.2	权限的管理.....	262
11.3.2	使用 SQL Server Management Studio 恢复数据库.....	228	12.6	本章实训.....	266
11.3.3	使用 SQL 语句恢复 数据库.....	230	12.6.1	实训目的.....	266
11.4	导入与导出.....	232	12.6.2	实训内容.....	266
11.4.1	SQL Server 与 Excel 的数据 格式转换.....	232	12.6.3	实训过程.....	266
11.4.2	SQL Server 与 Access 的 数据格式转换.....	240	12.6.4	实训总结.....	267
11.5	本章实训.....	242	本章小结.....	267	
11.5.1	实训目的.....	242	习题.....	268	
11.5.2	实训内容.....	242			
11.5.3	实训过程.....	243			
11.5.4	实训总结.....	243			
本章小结.....	243				
习题.....	244				
<b>第 12 章 SQL Server 的安全管理.....</b>	<b>245</b>				
12.1	SQL Server 的安全模型.....	245	<b>第 13 章 SQL Server 开发与编程.....</b>	<b>269</b>	
12.1.1	SQL Server 访问控制.....	245	13.1	ADO.NET 数据库访问对象模型.....	269
12.1.2	SQL Server 身份验证模式.....	246	13.1.1	VB.NET 简介.....	269
12.2	服务器的安全性.....	246	13.1.2	ADO.NET 数据库访问 对象.....	269
12.2.1	创建和修改登录账户.....	247	13.2	系统功能设计.....	272
12.2.2	禁止或删除登录账户.....	251	13.3	数据库和表的设计.....	273
12.2.3	服务器角色.....	253	13.4	程序开发.....	277
12.3	数据库的安全性.....	254	13.4.1	创建项目.....	277
12.3.1	添加数据库用户.....	254	13.4.2	初始界面.....	277
			13.4.3	登录窗口.....	279
			13.4.4	主窗口.....	281
			13.4.5	基础资料.....	282
			13.4.6	成绩管理.....	285
			13.4.7	用户管理.....	287
			13.4.8	About 窗口.....	289
			本章小结.....	290	
			<b>参考文献.....</b>	<b>291</b>	

# 第 1 章 数据库概述

随着科学技术和社会经济的飞速发展,人们掌握的信息量急剧增加,要充分地开发和利用这些信息资源,就必须有一种新技术能对大量的信息进行识别、存储、处理与传播。随着计算机软硬件技术的发展,20 世纪 60 年代末,数据库技术应运而生,并从 20 世纪 70 年代起得到了迅速的发展和广泛的应用。数据库技术主要研究如何科学地组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据。数据库技术作为数据管理的最新技术,目前已广泛应用于各个领域。对于一个国家来说,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已经成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。

通过本章的学习,读者应掌握以下内容:

- 数据库的基本概念及数据库系统
- 数据模型
- 关系数据库基本原理及关系运算

## 1.1 数据库的基本概念及数据库系统

数据、数据库、数据库系统和数据库管理系统是四个密切相关的基本概念。

### 1.1.1 数据库的基本概念

下面将简单介绍数据库的几个基本概念。

#### 1. 数据

数据(Data)是描述客观事物的符号记录,可以是数字、文字、图形、图像、声音及语言等,经过数字化后存入计算机。事物可以是可触及的对象(一个人、一棵树或一个零件等),可以是抽象事件(一场球赛、一次演出等),也可以是事物之间的联系(一张借书卡、订货单等)。

数据和关于数据的解释是不可分的。数据的形式本身并不能完全表达其内容。数据应该由数据值本身及其含义两部分组成,也就是需要经过语义解释。数据与其语义是密不可分的。

#### 2. 数据库

数据库(Database, DB)是存放数据的仓库,是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。在数据库中集中存放了一个有组织的、完整的、有价值的数据库资源,如学生成绩、学生档案或公司账目等。它可以供各种用户共享,具有最小冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

#### 3. 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是指位于用户与操作系统之间

的一层数据管理系统软件。数据库在建立、运行和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制。数据库管理系统是一组计算机程序，使用户能够方便地定义数据和操作数据，并能够保证数据的安全性和完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

#### 4. 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)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、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。

#### 5. 数据库管理员

数据库系统管理员(Database Administrator, DBA)是负责数据库的建立、使用和维护的专门人员。用户使用数据库是目的，数据库管理系统是帮助用户达到这一目的的工具和手段。

### 1.1.2 数据库系统的组成

数据库系统包括数据、硬件、软件 and 用户四部分。

(1) 数据是构成数据库的主体，是数据库系统的管理对象。

(2) 硬件是数据库系统的物力支撑，包括 CPU、内存、外存及 I/O 设备等。

(3) 软件包括系统软件和应用软件。系统软件包括操作系统和数据库管理系统，数据库管理系统是数据库系统中最重要的核心软件；应用软件是在数据库管理系统的支持下由用户根据实际需求开发的应用程序。

(4) 用户包括专业用户、非专业用户和数据库管理员。

① 专业用户是指应用程序员，负责设计和编制应用程序。通过应用程序存取和维护数据库，为最终用户准备应用程序。

② 非专业用户，即最终用户，是非计算机专业人员。他们通过应用系统提供的用户接口界面以交互式操作的方式使用数据库。交互式操作通常使用菜单和图形界面。

③ 数据库管理员全面负责数据库系统的管理、维护和正常使用，保证数据库始终处于最佳工作状态。对于大型数据库系统，要求配置专门的 DBA，主要职责如下。

- 参与数据库设计的全过程。
- 定义数据库的安全性和完整性约束条件。
- 决定数据库的存储和读取策略。
- 监督控制数据库的使用和运行并及时处理运行程序中出现的問題。
- 改进数据库系统和重组数据库。

### 1.1.3 数据库系统的特点

#### 1. 数据结构化

描述数据时不仅要描述数据本身，还要描述数据之间的联系。数据库系统主要实现整体数据的结构化。

## 2. 数据的共享性高, 冗余度低, 易扩充

DBS 数据面向整个系统, 所以可以为多用户、多应用共享。数据共享可以大大减少冗余度、节约存储空间; 能够避免数据之间的不一致, 数据不一致是指同一数据不同复制时的值不一样; 还能使 DBS 具有弹性大、易扩充的特点。

## 3. 数据独立性高

数据独立性主要从物理独立性和逻辑独立性两个方面体现。从物理独立性角度来讲, 用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库是相互独立的, 当数据的存储结构(或物理结构)改变时, 通过对映象的相应改变可以保持数据的逻辑结构不变, 从而应用程序也不必改变。从逻辑独立性角度来讲, 用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的, 应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的, 即使数据的逻辑结构改变了, 应用程序也不必修改。

## 4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

DBMS 提供以下几个方面的数据控制功能。

(1) 数据库的安全性(Security)保护。保护数据以防止不合法的使用造成的数据泄密和破坏。

(2) 数据的完整性检查(Integrity)。数据的完整性是指数据的正确性和一致性。数据的完整性检查是指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)。当计算机系统遭遇硬件故障、软件故障、操作员误操作或恶意破坏时, 可能导致数据错误或数据全部、部分丢失, 此时要求数据库具有恢复功能。所谓的数据库恢复是指 DBMS 将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态, 即完整性状态。

# 1.2 数据模型概述

现实世界中的数据要进入数据库中, 需要经过人们的认识、理解、整理、规范和加工。我们可以把这一过程划分成三个主要阶段, 即现实世界阶段、信息世界阶段和机器世界阶段。

现实世界中的数据经过人们的认识和抽象, 形成信息世界; 在信息世界中用概念模型来描述数据及其联系, 概念模型按用户的观点对数据和信息进行建模, 独立于具体的机器和 DBMS; 根据所使用的具体机器和 DBMS, 需要对概念模型进行进一步转换, 形成在具体机器环境下可以实现的数据模型。

数据库是按照一定的数据模型组织存储在一起的数据集合。数据模型是对现实世界的模拟, 它反映现实世界中的客观事物以及这些客观事物之间的联系。

## 1.2.1 信息世界的数据描述

信息世界是现实世界在人们头脑中的反映。人们对现实世界的客观事物及其联系进行充分的认识、理解和分析,将其抽象为某种信息结构,得到关于现实世界的概念级的模型,即概念模型。这样就将现实世界抽象为信息世界。在信息世界中,用概念模型反映客观事物及事物之间的联系。

## 1.2.2 数据模型

上面介绍的概念模型,只是从本质上直接反映客观事物及事物之间的联系,并没有考虑在计算机上数据库中的具体实现,要将这种描述在计算机中表示,需要将概念模型转换为数据模型。

### 1. 数据模型的概念

数据模型是对客观事物及其联系的数据描述,使概念模型数据化。它描述数据以及数据之间的联系,是现实世界的第二级抽象。数据模型同样反映客观事物及事物之间的联系,同时考虑了在计算机上数据库中的具体实现,是在数据库中真正实现的模型。

数据模型通常由数据结构、数据操作和数据的约束条件三部分组成。

#### 1) 数据结构

数据结构是所研究的对象类型的集合,这些对象组成数据库,它们包括两类:一类是与数据类型、内容和性质有关的对象;另一类是与数据之间联系有关的对象。按照数据结构类型的不同,又可以将数据模型划分为层次模型、网状模型和关系模型。

#### 2) 数据操作

数据操作是指对数据库中各种对象实例的操作。

#### 3) 数据的约束条件

数据的约束条件是一组完整性规则的集合。数据模型应反映和规定本数据模型必须遵守的、基本的、通用的完整性约束条件。数据的完整性约束是指在给定的数据模型中,数据及其数据关联所遵守的一组规则,用以保证数据库中数据的正确性和一致性。

### 2. 概念模型

#### 1) 概念模型的名词术语

(1) 实体(Entity): 客观存在并可相互区别的事物称为实体。实体既可以是实际的事物,也可以是抽象的概念或联系。

(2) 属性(Attribute): 属性就是实体所具有的特性,一个实体可以由若干个属性描述。

(3) 域(Domain): 属性的取值范围称为该属性的域。

(4) 实体型(Entity Type): 用实体名及其属性名集合来抽象和刻画同类实体。例如,教师(教师编号,教师姓名,性别,出生年份,工作年限,工资)。

(5) 实体集(Entity Set): 具有相同属性的实体的集合称为实体集。

(6) 键(Key): 键是能够唯一地标识出一个实体集中每一个实体的属性或属性组合,键也被称为关键字或码。

(7) 联系(Relationship): 联系有两种, 一种是实体内部各属性之间的联系, 另一种是实体之间的联系。

### 2) 实体之间的联系

(1) 一对一联系: 如果对于实体集 A 中的每个实体, 实体集 B 中至多有一个(可以没有)与之相对应, 反之亦然, 则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系, 记作 1:1, 如图 1.1(a) 所示。

(2) 一对多联系: 如果对于实体集 A 中的每个实体, 实体集 B 中有  $n$  个实体( $n \geq 0$ )与之相对应; 反过来, 实体集 B 中的每个实体, 实体集 A 中至多只有一个实体与之联系, 则称实体集 A 与实体集 B 具有一对多联系, 记作 1: $n$ , 如图 1.1(b) 所示。

(3) 多对多联系: 如果对于实体集 A 中的每个实体, 实体集 B 中有  $n$  个实体( $n \geq 0$ )与之相对应; 反过来, 实体集 B 中的每个实体, 实体集 A 中也有  $m$  个实体( $m \geq 0$ )与之联系, 则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系, 记作  $m:n$ , 如图 1.1(c) 所示。

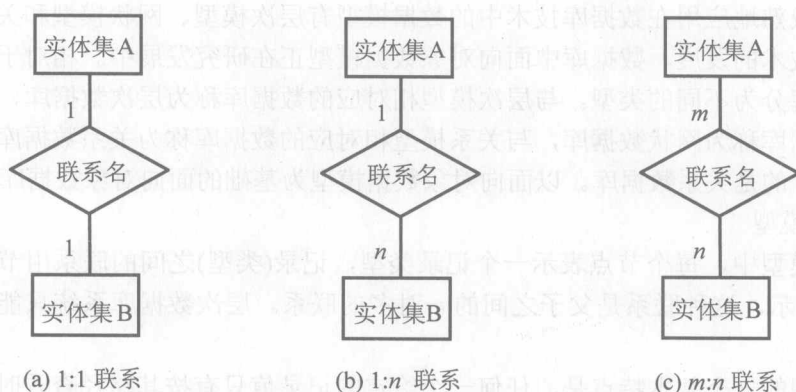


图 1.1 实体之间的三种联系

### 3) E-R 模型

E-R 模型是用 E-R 图来表示的, E-R 图有以下三个要素。

(1) 实体: 用矩形表示实体, 矩形内标注实体名称。

(2) 属性: 用椭圆表示属性, 椭圆内标注属性名称, 并用连线与实体连接起来。

(3) 实体之间的联系: 用菱形表示, 菱形内注明联系名称, 并用连线将菱形框分别与相关实体相连, 并在连线上注明联系类型。

下面用 E-R 图来表示学校教师授课情况的概念模型, 如图 1.2 所示。

由图 1.2 可知: 教师属性有所属系及姓名; 课目属性有编号及名称; 学生属性有学号、姓名、年龄及班级。

E-R 图直观易懂, 是系统开发人员和客户之间很好的沟通媒介。对于客户(系统应用方)来讲, 它概括了授课过程方式和各种联系; 对于开发人员来讲, 它从概念上描述了一个应用系统数据库的信息组织。因此, 若能准确地画出应用系统的 E-R 图, 就意味着彻底搞清楚了问题, 以后就可以根据 E-R 图, 结合具体的 DBMS 的类型, 将其演变为该 DBMS 所能支持的结构数据模型。这种逐步推进的方法如今已经普遍用于数据库设计中, E-R 图成为数据库设计中的一个重要步骤。

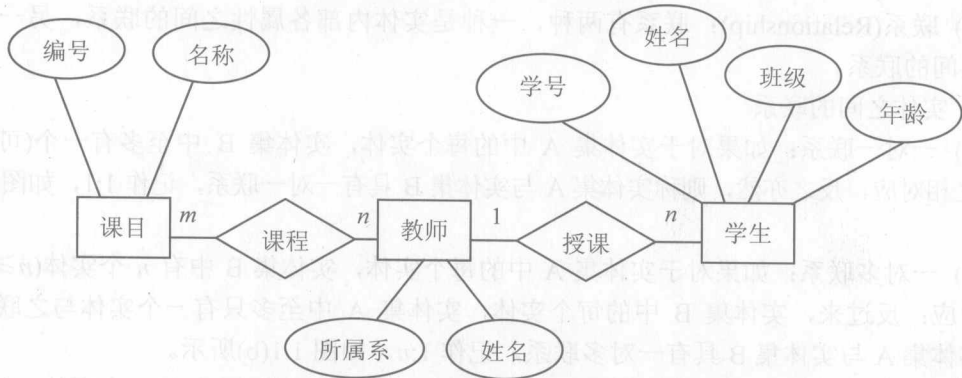


图 1.2 E-R 图

### 3. 三种主要的数据库模型

目前，成熟地应用在数据库技术中的数据模型有层次模型、网状模型和关系模型。随着面向对象技术的发展，数据库中面向对象数据模型正在研究发展中。相对于不同的数据模型，数据库分为不同的类型。与层次模型相对应的数据库称为层次数据库，与网状模型相对应的数据库称为网状数据库，与关系模型相对应的数据库称为关系数据库。目前，市场上广为流行的是关系数据库。以面向对象数据模型为基础的面向对象数据库正在兴起。

#### 1) 层次模型

在层次模型中，每个节点表示一个记录类型，记录(类型)之间的联系用节点之间的连线(有向边)表示，这种联系是父子之间的一对多的联系。层次数据库系统只能处理一对多的实体联系。

层次模型的一个基本特点是，任何一个给定的记录值只有按其路径查看时，才能显示出它的全部意义，没有一个子记录值能够脱离父记录值而独立存在，如图 1.3 所示。

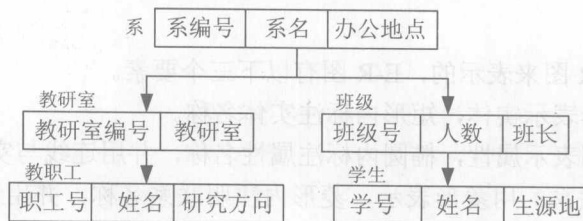


图 1.3 层次模型示例

层次模型反映实体间的一对多的联系。层次模型的优点是层次分明、结构清晰，它适于描述客观事物中有主、细目之分的结构关系；缺点是不能直接反映事物间多对多的联系，查询效率低。

#### 2) 网状模型

现实世界中事物之间的联系更多的是非层次关系的，用层次模型表示这种关系很不直观，网状模型克服了这一弊病，可以清晰地表示这种非层次关系。

网状模型取消了层次模型的两个限制，两个或两个以上的节点都可以有多个双亲节点，此时有向树变成了有向图，该有向图描述了网状模型。例如，学生、课程、教室和教

师之间的关系，一个学生可以选修多门课程，一门课程可以由多个学生选修。网状模型示例如图 1.4 所示。

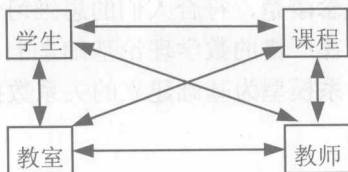


图 1.4 网状模型示例

网状模型的优点是表达能力强，能更为直接地反应现实世界事物之间多对多的联系；缺点是在概念上、结构上和使用上都比较复杂，数据独立性较差。

### 3) 关系模型

关系模型是由 IBM 公司的 E.F.Codd 于 1970 年首次提出的。以关系模型为基础的数据库管理系统，称为关系数据库系统(RDBMS)，目前广泛使用。

关系模型是建立在数学概念之上的，与层次模型、网状模型相比，关系模型是一种最重要的数据模型。它主要由关系数据结构、关系操作集合和关系完整性约束三部分组成。实际上，关系模型可以理解为由二维表结构来表示实体及实体之间联系的模型，表的列表示关系的属性，表的行表示关系中的元组。

在日常生活中，我们经常会碰到像花名册、工资单和成绩单等二维表，这些二维表的共同特点是由许多行和列组成，列有列名，行有行号。

关系中每一行称为一个元组。例如，表 1.1 中，“2006030101，王林，男，1988-2-3，……”是一个元组。

表 1.1 学生名单

表头	学号	姓名	性别	出生时间	专业	总学分	照片
属性	2006030101	王林	男	1988-2-3	信息管理	20	<Binary>
	2006030102	程明	男	1988-5-15	信息管理	20	<Binary>
	2006030103	王燕	女	1987-8-22	信息管理	20	<Binary>
	2006030104	李丽	女	1988-4-30	信息管理	20	<Binary>
	2006030105	林一凡	男	1988-12-2	信息管理	20	<Binary>
	2006030106	张永强	男	1987-6-23	信息管理	20	<Binary>
	2006030301	王林	男	1985-3-2	网络工程	18	<Binary>
	2006030302	刘玉敏	女	1987-12-2	网络工程	20	<Binary>
	2006030303	方可以	女	1988-4-21	网络工程	18	<Binary>

关系中每一列称为一个属性。例如，表 1.1 中一列“学号”是一个属性，另一列“姓名”也是一个属性。

关系中能够唯一确定一个元组的属性或属性组称为关键字。例如，表 1.1 中每个学生的学号各不相同，学号可以唯一确定一个元组，因此，学号是该关系的关键字。



对关系的描述一般表示为：关系名(属性 1, 属性 2, ……属性  $n$ )，这个元组集合的描述称为关系模式。例如，学生(学号, 姓名, 性别, 出生日期, 籍贯)。

关系模型数据结构简单、概念清楚，符合人们的思维习惯，表达能力强，能直接反映实体之间的三种联系，并且建立在严格的数学理论基础之上。因此，关系模型是目前使用最为广泛的一种数据模型，以关系模型为基础建立的关系数据库是当前市场上最为流行的数据库。

## 1.3 关系数据库基本原理

关系数据库是以关系模型为数据模型的数据库。关系模型建立在严格的数学理论基础之上，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。关系数据库的建立，关键在于构造设计合适的关系模型。

### 1.3.1 关系模型

前面已对关系模型做了直观的描述，关系模型是建立在数学概念之上的，与层次模型、网状模型相比，关系模型是一种最重要的数据模型。它主要由关系数据结构、关系操作集合和关系完整性约束三部分组成。

#### 1. 关系模型的基本概念

一个关系对应于一张二维表。这个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都转化为关系或称二维表，而 E-R 模型中的属性在这里转化为二维表的列，也可称为属性，每个属性的名称被称为属性名，也可以称为列名。每个属性的取值范围称为该属性的域。二维表中每个属性或列取值后的一行数据称为该二维表的一个元组。实际上，关系模型可以理解为用二维表结构来表示实体及实体之间联系的模型，表的列表示关系的属性，表的行表示关系中的元组。

关系模型允许定义四类完整性约束：实体完整性、域完整性、参照完整性和用户定义的完整性。实体完整性和参照完整性是关系模型必须满足的完整性约束条件，域完整性是关系中的列必须满足的某种特定的数据类型或约束，用户定义的完整性是应用领域需要遵循的约束条件。

#### 2. 关系的性质

关系是一种规范化了的二维表中行的集合。为了使相应的数据操作简化，在关系模型中对关系进行了限制，因此关系具有以下六条性质。

- (1) 列是同质的，即每一列中的分量是同一类型的数据，来自同一个域。
- (2) 关系中的任意两个元组不能相同。
- (3) 关系中不同的列来自不同的域，每一列有不同的属性名。
- (4) 关系中列的顺序可以任意互换，不会改变关系的意义。
- (5) 行的次序和列的次序一样，也可以任意交换。
- (6) 关系中每一个分量都必须是不可分的数据项，元组分量具有原子性。