

SQL Server 2005 实训教程

蒋 毅 林海旦 主 编
苏雅丽 吴小刚 副主编

21 世纪高职高专计算机技能与应用系列规划教材

SQL Server 2005 实训教程

蒋 毅 林海旦 主 编

苏雅丽 吴小刚 副主编

中国人民大学出版社

• 北京 •

北京科海电子出版社

www.khp.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 2005 实训教程/蒋毅, 林海旦主编.

北京: 中国人民大学出版社, 2009

(21 世纪高职高专计算机技能与应用系列规划教材)

ISBN 978-7-300-10153-8

I. S…

II. ①蒋… ②林…

III. 关系数据库—数据库管理, 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 204438 号

21 世纪高职高专计算机技能与应用系列规划教材

SQL Server 2005 实训教程

蒋毅 林海旦 主编

出版发行 中国人民大学出版社 北京科海电子出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

北京市海淀区上地七街国际创业园 2 号楼 14 层

邮政编码 100085

电 话 (010) 82896442 62630320

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.khp.com.cn> (科海图书服务网站)

经 销 新华书店

印 刷 北京市鑫山源印刷有限公司

规 格 185 mm×260 mm 16 开本

版 次 2009 年 2 月第 1 版

印 张 17.75

印 次 2009 年 2 月第 1 次印刷

字 数 429 000

定 价 28.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

内容提要

本书主要介绍 SQL Server 2005 的各项功能、相关命令和开发应用系统的相关技术。

全书共分为 14 章, 内容包括: 数据库基础知识, SQL Server 2005 简介及安装, SQL Server 2005 数据库基本操作及管理, 数据库中表的基本操作, SQL 查询, 索引及视图, 存储过程和触发器, 备份与还原, 安全管理, VB 与 SQL Server 2005, ASP.NET 与 SQL Server 2005, Delphi 与 SQL Server 2005, SQL Server 2005 实验指导和 SQL Server 2005 应用实例等。

本书结构清晰, 内容详实, 示例丰富, 通俗易懂, 尤其适合作为各类高职高专院校、计算机培训学校等相关专业的教材, 也可以作为数据库技术从业人员和数据库技术爱好者的参考用书。

为方便读者学习和参考, 书中全部实例的源文件可到 <http://www.khp.com.cn> 中下载。用书教师可致电 (010) 82896438 或发 E-mail: feedback@khp.com.cn 免费获取电子教案。

前言

微软公司的 SQL Server 作为当前最流行的关系型数据库，在大型数据库开发和管理、企业业务数据处理等方面具有广泛的应用。SQL Server 2005 相对于 SQL Server 2000 及其以前版本，提供了一个完整的数据管理和分析的解决方案，在企业级支持、商业智能应用、管理开发效率等方面都有了显著的增强，是集数据管理与商务智能分析于一体的新一代数据管理与分析平台。

本书主要介绍 SQL Server 2005 的各项功能、相关命令和开发应用系统的相关技术。在内容编排上，从方便教和学两个角度组织内容，侧重实用，不只是简单地介绍了 SQL Server 2005 数据库的知识点，而是结合实验操作和真实的数据库应用情境——SQL Server 2005 应用实例对 SQL Server 2005 进行阐述。

全书共分为 14 章，第 1~9 章介绍了数据库基础知识，SQL Server 2005 简介及安装，SQL Server 2005 数据库基本操作及管理，数据库中表的基本操作，SQL 查询，索引及视图，存储过程和触发器，备份与还原，安全管理等；第 10~12 章介绍了 VB、ASP.NET、Delphi 与 SQL Server 2005 的应用方法；第 13 章为实验指导，指导读者在上机实验中强化实际操作能力；第 14 章通过完成综合实例中的项目让读者将所学知识融会贯通，做到真正掌握并应用 SQL Server 2005 进行工作。其中，第 1~9 章配有上机指导，目的是让读者在实践中掌握所学内容；第 1~13 章配有习题（第 13 章为思考题），目的是让读者在完成习题的同时，提高和巩固所学知识。另外本书的最后给出了模拟测试题，以及部分习题答案，用于检验读者对所学内容的掌握，利于读者有的放矢地去复习。

为方便读者学习和参考，书中全部实例的源文件可到 <http://www.khp.com.cn> 中下载。用书教师可致电（010）82896438 或发 E-mail: feedback@khp.com.cn 免费获取电子教案。

本书结构清晰，内容详实，示例丰富，通俗易懂，所精选的实例贴近工作，可操作性强，便于读者掌握并应用到实际工作中去，尤其适合作为各类高职高专院校、计算机培训学校等相关专业的教材，也可以作为数据库技术从业人员和数据库技术爱好者的参考用书。

本书由蒋毅、林海旦主编，苏雅丽、吴小刚为副主编，参与本书编写的还有刘丽娜、倪建克、林先茂等。由于作者水平有限，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 数据库基础知识	1	第 3 章 SQL Server 2005 数据库基本操作及管理	40
1.1 常用概念	1	3.1 SQL Server 2005 中的系统数据库	40
1.2 数据库技术的发展	3	3.2 数据库的结构	42
1.3 模型	5	3.2.1 数据库文件	42
1.3.1 概念模型 (E-R 模型)	6	3.2.2 数据库文件组	42
1.3.2 数据模型	8	3.3 数据库的创建	43
1.4 E-R 模型向关系模型转换	10	3.3.1 使用 SQL Server Management Studio 创建用户数据库	44
1.5 常见问题及解答	12	3.3.2 使用 T-SQL 创建用户数据库	47
习题 1	12	3.4 管理数据库	50
第 2 章 SQL Server 2005 简介及安装	14	3.4.1 查看数据库信息	50
2.1 SQL Server 2005 概述	14	3.4.2 修改数据库	51
2.2 SQL Server 2005 新特性	16	3.4.3 删除数据库	53
2.3 SQL Server 2005 的数据平台及组件	18	3.5 数据库对象	54
2.4 SQL Server 2005 的安装	20	3.6 常见问题及解答	55
2.4.1 安装 SQL Server 2005 的软件需求	20	习题 3	56
2.4.2 安装 SQL Server 2005 的硬件需求	21	上机指导	57
2.4.3 安装 SQL Server 2005 的注意事项	23	第 4 章 数据库中表的基本操作	60
2.4.4 SQL Server 2005 安装方式选择	23	4.1 设计和创建表	60
2.4.5 利用向导安装 SQL Server 2005	23	4.1.1 数据类型	60
2.4.6 配置 SQL Server 2005	28	4.1.2 数据的完整性	63
2.5 SQL Server 2005 成功安装的验证	29	4.1.3 使用 SQL Server Management Studio 创建表	64
2.6 启动及关闭服务器	30	4.1.4 使用 T-SQL 语句创建表	66
2.7 SQL Server 2005 实用工具	30	4.2 表的管理操作	68
2.7.1 SQL Server 管理向导 (SQL Server Management Studio)	31	4.2.1 修改表	68
2.7.2 SQL Server 事件探查器 (SQL Server Profiler)	34	4.2.2 删除表	71
2.8 常见问题及解答	34	4.3 表数据操作	71
习题 2	35	4.3.1 添加表数据	72
上机指导	36	4.3.2 更新表数据	74
		4.3.3 删除表数据	75
		4.4 常见问题及解答	76

习题 4	76	第 7 章 存储过程和触发器	115
上机指导	77	7.1 存储过程	115
第 5 章 SQL 查询	81	7.1.1 存储过程简介	115
5.1 SQL 概述	81	7.1.2 存储过程类型	116
5.2 基本查询	82	7.1.3 存储过程设计	117
5.2.1 最简单的 SELECT 查询	82	7.1.4 存储过程的实现	118
5.2.2 查询经过计算的值	84	7.1.5 存储过程的修改和删除	122
5.2.3 限制返回结果	84	7.2 触发器	123
5.2.4 对查询结果排序	85	7.2.1 触发器简介	123
5.2.5 使用集函数	86	7.2.2 触发器类型	124
5.3 条件查询	87	7.2.3 触发器设计与实现	125
5.3.1 使用 WHERE 子句	87	7.2.4 触发器的管理	128
5.3.2 对查询结果进行分组	89	7.3 事务	131
5.4 连接查询	90	7.4 常见问题及解答	133
5.5 嵌套查询	91	习题 7	133
5.5.1 带有 IN 谓词的子查询	91	上机指导	134
5.5.2 带有比较运算符的子查询	92	第 8 章 备份与还原	137
5.6 集合操作	93	8.1 备份与还原基础知识	137
5.7 常见问题及解答	94	8.1.1 备份和还原的基本概念	137
习题 5	94	8.1.2 备份设备	138
上机指导	95	8.1.3 创建备份设备	138
第 6 章 索引及视图	98	8.2 数据库备份还原策略	139
6.1 索引	98	8.2.1 恢复模式	139
6.1.1 索引概述	98	8.2.2 恢复模式的指定	140
6.1.2 索引的分类	99	8.2.3 备份类型	141
6.1.3 创建索引	99	8.3 执行数据库备份	142
6.1.4 删除索引	101	8.3.1 使用 SQL Server Management Studio 备份数据库	142
6.2 视图	102	8.3.2 使用 T-SQL 备份数据库	144
6.2.1 视图概述	102	8.4 执行数据库还原	145
6.2.2 视图类型	103	8.4.1 使用 SQL Server Management Studio 还原数据库	145
6.2.3 创建视图	103	8.4.2 使用 T-SQL 命令还原数据库	146
6.2.4 视图查询	105	8.5 数据库的导入和导出	148
6.2.5 管理视图	106	8.6 常见问题及解答	151
6.2.6 删除视图	109	习题 8	151
6.3 索引视图	109	上机指导	152
6.4 常见问题及解答	111		
习题 6	112		
上机指导	113		

第 9 章 安全管理	155
9.1 身份验证	155
9.1.1 身份验证概述	155
9.1.2 设置身份验证	156
9.2 登录名和用户管理	157
9.2.1 登录名管理	157
9.2.2 用户名管理	159
9.3 角色管理	161
9.3.1 服务器角色	161
9.3.2 数据库角色	162
9.3.3 应用程序角色	164
9.4 权限管理	165
9.4.1 权限概述	165
9.4.2 授予权限	166
9.4.3 撤销权限	169
9.4.4 拒绝权限	170
9.5 常见问题及解答	170
习题 9	171
上机指导	172
第 10 章 VB 与 SQL Server 2005	174
10.1 VB 概述	174
10.2 VB/SQL Server 数据库连接	176
10.2.1 VB 数据库访问技术	176
10.2.2 ADO 概述	176
10.2.3 ODBC 数据源	177
10.3 VB 访问 SQL Server 数据库	181
10.3.1 VB 中使用 ADO 控件访问 数据库	181
10.3.2 VB 中使用数据环境设计器 访问数据库	184
10.3.3 VB 中使用 ADODB 操作 数据库	187
习题 10	190
第 11 章 ASP.NET 与 SQL Server 2005	192
11.1 ASP.NET 概述	192
11.2 ADO.NET 操作 SQL Server 数据库	193
11.2.1 ADO.NET 概述	193
11.2.2 使用 Connection 对象连接 数据库	195
11.2.3 使用 Command 对象执行 命令	195
11.2.4 使用 DataReader 对象检索 数据	196
11.2.5 使用 DataAdapter 对象更新 数据库	198
11.2.6 使用 DataSet 对象访问 数据库	199
11.3 ASP.NET 中的数据显示	200
习题 11	201
第 12 章 Delphi 与 SQL Server 2005	203
12.1 Delphi 概述	203
12.2 Delphi/SQL Server 连接	205
12.3 Delphi 访问 SQL Server 数据库	207
12.3.1 使用 BDE 访问数据库	207
12.3.2 使用 ADO 访问数据库	211
12.3.3 使用 dbExpress 访问数据库	214
习题 12	217
第 13 章 SQL Server 2005 实验指导	219
实验 1 SQL Server 2005 的安装和基本 工具使用	219
实验 2 SQL Server 2005 数据库的创建和 管理操作	220
实验 3 SQL Server 2005 数据库中表的 基本操作	222
实验 4 数据库查询练习	225
实验 5 索引及视图的创建和管理	228
实验 6 存储过程和触发器	230
实验 7 安全管理操作练习	233
第 14 章 SQL Server 2005 应用实例	236
14.1 VB + SQL Server 2005 图书管理 系统	236
14.1.1 基于 SQL Server 2005 的 图书管理系统数据库设计	236
14.1.2 Visual Basic 环境设置	240

14.1.3	创建系统的主窗体	240	14.2.5	图书信息添加	249
14.1.4	图书信息查询模块的设计 与实现	241	14.2.6	图书信息修改、删除管理 ...	251
14.1.5	图书信息管理、读者信息 管理模块的设计与实现	243	14.3	Delphi+SQL Server 2005 图书管理 系统	254
14.2	ASP.NET+SQL Server 2005 图书 管理系统	246	14.3.1	图书信息查询模块的实现 ...	254
14.2.1	创建 ASP.NET 应用程序	246	14.3.2	图书信息管理模块的实现 ...	259
14.2.2	设置数据库联系信息	247	14.3.3	读者信息管理模块的实现 ...	262
14.2.3	图书管理系统首页	248	模拟测试题		263
14.2.4	图书信息查询	248	部分习题参考答案		268

第 1 章

数据库基础知识

本章导读

数据库技术是计算机学科中的一个重要分支，它的应用非常广泛，几乎涉及到所有的应用领域。本章介绍了数据库的基本概念，阐述了数据库技术的发展历程，详细介绍了数据库技术中的常见模型，并重点介绍了当前广泛采用的关系模型，同时，对 E-R 模型向关系模型的转换作了进一步阐述。

教学目标

- 掌握数据库、数据库管理系统及数据库系统的概念，以及三者之间的关系
- 了解数据库的 4 个发展阶段及各阶段的主要特点
- 了解几种主要数据模型的特点，重点掌握关系模型
- 掌握 E-R 模型向关系模型的转换方法

1.1 常用概念

SQL Server 是一个关系数据库管理系统。本书在讲解 SQL Server 的相关知识前，先对数据库的基本知识做一概述，以便为读者更好地学习和掌握 SQL Server 打下坚实的基础。

1. 数据 (Data)

数据是用来记录信息的可识别的符号，它是数据库存储的基本对象。除了常用的数字外，文字、声音、图形和图像等信息也都是数据。日常生活中，人们使用语言（如汉语）去描述事物。在计算机中，为了存储和处理这些事物，就要抽出对这些事物感兴趣的特征组成一个记录来描述。例如，在学生管理系统中，可以对学生的学号、姓名、年龄、性别等情况这样描述：S030101，徐小明，20，男。

对于上面的一个学生记录，了解其语义的人会得到如下的信息：徐小明是一个学生，学号为 S030101，年龄 20 岁，性别是男；而不了解其语义的人则无法理解其含义。可见，数据的形式并不能完全表达其内容，而还需要经过语义解释。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 (DataBase, 简称 DB)

数据库这个术语在各个领域都有不同的定义和用法。简单地说,数据库就是有目的地存放相关数据和信息的仓库,这个仓库“建设”在计算机设备上,而且,数据是按照一定的格式存放在这个仓库中的。在科技高速发展的今天,随着人们的生活层面进一步扩大,视野大大拓宽,数据量也急剧增加。在没有发明信息科技的年代,人们把数据刻在竹简上,记在绢纸上,存在文件柜中,而现在人们越来越多的借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量的更复杂的数据,以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

所谓数据库,就是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按照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较强的可扩展性,并可以为各种用户共享。

3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS)

如何科学地组织和存储数据?如何高效地获取和维护数据呢?数据库管理系统就是为了回答这两个问题而开发的一种系统软件。

简而言之,数据库管理系统是为管理数据库而设计的软件系统,位于用户和操作系统之间。具有代表性的数据管理系统有:Oracle、Microsoft SQL Server、MySQL 及 PostgreSQL 等。通常数据库管理员会使用数据库管理系统来建立数据库系统。

数据库管理系统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, 简称 DDL), 用户通过 DDL 可以方便地对数据库中的数据对象进行定义, 同时可以定义数据库的三级结构、两级映象, 定义数据的完整性约束、保密限制等约束。因此, 在 DBMS 中应包括 DDL 的编译程序。

(2) 数据操纵功能。

DBMS 提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, 简称 DML), 用户可以通过 DML 实现对数据库中数据的基本操作, 如查询、插入、删除和修改等。

(3) 数据库的保护功能。

数据库中的数据是信息社会的战略资源, 对数据的保护是至关重要的大事。DBMS 对数据库的保护主要通过数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制、数据库的安全性控制 4 个方面实现。

(4) 数据库的存储管理。

DBMS 的存储管理子系统提供了数据库中数据和应用程序的一个界面, 其职责是把各种 DML 语句转换成低层的文件系统命令, 起到数据的存储、检索和更新的作用。

(5) 数据库的维护功能。

DBMS 中实现数据库维护功能的实用程序主要有数据加载程序、备份程序、文件重组程序、性能监控程序。

(6) 数据字典 (Data Dictionary, 简称 DD)。

数据库系统中存放三级结构定义的数据库称为数据字典, 对数据库的操作都要通过访问 DD 才能实现。

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 (Database System, 简称 DBS)

数据库系统狭义地讲是由数据库、数据库管理系统和用户构成；广义地讲是由计算机硬件、操作系统、数据库管理系统以及在它支持下建立起来的数据库、应用程序、用户和数据管理员组成的一个整体。数据库系统如图 1.1 所示。

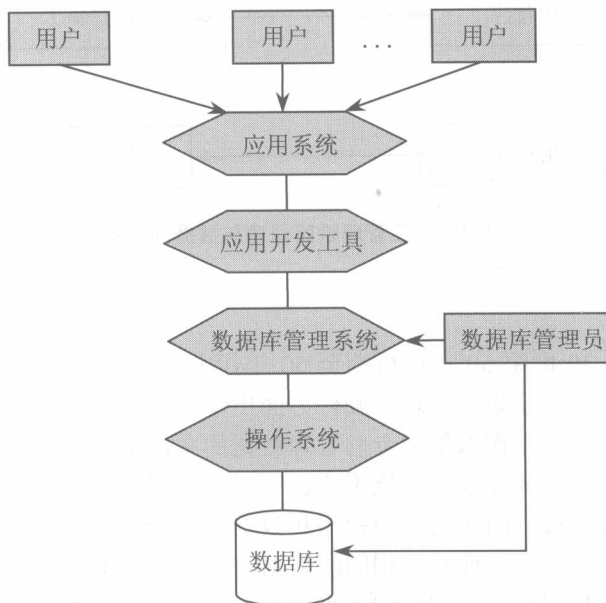


图 1.1 数据库系统

5. 开发操作数据库界面的语言工具

开发操作数据库的界面的语言工具有：Visual FoxPro、Visual BASIC、Delphi、PowerBuilder、VC++和 Visual.NET 等。另外，还有在操作数据库界面的开发环境同时提供的数据库管理系统，如 Delphi 自带 Paradox、Interbase 数据库管理系统，PowerBuilder 自带 ASA 数据库管理系统。

1.2 数据库技术的发展

随着数据处理量的增长，产生了数据管理技术。数据管理技术的发展与计算机硬件、系统软件及计算机应用的范围有着密切的联系。数据库技术的发展经历了以下 4 个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段和高级数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

在人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前），计算机主要用于科学计算，对于数据保存

需求尚不迫切，数据的管理是靠人工进行的。计算机不保存数据，也没有专用的数据管理软件，只有程序的概念，没有文件的概念，一组数据对应一个应用程序，如图 1.2 所示，数据存在着大量的重复存储现象。

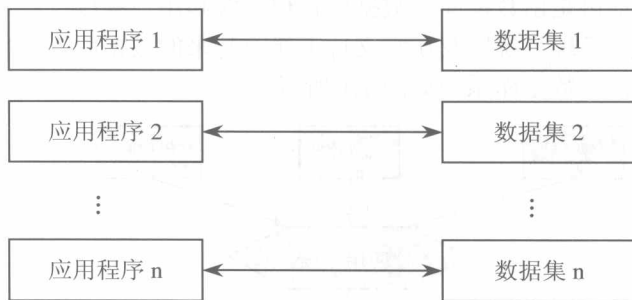


图 1.2 人工管理阶段程序与数据的关系

2. 文件系统阶段

在文件系统阶段（20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期），计算机应用领域开始拓宽，不仅用于科学计算，还大量用于数据管理。硬件方面出现了可以直接存取的外部存储设备如磁盘、磁鼓等，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。在该阶段，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间起到接口的作用，使程序和数据有了一定的独立性，如图 1.3 所示。但文件系统的致命缺陷是不能有效地共享相同的数据，从而造成了数据的冗余度大和不一致，数据独立性差，同时给数据的修改和维护带来了困难。

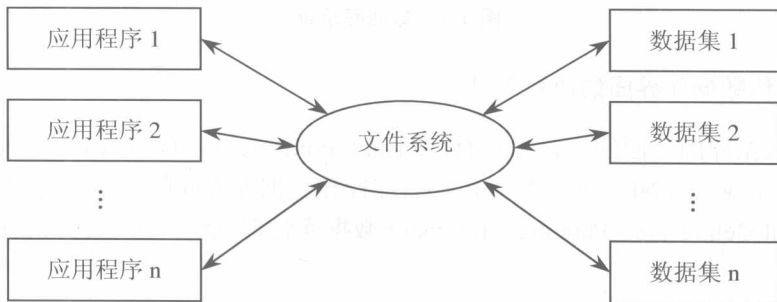


图 1.3 文件系统阶段程序与数据之间的联系

3. 数据库系统阶段

随着计算机技术的迅速发展和广泛应用，磁盘技术取得了重要发展，数据管理中数据量的急剧增长对数据共享和数据管理提出了更高的要求，而此时文件系统已经不能满足应用的需求，数据库系统技术也就应运而生。

数据库系统技术在 20 世纪 60 年代末的发展经历了以下几件大事：

- (1) 1969 年 IBM 公司研制、开发了数据库管理系统商品化软件 IMS。
- (2) 美国数据系统语言协会 CODASYL 下属的数据库任务组 DBTG 对数据库方法进行

了系统地讨论、研究，提出了若干报告，最终形成 OBTGBAOG。该报告确定并且建立了数据库系统的许多概念、方法和技术。

(3) 1970 年 IBM 公司发表了著名的“大型共享系统的关系数据库的关系模型”论文，为关系数据库技术奠定了理论基础。

这个阶段数据库与应用程序的关系如图 1.4 所示。

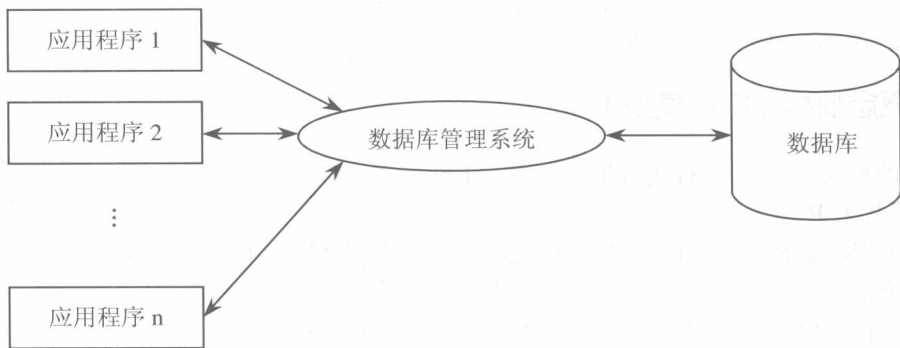


图 1.4 应用程序与数据库之间的关系

4. 高级数据库系统阶段

从 20 世纪 70 年代开始，数据库技术又有了长足的发展：其一，数据库方法特别是网状数据库系统方法和思想应用于各种计算机系统，出现了许多商品化数据库系统；其二，商用数据库系统的运行，使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、事务处理、信息检索等各个方面；其三，关系方法的理论研究和软件系统的研制取得了很大的成果。

在这一阶段主要出现了以下几种数据库系统：

(1) 分布式数据库系统（Distributed DataBase System，简称 DDBS）是在集中式数据库基础上发展起来的，是数据库技术与计算机网络技术、分布式处理技术相结合的产物。

(2) 面向对象数据库系统（Object-Oriented DataBase System，简称 OODBS）是将面向对象的模型、方法和机制与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。

(3) 多媒体数据库系统（Multi-media DataBase System，简称 MDBS）是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。

(4) 网络数据库系统（Web DataBase System，简称 WDBS）是网络技术和数据库技术相结合的产物，网络数据库系统逐渐成为信息服务领域的应用程序开发的一种重要手段。

(5) 数据仓库作为决策支持系统的有效解决方案，涉及三方面的技术内容：数据仓库技术、联机分析处理技术和数据挖掘技术。

1.3 模 型

计算机不能直接处理现实世界中的具体事物，所以人们必须把具体事物抽象并转换成计算机能够处理的数据。数据加工要经历现实世界、信息世界和计算机世界 3 个不同的世界。

如图 1.5 所示。

根据应用目的，模型分为两个层次：

- 概念模型：是信息世界中的模型，是用户与数据库设计人员之间进行交流的工具。从用户角度看到的模型，是第一层抽象。
- 数据模型：是数据库系统的核心和基础，各种 DBMS 软件都是基于某种数据模型的。

1.3.1 概念模型（E-R 模型）

常见的概念数据模型有实体联系模型（Entity Relationship Model，简称 E-R 模型）。

E-R 模型，是 P.P.S.Chen 于 1976 年提出的。该模型是用 E-R 图来描述概念模型的一种常用的表示方法。E-R 模型的基本语义单位是实体与联系，它可以形象地用图形表示实体-联系及其关系。E-R 模型有三要素：实体、属性、实体间的联系。

1. 实体

客观存在并可相互区别的事物称为实体（Entity）。例如学生、一次选课等都是实体。实体表示的是一类事物，其中的一个具体事物称为该实体的一个实例，例如“C01”，“数据库原理”，“4”则具体表示了一门课程，它是课程实体的一个实例。在 E-R 模型中，用矩形框表示，框内标注实体名称。

2. 属性

实体所具有的某一特性称为属性（Attribute）。实体可以具有若干个属性，例如，系实体有系编号、系名、系主任等属性。在 E-R 模型中，用椭圆形表示，并用连线与实体或联系连接起来。

3. 实体间的联系

实体不是孤立的，实体与实体之间有着密切的联系。实体间的联系分为一对一联系（1:1）、一对多联系（1:n）、多对多联系（n:m）3 种联系类型。在 E-R 模型中，用菱形框表示，框内标注联系名称，并用连线将菱形框分别与有关实体相连。

（1）一对一联系（1:1）。如果实体集 A 和 B 中的每一个实体至多和另一个实体集中的一个实体有联系，那么实体集 A 和 B 的联系称为一对一联系，记为 1:1。例如，灯泡与灯座之间。

（2）一对多联系（1:n）。若实体集 A 中每个实体与实体集 B 中多个任意实体（ $n \geq 0$ ）有联系，而实体集 B 中每个实体至多与实体集 A 中一个实体有联系，那么称从 A 到 B 是一对多联系，记为 1:n。例如，部门与职工之间。

（3）多对多联系（m:n）。若实体集 A 和实体集 B 中允许每个实体都和另外一个实体集中多个任意实体有联系，那么称 A 和 B 为多对多联系，记为 m:n。例如，电影院和观众之间。

如图 1.6 所示，描述了两个实体之间的 3 种联系（1:1, 1:n, m:n）。

E-R 模型有两个明显的优点：接近于人的思维，容易理解；与计算机无关，用户容易接受。因此，E-R 模型已成为软件工程的一个重要设计方法。

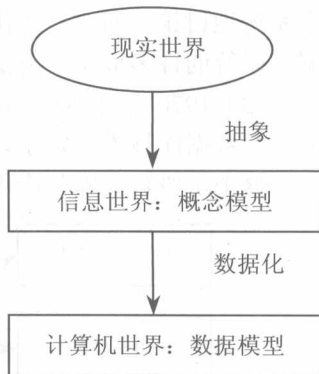


图 1.5 对象的抽象过程

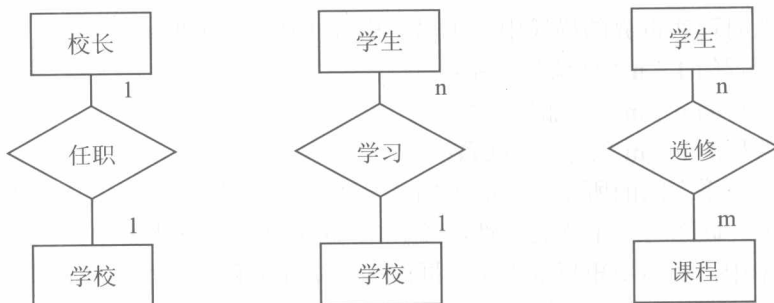


图 1.6 实体联系图

下面就一个实例讲解如何对现实世界进行建模，也就是用概念模型（E-R 模型）来简单、清晰、易于用户理解的方式来表示现实世界。

【例 1.1】 学校有若干个系，每个系有若干名教师和学生；每个教师可以担任若干门课程，并参加多项项目；每个学生可以同时选修多门课程。请设计某学校的教学管理的 E-R 模型，要求给出每个实体、联系的属性。

由于 E-R 模型有三要素：实体、属性、实体间的联系。

(1) 通过对例题的分析，可知该学校的教学管理的 E-R 模型应该有 5 个实体：系、教师、学生、项目、课程。

(2) 根据实际情况的简单分析，可以设计各实体属性如下：

系（系号，系名，主任名）

教师（教师号，教师名，职称）

学生（学号，姓名，年龄，性别）

项目（项目号，名称，负责人）

课程（课程号，课程名，学分）

根据以上分析，可以先得到实体及其属性图，如图 1.7 所示。

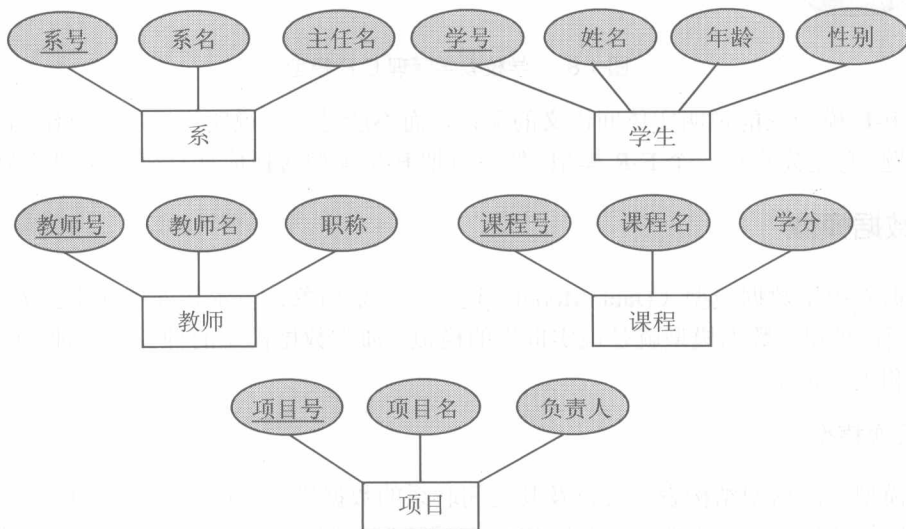


图 1.7 学校的教学管理的实体及其属性图

(3) 从例题对现实世界的描述中, 可以得出各实体之间的联系有:

教师担任课程的 1:n “任课” 联系;

教师参加项目的 n:m “参加” 联系;

学生选修课程的 n:m “选修” 联系;

教师、学生与系之间的所属关系的 1:n:m “领导” 联系。

其中“参加”联系有一个排名属性, “选修”联系有一个成绩属性。

在 E-R 模型中, 实体用矩形框表示, 框内标注实体名称; 属性在 E-R 模型中, 用椭圆形表示, 并用连线与实体或联系连接起来; 实体间的联系在 E-R 模型中, 用菱形框表示, 框内标注联系名称, 并用连线将菱形框分别与有关实体相连。通过上述分析, 该学校的教学管理的 E-R 模型如图 1.8 所示。

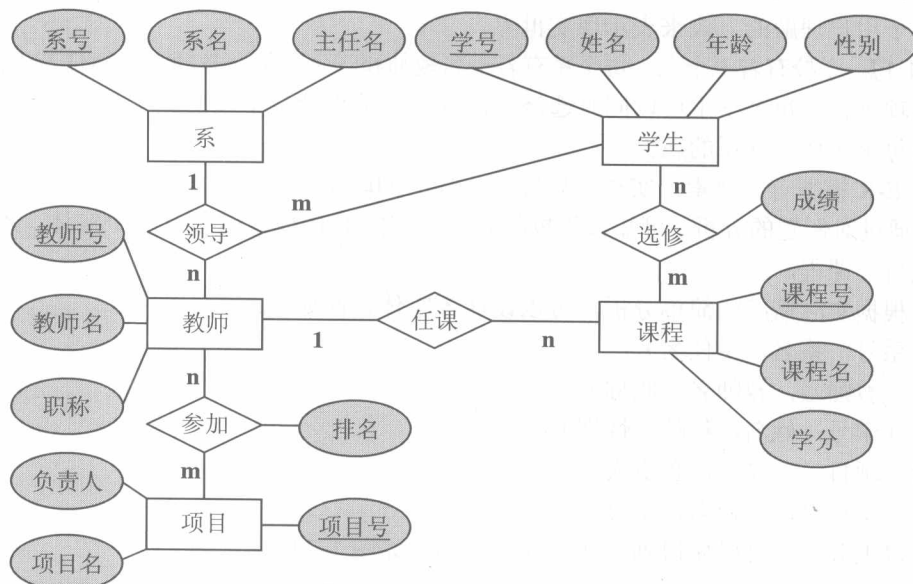


图 1.8 学校教学管理 E-R 模型

但是 E-R 模型只能说明实体间语义的关系, 而不能进一步说明详细的数据结构。一般遇到实际问题, 总是先设计一个 E-R 模型, 然后再把 E-R 模型转换成计算机能实现的数据模型。

1.3.2 数据模型

在数据库中用数据模型 (Data Model) 这个工具来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息。通俗地讲, 数据模型就是现实世界的模拟。通常数据模型的种类有 3 种: 层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次模型

层次模型是用树型结构表示实体及其之间联系的数据模型。层次模型是数据库发展历史上最早出现的数据模型, 其典型代表是 IBM 公司研制的曾经广泛使用的、第一个大型商用数据库管理系统 IMS。层次模型的定义有两层含义: