

21世纪高等学校公共课计算机规划教材

# Access 数据库与程序设计

卢湘鸿 主编 陈 洁 等编著

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

21 世纪高等学校公共课计算机规划教材

**Access**

# 数据库与程序设计

卢湘鸿 主 编

陈 洁 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据教育部高等教育司组织制定的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》对数据库技术和程序设计方面的基本要求编写。

本书以 Microsoft Access 2003 中文版为平台,介绍关系数据库管理系统的基础知识及关系数据库应用系统的开发技术。全书包括数据库基础知识、Access 数据库系统介绍、创建 Access 数据库、创建与使用表、查询设计、SQL 语言、窗体设计、报表设计、创建宏、数据访问页设计、VBA 编程语言、数据库的安全与保护、Access 数据库应用系统开发实例等 13 章。

书中配有丰富的例题和习题(包括上机练习题),附录中提供部分习题参考答案,并为教师提供电子课件,适合作为高等学校文科类专业和其他非计算机专业的 Access 数据库应用技术与程序设计课程的教材,并可作为参加计算机等级考试人员的培训教材,或供从事办公自动化的工作者使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

Access 数据库与程序设计 / 卢湘鸿主编. —北京: 电子工业出版社, 2006.8

21 世纪高等学校公共课计算机规划教材

ISBN 7-121-02886-7

I. A… II. 卢… III. 关系数据库—数据库管理系统, Access 2003—高等学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 081610 号

责任编辑: 童占梅 张 濮

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 486.4 千字

印 次: 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

## 前 言

《Access 数据库与程序设计》是根据教育部高等教育司组织制定的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》在公共基础部分对数据库技术和程序设计方面的基本要求，以 Microsoft Access 2003 中文版为平台编写的。

Microsoft Access 是 Microsoft 公司的 Office 办公自动化软件的组成部分，是应用广泛的关系型数据库管理系统之一，既可以用于小型数据库系统开发，又可以作为大中型数据库应用系统的辅助数据库或组成部分。此外，它还将数据库信息与 Web 结合，可以更方便地共享跨越各种平台和不同用户级别的数据，并能作为企业级后端数据库的前台客户端。

本书以应用为目的，以案例为引导，深入浅出地介绍关系数据库管理系统的基本知识和 Access 数据库系统的主要功能。全书包括数据库基础知识，Access 数据库系统介绍，创建 Access 数据库，创建与使用表，查询设计，SQL 语言，窗体设计，报表设计，创建宏，数据访问页设计，VBA 编程语言，数据库的安全与保护，Access 数据库应用系统开发实例等 13 章。为方便教学，本书还配有丰富的例题、习题和上机练习题，并附有部分习题参考答案，同时为教师提供电子课件。

本书重在对 Access 数据库的应用，在内容上强调理论知识与实际应用的紧密结合。全书以“教学管理系统”的实例贯穿始终，从数据库和表的建立到各个数据库对象的创建，形成一个完整的系统。实验练习部分则以“图书管理系统”的实例为主线，将各章的上机练习题有机地组织在一起，构成一个小型的数据库系统，具有很强的实用性。

本书参考学时为 54~72 学时，其中上机操作不少于总学时的 1/2。学时安排可分为两个层次：第一层次安排 54 学时左右，主要学习关系数据库系统的基本知识，数据库的建立，表的建立和维护，索引、排序和筛选的使用，查询设计和 SQL 语言，窗体、报表和数据访问页的设计等内容；第二层次安排 72 学时，除第一层次规定的内容外，还需要掌握宏的设计和使用、VBA 编程语言（包括结构化程序设计和面向对象程序设计）、数据库的安全与保护，以及应用系统的开发等内容。

本书可作为高等学校非计算机专业计算机公共基础课程教材使用，可满足文科（含师范类，包括哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学和管理学等方向）各专业在 Access 数据库应用技术与程序设计教学上的基本需要，还可供参加全国计算机等级考试二级的人员作为培训教材，或供数据库开发人员参考。

本书由卢湘鸿教授组织编写并任主编，初稿主要由陈洁编写，熊焰、陈之涛、宋红宇、李涤新等人参加了习题及附录部分的编写。全书由陈洁统稿，最后由卢湘鸿审定。

本书体现了作者在数据库方面教学与开发的经验，但错误和不足之处在所难免，敬请同行和读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月于北京

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 数据库基础知识 .....         | 1  |
| 1.1 数据库系统概述 .....           | 1  |
| 1.1.1 数据与数据管理技术 .....       | 1  |
| 1.1.2 数据库系统 .....           | 3  |
| 1.1.3 E-R 模型 .....          | 4  |
| 1.1.4 数据模型 .....            | 5  |
| 1.2 关系数据库 .....             | 6  |
| 1.2.1 关系术语 .....            | 6  |
| 1.2.2 关系的完整性 .....          | 7  |
| 1.2.3 关系运算 .....            | 8  |
| 1.2.4 关系规范化 .....           | 9  |
| 1.3 数据库设计简介 .....           | 10 |
| 习题 1 .....                  | 10 |
| 第 2 章 Access 数据库系统介绍 .....  | 13 |
| 2.1 Access 系统的特点 .....      | 13 |
| 2.2 Access 系统的介绍 .....      | 13 |
| 2.2.1 Access 系统的启动与退出 ..... | 13 |
| 2.2.2 Access 数据库窗口 .....    | 14 |
| 2.2.3 Access 数据库中的对象 .....  | 15 |
| 2.2.4 Access 系统设置 .....     | 18 |
| 2.3 Access 的联机帮助 .....      | 19 |
| 习题 2 .....                  | 21 |
| 第 3 章 创建 Access 数据库 .....   | 23 |
| 3.1 Access 数据库文件 .....      | 23 |
| 3.2 Access 数据库的创建 .....     | 23 |
| 3.2.1 创建空数据库 .....          | 23 |
| 3.2.2 使用向导创建数据库 .....       | 25 |
| 3.3 Access 数据库版本的转换 .....   | 29 |
| 习题 3 .....                  | 30 |
| 第 4 章 创建与使用表 .....          | 31 |
| 4.1 创建表 .....               | 31 |
| 4.1.1 使用向导创建表 .....         | 31 |
| 4.1.2 使用设计器创建表 .....        | 33 |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 4.1.3 通过输入数据创建表 .....     | 37        |
| 4.1.4 在表中输入记录 .....       | 38        |
| 4.1.5 表的进一步设计 .....       | 42        |
| 4.2 表的基本操作 .....          | 47        |
| 4.2.1 表的版面设置 .....        | 47        |
| 4.2.2 打印记录 .....          | 48        |
| 4.2.3 表的复制、删除与重命名 .....   | 48        |
| 4.2.4 数据的导入与导出 .....      | 49        |
| 4.3 排序和筛选记录 .....         | 52        |
| 4.3.1 排序记录 .....          | 52        |
| 4.3.2 筛选记录 .....          | 54        |
| 4.4 建立索引和关系 .....         | 57        |
| 4.4.1 建立索引 .....          | 57        |
| 4.4.2 建立关系 .....          | 59        |
| 4.5 域聚合函数 .....           | 62        |
| 习题 4 .....                | 63        |
| <b>第 5 章 查询设计 .....</b>   | <b>68</b> |
| 5.1 查询概述 .....            | 68        |
| 5.2 选择查询 .....            | 68        |
| 5.2.1 使用查询向导创建查询 .....    | 68        |
| 5.2.2 使用查询设计器创建查询 .....   | 72        |
| 5.2.3 设置查询条件 .....        | 76        |
| 5.3 参数查询 .....            | 79        |
| 5.4 交叉表查询 .....           | 82        |
| 5.5 操作查询 .....            | 85        |
| 5.5.1 生成表查询 .....         | 85        |
| 5.5.2 删除查询 .....          | 87        |
| 5.5.3 追加查询 .....          | 88        |
| 5.5.4 更新查询 .....          | 89        |
| 习题 5 .....                | 90        |
| <b>第 6 章 SQL 语言 .....</b> | <b>93</b> |
| 6.1 SQL 语言概述 .....        | 93        |
| 6.2 数据定义 .....            | 93        |
| 6.2.1 定义表 .....           | 93        |
| 6.2.2 修改表 .....           | 96        |
| 6.2.3 删除表 .....           | 96        |
| 6.3 数据操纵 .....            | 96        |
| 6.3.1 插入记录 .....          | 97        |
| 6.3.2 更新记录 .....          | 97        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 6.3.3 删除记录 .....        | 97         |
| 6.4 数据查询 .....          | 98         |
| 6.4.1 查询的基本语法 .....     | 98         |
| 6.4.2 单表查询 .....        | 98         |
| 6.4.3 多表查询 .....        | 104        |
| 6.4.4 嵌套查询 .....        | 106        |
| 6.4.5 合并查询 .....        | 107        |
| 习题 6 .....              | 107        |
| <b>第 7 章 窗体设计</b> ..... | <b>110</b> |
| 7.1 窗体概述 .....          | 110        |
| 7.2 使用自动功能创建窗体 .....    | 112        |
| 7.3 使用向导创建窗体 .....      | 113        |
| 7.4 使用设计器创建窗体 .....     | 118        |
| 7.4.1 窗体的设计环境 .....     | 118        |
| 7.4.2 设计窗体 .....        | 121        |
| 7.5 常用控件的设计 .....       | 124        |
| 7.5.1 标签控件 .....        | 125        |
| 7.5.2 文本框控件 .....       | 126        |
| 7.5.3 组合框和列表框控件 .....   | 129        |
| 7.5.4 命令按钮控件 .....      | 132        |
| 7.5.5 其他控件 .....        | 134        |
| 7.6 使用窗体操作数据 .....      | 136        |
| 7.7 创建主子窗体 .....        | 138        |
| 习题 7 .....              | 145        |
| <b>第 8 章 报表设计</b> ..... | <b>149</b> |
| 8.1 报表概述 .....          | 149        |
| 8.2 使用向导创建报表 .....      | 150        |
| 8.3 使用设计器创建报表 .....     | 153        |
| 8.3.1 报表的设计视图 .....     | 153        |
| 8.3.2 设计报表 .....        | 154        |
| 8.3.3 报表的排序与分组 .....    | 155        |
| 8.3.4 报表的格式设置 .....     | 163        |
| 8.4 创建高级报表 .....        | 163        |
| 8.4.1 创建主子报表 .....      | 163        |
| 8.4.2 创建标签 .....        | 168        |
| 8.5 报表的预览和打印 .....      | 170        |
| 习题 8 .....              | 171        |
| <b>第 9 章 创建宏</b> .....  | <b>175</b> |
| 9.1 宏的概述 .....          | 175        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 9.2 宏的设计 .....                | 176        |
| 9.2.1 宏的设计方法 .....            | 176        |
| 9.2.2 设计基本的宏 .....            | 177        |
| 9.2.3 设计条件宏 .....             | 178        |
| 9.2.4 设计宏组 .....              | 181        |
| 9.2.5 特殊的宏 .....              | 182        |
| 9.3 宏的运行 .....                | 183        |
| 习题 9 .....                    | 186        |
| <b>第 10 章 数据访问页设计 .....</b>   | <b>188</b> |
| 10.1 页对象概述 .....              | 188        |
| 10.2 使用向导建立数据访问页 .....        | 189        |
| 10.3 使用设计器建立数据访问页 .....       | 191        |
| 习题 10 .....                   | 198        |
| <b>第 11 章 VBA 编程语言 .....</b>  | <b>200</b> |
| 11.1 VBA 简介 .....             | 200        |
| 11.2 VBA 语言基础 .....           | 201        |
| 11.2.1 数据类型 .....             | 201        |
| 11.2.2 常量、变量与数组 .....         | 202        |
| 11.2.3 运算符与表达式 .....          | 207        |
| 11.2.4 函数 .....               | 209        |
| 11.2.5 语句 .....               | 210        |
| 11.3 结构化程序设计 .....            | 211        |
| 11.3.1 顺序结构 .....             | 211        |
| 11.3.2 分支结构 .....             | 211        |
| 11.3.3 循环结构 .....             | 215        |
| 11.4 模块与过程 .....              | 220        |
| 11.4.1 模块 .....               | 220        |
| 11.4.2 过程 .....               | 222        |
| 11.4.3 变量和作用域 .....           | 223        |
| 11.5 面向对象的程序设计 .....          | 225        |
| 11.5.1 基本概念 .....             | 226        |
| 11.5.2 DoCmd 对象 .....         | 227        |
| 11.5.3 面向对象程序设计示例 .....       | 228        |
| 11.6 程序的调试 .....              | 232        |
| 习题 11 .....                   | 233        |
| <b>第 12 章 数据库的安全与保护 .....</b> | <b>238</b> |
| 12.1 数据库的安全管理 .....           | 238        |
| 12.1.1 设置数据库密码 .....          | 238        |
| 12.1.2 用户级安全机制 .....          | 239        |



|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| 12.2 数据库的保护.....                       | 247        |
| 习题 12 .....                            | 249        |
| <b>第 13 章 Access 数据库应用系统开发实例 .....</b> | <b>250</b> |
| 13.1 系统分析.....                         | 250        |
| 13.2 系统设计.....                         | 251        |
| 13.3 主界面设计.....                        | 263        |
| 13.3.1 导航面板 .....                      | 263        |
| 13.3.2 自定义菜单 .....                     | 264        |
| 13.3.3 登录界面 .....                      | 267        |
| 13.4 系统设置与发布.....                      | 268        |
| 习题 13 .....                            | 270        |
| <b>附录 A Access 系统的常用函数 .....</b>       | <b>271</b> |
| <b>附录 B Access 中常用对象的事件 .....</b>      | <b>274</b> |
| <b>附录 C 部分习题参考答案 .....</b>             | <b>276</b> |

# 第 1 章 数据库基础知识

目前, 数据处理已成为计算机应用的主要方面。数据处理的中心问题是数据管理, 数据库技术是数据管理的最新技术, 是计算机科学的重要分支。数据库已成为人们存储数据、管理信息、共享资源的最先进最常用的技术。本章主要介绍数据管理技术的发展、数据模型和关系数据库的基本概念等内容, 为后面各章节的学习奠定基础。

## 1.1 数据库系统概述

数据库系统是引进数据库技术后的整个计算机系统, 它可以有效地管理和存取大量的数据资源, 满足多用户、多应用的不同需求。

### 1.1.1 数据与数据管理技术

#### 1. 数据

数据 (Data) 是描述事物的符号记录, 可以有多种表现形式, 如数字、文字、图形、图像、声音等, 它们经过数字化后可以存入计算机。

数据是数据库中存储的基本对象, 数据与其语义 (数据的含义) 是密不可分的。例如, 75 是一个数据, 可以表示某个人的身高, 也可以表示某个人的体重, 还可以表示一个同学某门课的成绩, 等等。

#### 2. 数据管理技术

数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护, 是数据处理的中心问题。而数据处理则是指对各种数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。

数据库技术是应数据管理任务的需要而产生的。随着计算机软、硬件技术的不断发展和计算机应用范围的不断拓宽, 在应用需求的推动下, 数据管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个发展阶段。

(1) 人工管理阶段 在 20 世纪 50 年代中期以前, 计算机主要用于科学计算。那时, 硬件上没有磁盘等可直接存取的存储设备, 软件上没有操作系统, 更没有管理数据的软件。

人工管理数据的主要特点是:

- ① 数据不长期保存。
- ② 数据由应用程序管理, 没有相应的软件系统负责数据的管理工作。
- ③ 数据不共享, 一组数据对应一个程序, 数据冗余量大 (一个程序中的数据无法被其他程序利用, 因此程序与程序之间存在大量的重复数据, 称为数据冗余)。
- ④ 数据不具有独立性, 数据与程序彼此依赖。应用程序不仅要规定数据的逻辑结构, 而且要设计物理结构 (如存储结构、存取方法、输入方式等)。

人工管理阶段的应用程序与数据之间的对应关系如图 1.1 所示。

(2) 文件系统阶段 从 20 世纪 50 年代后期到 20 世纪 60 年代中期, 硬件方面有了磁盘、磁鼓等可直接存取的存储设备, 软件方面出现了高级语言和操作系统, 外存储设备中的数据

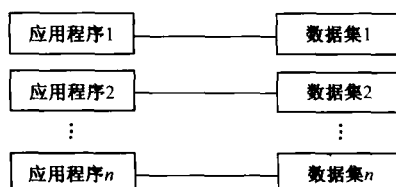


图 1.1 人工管理阶段的应用程序与数据之间的对应关系

可由操作系统中的文件系统负责管理。

文件系统管理数据的主要特点是：

- ① 数据可以组织成文件长期保存在计算机中，供应用程序反复使用。
- ② 数据由文件系统统一管理。在文件系统的支持下，应用程序通过文件名访问数据文件，程序员不必过多地考虑数据存储等物理细节。
- ③ 数据共享性低，冗余度大。在文件系统中，一个（或一组）数据文件基本上对应于一个应用程序，数据文件之间没有联系，同一数据项可能重复出现在多个文件中。
- ④ 数据独立性低。在文件系统阶段，数据和程序可以分开存储，数据与程序之间有了一定的独立性，但文件系统阶段的文件是为某一特定应用服务的，数据仍高度依赖于程序。

文件系统阶段的应用程序与数据之间的对应关系如图 1.2 所示。

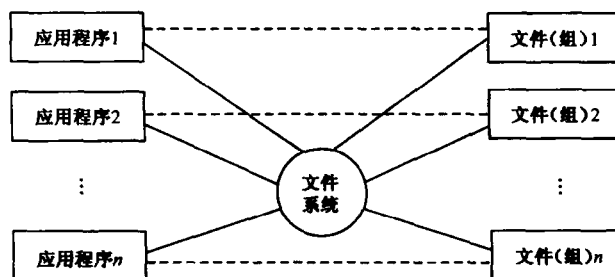


图 1.2 文件系统阶段的应用程序与数据之间的对应关系

（3）数据库系统阶段 20 世纪 60 年代后期以来，计算机用于管理的规模越来越大，为满足多用户、多应用共享数据的需求，出现了统一管理数据的专用软件系统，即数据库管理系统。

数据库系统的主要特点是：

- ① 数据以数据库文件组织形式长期保存，数据库中的数据是有结构的，这种结构由数据库管理系统所支持的数据模型表现出来。
- ② 数据由数据库管理系统统一管理和控制。数据库管理系统负责数据库的建立、使用和维护，并提供数据保护和控制功能。
- ③ 数据的共享性高，冗余度小。数据库系统采用面向全局的观点组织数据库中的数据，而不是只考虑某一部门的局部应用，因此，数据库中的数据能够满足多用户、多应用的不同需求。数据共享可以大大减少冗余，节约存储空间，还能够避免数据之间的不相容性与不一致性。
- ④ 数据独立性高。在数据库系统中，应用程序与数据的逻辑结构和物理存储结构无关，数据具有较高的逻辑独立性和物理独立性。

数据库系统阶段的应用程序与数据之间的对应关系如图 1.3 所示。

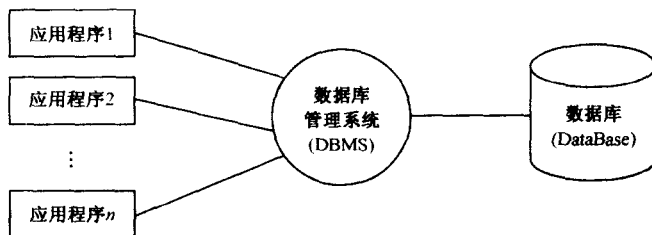


图 1.3 数据库系统阶段的应用程序与数据之间的对应关系

## 1.1.2 数据库系统

### 1. 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是长期存储在计算机内, 有组织的、大量的、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, 并可供各种用户共享。

数据库中不仅包括描述事物的数据本身, 而且包括相关事物之间的联系。对数据库中数据的增加、删除、修改和检索等操作, 均由数据库管理系统统一管理和控制。

### 2. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件, 在操作系统支持下工作, 是数据库系统的核心组成部分。

DBMS 的主要功能包括:

- (1) 数据定义 定义数据库结构, 包括定义表、索引、视图等数据对象。
- (2) 数据操纵 实现对数据库的查询和更新 (插入、删除、修改) 操作。
- (3) 数据库的运行管理 数据库在建立、运行和维护时由 DBMS 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, 以及发生故障后的系统恢复。

安全性控制可防止未经允许的用户存取数据, 完整性控制可保证数据的正确性、有效性和相容性, 并发控制可防止多用户并发访问数据时由于相互干扰而产生的数据不一致。

(4) 数据库的建立和维护 包括数据库初始数据的输入和转换, 数据库的转储和恢复, 数据库的重组, 性能监视和分析等。

### 3. 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, 一般由数据库、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用系统和数据库管理员构成。

数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 是负责数据库的建立、使用和维护的专门人员。

数据库应用系统是利用数据库系统资源, 为特定应用环境开发的应用软件, 如教学管理系统、人事管理系统、财务管理系统、图书管理系统等。

数据库系统各部分之间的关系如图 1.4 所示。

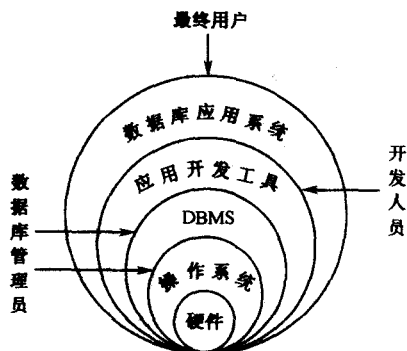


图 1.4 数据库系统各部分之间的关系示意图

### 1.1.3 E-R 模型

E-R (Entity-Relationship, 实体-联系) 模型也称为 E-R 方法, 是一种描述信息世界的重要手段, 它用 E-R 图来组织数据库系统的信息结构。

E-R 模型独立于具体的计算机系统, 是用户与数据库设计人员之间进行交流的工具。

E-R 模型的主要成分是实体、联系和属性, 它们的概念如下。

(1) 实体 (Entity) 客观存在并可相互区分的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物, 也可以是抽象的概念或联系。例如, 一个职工、一个部门、职工与部门的工作关系等都是实体。同一类型的实体的集合构成实体集, 例如, 全体职工就是一个实体集。

(2) 属性 (Attribute) 实体所具有的某一特性称为属性。一个实体可以由若干个属性来刻画。例如, 学生实体有学号、姓名、性别、出生日期、所在系部等属性。

实体名和各个属性名的集合构成实体型。例如, 学生(学号, 姓名, 性别, 出生日期, 所在系部) 就是一个实体型, (310201, 张君, 男, 1986/6/12, 法律系) 就是学生实体型的一个实体。

(3) 联系 (Relation) 现实世界的事物之间总是存在某种联系, 包括实体内部的联系 (通常指组成实体的各属性之间的联系) 和实体之间的联系。

两个实体之间的联系可分为以下 3 类。

① 一对一联系 (1:1) 如果对于实体集  $A$  中的每一个实体, 实体集  $B$  中至多有一个 (也可以没有) 实体与之对应, 反之亦然, 则称实体集  $A$  与实体集  $B$  具有一对一联系, 记为 1:1。

例如, 学校里的每个班级只有一个正班长, 而每个正班长只在一个班级中任职, 则班级与班长之间就具有一对一联系。

② 一对多联系 (1:n) 如果对于实体集  $A$  中的每一个实体, 实体集  $B$  中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之对应; 反之, 对于实体集  $B$  中的每一个实体, 实体集  $A$  中至多只有一个实体与之对应, 则称实体集  $A$  与实体集  $B$  具有一对多联系, 记为 1:n。

例如, 一个班级中有多名学生, 而每名学生只属于一个班级, 则班级与学生之间就具有一对多联系。

③ 多对多联系 ( $m:n$ ) 如果对于实体集  $A$  中的每一个实体, 实体集  $B$  中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之对应; 反之, 对于实体集  $B$  中的每一个实体, 实体集  $A$  中也有  $m$  个实体 ( $m \geq 0$ ) 与之对应, 则称实体集  $A$  与实体集  $B$  具有多对多联系, 记为  $m:n$ 。

例如, 一名学生可以同时选修多门课程, 而一门课程也可以同时让多名学生选修, 则学生与课程之间就具有多对多联系。

**【例 1.1】** 用 E-R 模型描述某高校的教学组织情况: 学校有若干系部, 每个系部有若干学生, 每名学生可选修多门课程。

本例涉及“系部”、“学生”和“课程”3 个实体, 系部与学生之间的“隶属”关系为一对多的联系, 学生与课程之间的“选课”关系为多对多的联系。

假设“系部”实体的属性有系号、系名和系主任, “学生”实体的属性有学号、姓名和性别, “课程”实体的属性有课程号、课程名和学分, “选课”联系中包含成绩属性。

E-R 模型如图 1.5 所示。其中, 矩形表示实体型, 矩形框内为实体名; 椭圆表示属性, 椭圆框内为属性名; 菱形表示联系, 菱形框内为联系名; 无向边用来连接实体型与联系, 边上注明联系类型 (1:1, 1:n 或  $m:n$ ); 属性与对应的实体型或联系也用无向边连接。

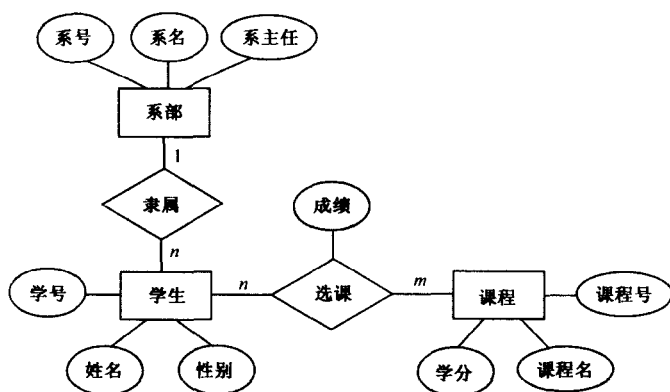


图 1.5 描述某高校教学组织情况的 E-R 模型

### 1.1.4 数据模型

数据模型是用来抽象和表示现实世界中事物与事物之间联系的结构模式。它将数据库中的数据按照一定的结构组织起来，以反映事物本身及事物之间的各种联系。

任何一个 DBMS 都是基于某种数据模型的。为了把现实世界中的具体事物抽象和组织为某一 DBMS 支持的数据模型，人们通常先将现实世界抽象为信息世界（如用 E-R 模型表示），然后再将信息世界转换为机器世界（用数据模型表示）。

目前常用的数据模型有 3 种：层次模型、网状模型和关系模型。因此，数据库也分为 3 类：层次型数据库、网状型数据库和关系型数据库。

(1) 层次模型 用树型结构表示实体及实体间联系的数据模型称为层次模型，它是数据库系统最早使用的一种模型。

层次模型的特征是：有且仅有一个节点没有父节点，它就是根节点；其他节点有且只有一个父节点。

在层次模型中，每个节点表示一个实体的型，存储一条记录。节点之间的连线表示实体之间的联系，这种联系只能是一对多的关系。

层次模型结构简单、处理方便、算法规范，适于表达现实世界中具有一对多联系的事物，如行政关系、家族关系等，但不能直接表达实体间的多对多联系。图 1.6 所示为一个层次模型示例。

(2) 网状模型 用网状结构表示实体及实体间联系的数据模型称为网状模型。

网状模型的特征是：允许一个以上的节点没有父节点，允许一个节点有多个父节点。

网状模型能够更为直接地描述现实世界，表示实体间的各种联系，但它的结构复杂，实现的算法也复杂。图 1.7 所示为一个网状模型示例。

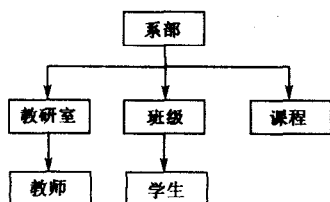


图 1.6 层次模型示例

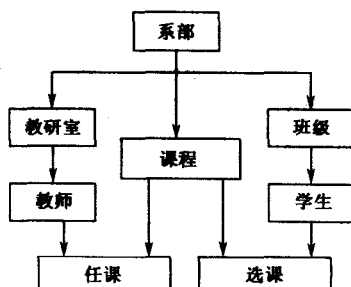


图 1.7 网状模型示例

层次模型和网状模型在本质上是一样的，即每个节点表示一个实体型，存储一条记录，节点之间的连线表示实体间的联系，用链接指针来实现。

(3) 关系模型 用二维表结构来表示实体及实体间联系的数据模型称为关系模型。关系数据模型以关系数学理论为基础，一个关系对应一个二维表。

关系模型的概念单一，无论实体还是实体之间的联系都用关系来表示。例如，学生、课程、学生与课程之间的“选课”联系都用关系来表示。图 1.8 所示为一个关系模型示例。

| 系号 | 系名  | 系主任 |
|----|-----|-----|
| 01 | 法律  | 刘世昆 |
| 02 | 计算机 | 程辉  |
| 03 | 金融  | 张明明 |
| 04 | 英语  | 余凡  |

“系部”关系

| 学号     | 姓名  | 性别 | 系号 |
|--------|-----|----|----|
| 310201 | 张君  | 男  | 01 |
| 310208 | 王晓红 | 女  | 01 |
| 310210 | 马燕  | 女  | 01 |
| 320215 | 陈刚  | 男  | 02 |
| 320220 | 张伟国 | 男  | 02 |
| 330233 | 刘俊峰 | 男  | 03 |

“学生”关系

| 课程号 | 课程名     | 学分 |
|-----|---------|----|
| 101 | 公共英语    | 6  |
| 102 | 高等数学    | 5  |
| 103 | 网页制作技术  | 2  |
| 104 | 多媒体技术应用 | 3  |
| 105 | 数据库程序设计 | 4  |

“课程”关系

| 学号     | 课程号 | 成绩   |
|--------|-----|------|
| 310201 | 101 | 76   |
| 310201 | 102 | 82.5 |
| 320215 | 101 | 92   |
| 320220 | 101 | 82.5 |
| 320220 | 105 | 76   |
| 330233 | 101 | 68.5 |

“选课”关系

图 1.8 关系模型示例

关系模型是目前最常用也是最重要的一种数据模型。20 世纪 80 年代以来，新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型，如 Oracle、SQL Server、Sybase、Visual FoxPro，以及本书所要介绍的 Microsoft Access，它们都是基于关系模型的关系数据库管理系统。

## 1.2 关系数据库

关系数据库是基于关系模型的数据库，现实世界的实体及实体间的各种联系均用单一的结构类型即关系来表示。

### 1.2.1 关系术语

#### 1. 基本的关系术语

(1) 关系 一个关系就是一张二维表，每个关系有一个关系名，也称为表名。如图 1.8 所示，其中有“系部”、“学生”、“课程”和“选课”4 个关系。

(2) 元组 表中的一行就是一个元组，也称为一条记录。如图 1.8 所示，“学生”关系中包含 6 条记录。

(3) 属性 表中的一列就是一个属性，也称为一个字段。如图 1.8 所示，“学生”关系中包含“学号”、“姓名”、“性别”和“系号”4 个字段。

(4) 域 属性的取值范围。例如，“性别”的域是“男”或“女”，“成绩”（百分制）的

域是 0~100 分。

(5) 关系模式 对关系的描述称为关系模式，它对应一个关系的结构。其格式为：

关系名 (属性 1, 属性 2, ..., 属性  $n$ )。

例如，图 1.8 所示的“学生”表的关系模式为：

学生 (学号, 姓名, 性别, 系号)

(6) 主关键字 在表中能够唯一标识一条记录的字段或字段组合，称为候选关键字。一个表中可能有多个候选关键字，从中选择一个作为主关键字，也称为主键。

例如，“学生”表中的“学号”字段在每条记录中都是唯一的，因此学号就是主键。在“选课”表中，“学号”和“课程号”两个字段构成一个主键。

(7) 外部关键字 如果表 A 和表 B 中有公共字段，且该字段在表 B 中是主键，则该字段在表 A 中就称为外部关键字，也称为外键。

例如，“学生”表和“系部”表中都有“系号”字段，且“系号”在“系部”表中是主键，则“系号”在“学生”表中就是外键。

在关系数据库中，主键和外键表示了两个表之间的联系。例如，在图 1.8 所示的关系模型中，“系部”表和“学生”表中的记录可以通过公共的“系号”字段相联系，当要查找某位学生所在系的系主任时，可以先在“学生”表中找出该生所属的系号，然后再到“系部”表中找出该系号所对应的系主任。

## 2. 关系数据库的主要特点

(1) 关系中的每个属性必须是不可分割的数据项，即表中不能再包含表。如果不满足这个条件，就不能称为关系数据库。例如，表 1.1 所示的表格就不符合要求。

表 1.1 不符合规范化要求的表格

| 职工号   | 姓名 | 应发工资 |    |    | - 应扣工资 |    |     | 实发工资 |
|-------|----|------|----|----|--------|----|-----|------|
|       |    | 基本工资 | 奖金 | 补贴 | 房租     | 水电 | 公积金 |      |
| 1001  | 潘俊 |      |    |    |        |    |     |      |
| ..... |    |      |    |    |        |    |     |      |

(2) 关系中每一列元素必须是同一类型的数据，并来自同一个域。

(3) 关系中不能出现相同的字段。

(4) 关系中不能出现相同的记录。

(5) 关系中的行、列次序可以任意交换，不影响其信息内容。

### 1.2.2 关系的完整性

关系模型的完整性规则是对关系的某种约束条件，以保证数据的正确性、有效性和相容性。关系模型中有 3 类完整性约束。

#### 1. 实体完整性

实体完整性规则要求关系中的主键不能取空值或重复的值。所谓空值就是“不知道”或“无意义”的值。

例如，在“学生”表中，“学号”为主键，则学号就不能取空值，也不能有重复值。在“选课”表中，“学号”和“课程号”构成主键，则这两个字段都不能取空值，也不允许表中任何两条记录的学号和课程号的值完全相同。



## 2. 参照完整性

参照完整性规则定义外键和主键之间的引用规则，即外键或者取空值，或者等于相应关系中主键的某个值。

例如，“系号”在“学生”表中为外键，在“系部”表中为主键，则“学生”表中的“系号”只能取空值（表示学生尚未选择某个系），或者取“系部”表中已有的一个系号值（表示学生已属于某个系）。

## 3. 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。此外，用户还可以根据某一具体应用所涉及的数据必须满足的语义要求，自定义完整性约束，这类完整性也称为域完整性。

例如，在“选课”表中，如果要求成绩以百分制表示，并保留一位小数，则用户就可以在表中定义成绩字段为数值型数据，小数位数为 1，取值范围为 0~100。

### 1.2.3 关系运算

从一个关系或几个关系中查询所需要的数据，就要使用关系运算。关系的基本运算分为两类：传统的集合运算和专门的关系运算。关系运算的对象是一个关系，运算结果仍是一个关系。

#### 1. 传统的集合运算

包括并（ $\cup$ ）、交（ $\cap$ ）、差（ $-$ ）、广义笛卡儿积（ $\times$ ）4 种。图 1.9 所示为关系  $R$  和关系  $S$  的 4 种集合运算示例。

|     |    |    |            |    |    |              |     |     |     |     |     |
|-----|----|----|------------|----|----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $R$ |    |    | $R \cup S$ |    |    | $R \times S$ |     |     |     |     |     |
| A   | B  | C  | A          | B  | C  | R.A          | R.B | R.C | S.A | S.B | S.C |
| a1  | b1 | c1 | a1         | b1 | c1 | a1           | b1  | c1  | a1  | b2  | c2  |
| a1  | b2 | c2 | a1         | b2 | c2 | a1           | b1  | c1  | a1  | b3  | c2  |
| a2  | b2 | c1 | a2         | b2 | c1 | a1           | b2  | c2  | a2  | b2  | c1  |
|     |    |    | a1         | b3 | c2 | a1           | b2  | c2  | a1  | b3  | c2  |
|     |    |    |            |    |    | a1           | b2  | c2  | a2  | b2  | c1  |
|     |    |    |            |    |    | a2           | b2  | c1  | a1  | b2  | c2  |
|     |    |    |            |    |    | a2           | b2  | c1  | a1  | b3  | c2  |
|     |    |    |            |    |    | a2           | b2  | c1  | a2  | b2  | c1  |
| $S$ |    |    | $R \cap S$ |    |    | $R - S$      |     |     |     |     |     |
| A   | B  | C  | A          | B  | C  | A            | B   | C   |     |     |     |
| a1  | b2 | c2 | a1         | b2 | c2 | a1           | b1  | c1  |     |     |     |
| a1  | b3 | c2 | a2         | b2 | c1 |              |     |     |     |     |     |
| a2  | b2 | c1 |            |    |    |              |     |     |     |     |     |

图 1.9 集合运算示例

## 2. 专门的关系运算

（1）选择（Selection） 从一个关系中找出满足条件的记录的操作称为选择。选择是从行的角度进行的运算，其结果是原关系的一个子集。例如，从图 1.8 所示的“学生”表中选择所有女生的记录，结果如表 1.2 所示。

表 1.2 选择运算

| 学号     | 姓名  | 性别 | 系号 |
|--------|-----|----|----|
| 310208 | 王晓红 | 女  | 01 |
| 310210 | 马燕  | 女  | 01 |