



普通高等教育 电气信息类 应用型规划教材



Free  
Courseware

# Access

## 数据库系统与设计

李 梓 主编



科学出版社

普通高等教育电气信息类应用型规划教材

# Access 数据库系统与设计

李 梓 主编

陈 丰 胡绪英 副主编

科学出版社

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了 Microsoft Access 数据库管理系统的基础知识和应用系统设计方法,并以丰富的实例演示各种数据库对象的具体操作。本书的特点是,由浅入深,通俗易懂,实例丰富,可操作性强。本书实例和习题均为教学管理类,易于读者理解和接受,特别是每章后都设计了配套的习题和上机实验,覆盖了各章节主要知识点,便于读者掌握所学知识,对培养读者的创新意识和实践操作能力,以及提高计算机应用水平,效果显著。

本书适合作为高等院校的本、专科学生的教材,也可以作为全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计的考生、数据库应用系统开发人员、电子商务网站设计者、行政管理人员以及自学者的参考书。

为便于读者学习,本书还免费提供书中所有素材、CAI 课件和习题的参考答案。

### 图书在版编目(CIP)数据

Access 数据库系统与设计/李梓主编. —北京:科学出版社,2017

ISBN 978-7-03-052701-1

I. ①A… II. ①李… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 098671 号

责任编辑:孙露露 常晓敏/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市良远印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017 年 7 月第一次印刷 印张:18 1/2

字数:460 000

定价:43.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈良远印务〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135768-2010

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

# 前 言

数据库技术在 20 世纪 60 年代末作为信息管理的新技术出现。随着计算机的日益普及,数据库技术已被广泛地应用于各个领域,学习和掌握数据库的基本知识及数据库的使用方法是当代大学生必备的信息技术素养。

Microsoft Access 是一个中、小型数据库管理系统,最适合用来作为中、小规模数据量的应用软件的底层数据库。它以强大的功能,可靠、高效的管理方式,支持网络和多媒体技术,简单易学,便于开发为主要特点,成为桌面数据库领域的佼佼者,深受广大数据库用户的欢迎。

本书的特点是,实例丰富,由浅入深,最后形成一个完整的应用系统。本书不同于市面上一些有关 Access 数据库的书籍,有的是手册式的,只能作为入门指南;有的没有基础知识的介绍,直接进入系统开发,虽然具有丰富的案例,但却不适合作为教材。本书从数据库的基本概念、基本理论,到 Access 各个基本对象的讲述,由表及里,循序渐进。书中实例、习题以及所举案例,都属于读者所熟悉的教学管理类,易于理解和接受。本书每章后面都设计了配套的习题和上机实验,覆盖了各章节主要知识点,既可以巩固所学的基础知识,形式上又紧扣全国计算机等级考试二级 Access 的考试要求。所设计的习题和实验具有启发性,力求引导读者举一反三,培养开拓精神和创新精神。

全书共 10 章。第 1 章介绍有关数据库的基础知识;第 2 章介绍 Access 2016 数据库概况;第 3~8 章介绍 Access 2016 数据库的各个基本对象;第 9 章通过一个综合应用实例将第 3~8 章所建立的各个对象有机地联系起来,构成一个小型的 Access 数据库应用系统“教务管理系统”,介绍数据库应用系统开发的一般过程,以及如何设计一个 Access 数据库应用系统;第 10 章简述数据库的安全问题。

本书所用案例和实验是编者多年教学实践的积案,经过了十几届学生的使用与实践,对培养学生的整合思维、创新意识、实践操作能力以及提高计算机应用能力有着明显的效果。

本书统稿和定稿由汕头大学李梓完成。第 1~2 章由胡绪英编写,第 3~8 章由李梓编写,第 9~10 章由陈丰编写。全书每章后配套的习题与上机实验由李梓、陈丰共同编写。

本书在编写过程中得到了汕头大学领导的关心和支持,得到了汕头大学教务处的支持和帮助,并获得汕头大学教材补贴基金的资助,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,吕林涛教授、孙浩军教授、陶培基副教授和李国伟副教授对本书提出了许多指导性意见和建议,在此谨表谢意。

为了便于读者学习,本书免费提供 CAI 课件、示例数据库、VBA 的源程序以及实验所需的素材文件,读者可以到网站 [www.abook.cn](http://www.abook.cn) 下载。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

# 目 录

|                                    |    |                                 |    |
|------------------------------------|----|---------------------------------|----|
| 第 1 章 数据库基础 .....                  | 1  | 3.1.2 字段的类型及设置 .....            | 28 |
| 1.1 数据库的基本概念 .....                 | 1  | 3.1.3 使用设计视图创建表 .....           | 29 |
| 1.1.1 数据库的基础知识 .....               | 1  | 3.1.4 使用数据表视图创建表 .....          | 30 |
| 1.1.2 数据模型 .....                   | 2  | 3.1.5 表结构的编辑和修改 .....           | 31 |
| 1.1.3 关系模型 .....                   | 3  | 3.1.6 导入表和链接表 .....             | 33 |
| 1.1.4 数据库的体系结构 .....               | 4  | 3.1.7 导出表 .....                 | 38 |
| 1.2 数据库设计 .....                    | 5  | 3.2 字段的其它属性设置 .....             | 39 |
| 1.2.1 数据规范化 .....                  | 5  | 3.2.1 字段的标题 .....               | 39 |
| 1.2.2 数据库应用系统设计 .....              | 9  | 3.2.2 字段的格式与掩码设置 .....          | 39 |
| 1.2.3 面向对象方法的概念 .....              | 10 | 3.2.3 验证规则和验证文本 .....           | 43 |
| 习题 .....                           | 11 | 3.3 创建查阅字段 .....                | 43 |
| 实验 初识 Access 2016 数据库 .....        | 12 | 3.3.1 创建“值列表”查阅字段 .....         | 44 |
| 第 2 章 Access 2016 数据库概况 .....      | 14 | 3.3.2 创建来自“表/查询”的<br>查阅字段 ..... | 45 |
| 2.1 Access 2016 的功能特点 .....        | 14 | 3.4 主关键字和索引 .....               | 47 |
| 2.1.1 Access 的主要特点 .....           | 14 | 3.4.1 主键的类型 .....               | 48 |
| 2.1.2 Access 2016 的新增功能 .....      | 15 | 3.4.2 主键的定义和取消主键 .....          | 48 |
| 2.2 Access 2016 的安装和启动 .....       | 17 | 3.4.3 索引的创建和使用 .....            | 49 |
| 2.2.1 Access 2016 的安装 .....        | 17 | 3.5 关系的创建及应用 .....              | 51 |
| 2.2.2 Access 2016 的启动和退出 .....     | 17 | 3.5.1 关系的种类 .....               | 51 |
| 2.3 Access 2016 数据库的创建 .....       | 18 | 3.5.2 数据结构设计 .....              | 52 |
| 2.4 Access 2016 数据库的基本<br>对象 ..... | 19 | 3.5.3 建立关系 .....                | 53 |
| 2.4.1 表 .....                      | 19 | 3.5.4 修改、删除表关系 .....            | 57 |
| 2.4.2 查询 .....                     | 20 | 3.5.5 子数据表的使用 .....             | 57 |
| 2.4.3 窗体 .....                     | 21 | 3.5.6 关系的联接类型 .....             | 58 |
| 2.4.4 报表 .....                     | 22 | 习题 .....                        | 59 |
| 2.4.5 宏 .....                      | 23 | 实验 表的建立 .....                   | 61 |
| 2.4.6 模块 .....                     | 24 | 第 4 章 查询 .....                  | 64 |
| 2.5 使用不同版本的数据库 .....               | 24 | 4.1 查询的创建 .....                 | 64 |
| 2.6 数据库的压缩与修复 .....                | 25 | 4.1.1 使用设计视图创建查询 .....          | 64 |
| 习题 .....                           | 25 | 4.1.2 使用“简单查询向导”创建<br>查询 .....  | 66 |
| 实验 数据库的建立 .....                    | 26 | 4.1.3 查询的视图 .....               | 68 |
| 第 3 章 表与关系 .....                   | 27 | 4.1.4 查询的条件及其他 .....            | 69 |
| 3.1 表的设计与创建 .....                  | 27 | 4.1.5 建立添加计算字段的查询 .....         | 74 |
| 3.1.1 字段名称和说明 .....                | 28 |                                 |    |

|                                     |     |                                |     |
|-------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 4.1.6 建立分组统计的查询<br>(Group By) ..... | 75  | 5.3.2 移动对象 .....               | 115 |
| 4.1.7 建立交互式“带参数”的<br>查询 .....       | 77  | 5.3.3 调整大小 .....               | 115 |
| 4.1.8 建立自动输入数据的“自动<br>查阅”查询 .....   | 79  | 5.3.4 对齐 .....                 | 116 |
| 4.1.9 使用“交叉表查询向导” .....             | 81  | 5.3.5 间距 .....                 | 117 |
| 4.1.10 使用“查找重复项查询<br>向导” .....      | 84  | 5.3.6 外观 .....                 | 118 |
| 4.1.11 使用“查找不匹配项查询<br>向导” .....     | 86  | 5.4 改变窗体的背景 .....              | 118 |
| 4.2 创建“操作查询” .....                  | 88  | 5.4.1 主题的应用 .....              | 118 |
| 4.2.1 追加查询 .....                    | 89  | 5.4.2 以自选图片做背景 .....           | 119 |
| 4.2.2 删除查询 .....                    | 90  | 5.4.3 取消背景图片 .....             | 120 |
| 4.2.3 更新查询 .....                    | 91  | 5.5 窗体高级设计技巧 .....             | 120 |
| 4.2.4 生成表查询 .....                   | 92  | 5.5.1 窗体中的图片 .....             | 121 |
| 4.3 创建 SQL 查询 .....                 | 94  | 5.5.2 常用控件的使用 .....            | 122 |
| 4.3.1 SQL 简介 .....                  | 94  | 5.5.3 子窗体 .....                | 135 |
| 4.3.2 SQL 使用实例 .....                | 96  | 5.6 使用窗体操纵数据 .....             | 139 |
| 4.4 创建“联合”查询 .....                  | 98  | 5.6.1 使用窗体浏览和修改记录 .....        | 139 |
| 4.5 查询的种类和属性 .....                  | 99  | 5.6.2 使用窗体添加和删除记录 .....        | 139 |
| 4.5.1 查询的种类 .....                   | 99  | 5.6.3 查找与替换数据 .....            | 140 |
| 4.5.2 查询属性的设置 .....                 | 99  | 5.6.4 记录的排序 .....              | 142 |
| 4.5.3 字段属性的设置 .....                 | 100 | 5.7 数据的筛选 .....                | 142 |
| 习题 .....                            | 100 | 5.7.1 按选定内容筛选 .....            | 142 |
| 实验 查询的应用 .....                      | 103 | 5.7.2 按窗体筛选 .....              | 143 |
| 第 5 章 窗体 .....                      | 105 | 5.7.3 高级筛选/排序 .....            | 144 |
| 5.1 窗体的基础知识 .....                   | 105 | 5.7.4 筛选用于表、查询与报表 .....        | 144 |
| 5.1.1 窗体的种类 .....                   | 105 | 习题 .....                       | 145 |
| 5.1.2 窗体的视图 .....                   | 106 | 实验 窗体的应用 .....                 | 147 |
| 5.2 窗体的创建 .....                     | 107 | 第 6 章 报表 .....                 | 150 |
| 5.2.1 自动创建窗体 .....                  | 107 | 6.1 报表的结构 .....                | 150 |
| 5.2.2 使用“窗体向导”创建<br>窗体 .....        | 110 | 6.2 报表的创建 .....                | 152 |
| 5.2.3 使用“空白窗体”按钮<br>创建窗体 .....      | 112 | 6.2.1 使用“报表”按钮自动<br>创建报表 ..... | 152 |
| 5.2.4 使用“窗体设计”按钮<br>创建窗体 .....      | 114 | 6.2.2 使用“报表向导”按钮<br>创建报表 ..... | 153 |
| 5.3 窗体的布局及格式调整 .....                | 114 | 6.2.3 使用“图表”控件创建<br>图表报表 ..... | 155 |
| 5.3.1 选择对象 .....                    | 115 | 6.2.4 使用“标签”按钮创建<br>标签报表 ..... | 157 |
|                                     |     | 6.2.5 使用“空报表”按钮创<br>建报表 .....  | 159 |
|                                     |     | 6.2.6 使用“报表设计”按钮<br>创建报表 ..... | 160 |

|                                      |     |                               |     |
|--------------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 6.2.7 使用“设计视图”修饰<br>现有报表 .....       | 160 | 8.2 模块的分类 .....               | 207 |
| 6.3 报表的高级应用 .....                    | 163 | 8.3 模块的创建与调用 .....            | 208 |
| 6.3.1 报表的排序 .....                    | 163 | 8.3.1 模块的创建 .....             | 209 |
| 6.3.2 报表的分组 .....                    | 164 | 8.3.2 模块的调用 .....             | 212 |
| 6.3.3 利用函数对报表进行统<br>计汇总 .....        | 166 | 8.3.3 过程的调用 .....             | 214 |
| 6.3.4 域合计函数的应用 .....                 | 169 | 8.3.4 参数传递 .....              | 215 |
| 6.4 子报表 .....                        | 169 | 8.4 模块的调试 .....               | 216 |
| 6.5 多列报表 .....                       | 173 | 8.4.1 调试工具栏简介 .....           | 216 |
| 6.6 交叉表报表 .....                      | 174 | 8.4.2 断点的设置 .....             | 217 |
| 6.7 报表的打印和预览 .....                   | 175 | 8.4.3 跟踪程序的执行 .....           | 218 |
| 6.7.1 页面设置 .....                     | 175 | 8.4.4 添加监视点 .....             | 218 |
| 6.7.2 预览报表 .....                     | 176 | 8.4.5 在“本地窗口”查看数据 .....       | 219 |
| 6.7.3 打印报表 .....                     | 176 | 8.4.6 使用 Debug.Print 命令 ..... | 219 |
| 习题 .....                             | 177 | 8.4.7 VBA 程序运行出错处理 .....      | 219 |
| 实验 报表打印 .....                        | 179 | 8.5 宏与模块的关系 .....             | 219 |
| 第 7 章 宏 .....                        | 182 | 8.6 VBA 程序设计入门 .....          | 220 |
| 7.1 宏、宏组以及带条件的宏 .....                | 182 | 8.6.1 面向对象程序设计概述 .....        | 220 |
| 7.2 宏的创建 .....                       | 183 | 8.6.2 VBA 的书写格式 .....         | 223 |
| 7.2.1 创建宏 .....                      | 184 | 8.6.3 VBA 的数据 .....           | 224 |
| 7.2.2 创建宏组 .....                     | 185 | 8.6.4 VBA 的基本控制结构 .....       | 232 |
| 7.2.3 创建带条件的宏 .....                  | 186 | 8.6.5 常用 VBA 命令 .....         | 238 |
| 7.2.4 AutoKeys 的使用 .....             | 187 | 8.7 VBA 的数据库编程基础 .....        | 244 |
| 7.2.5 AutoExec 的使用 .....             | 189 | 8.7.1 VBA 访问的数据库类型 .....      | 244 |
| 7.3 宏的运行 .....                       | 189 | 8.7.2 数据库引擎及版本 .....          | 244 |
| 7.3.1 调试宏 .....                      | 189 | 8.7.3 数据库访问接口 .....           | 245 |
| 7.3.2 运行宏 .....                      | 190 | 8.7.4 常用的数据库编程函数 .....        | 249 |
| 7.4 利用宏创建菜单 .....                    | 193 | 习题 .....                      | 251 |
| 7.4.1 创建功能区菜单 .....                  | 193 | 实验 模块的应用 .....                | 255 |
| 7.4.2 设置热键 .....                     | 196 | 第 9 章 数据库应用系统开发实例 .....       | 257 |
| 7.4.3 创建窗口多级下拉菜单 .....               | 197 | 9.1 应用系统开发的一般方法 .....         | 257 |
| 7.4.4 创建快捷菜单 .....                   | 197 | 9.2 用户需求分析 .....              | 258 |
| 7.5 将宏转换为 Visual Basic<br>程序代码 ..... | 198 | 9.3 系统设计 .....                | 258 |
| 7.6 常用的宏操作 .....                     | 199 | 9.3.1 系统总体设计 .....            | 259 |
| 习题 .....                             | 201 | 9.3.2 数据库结构设计 .....           | 260 |
| 实验 宏的应用 .....                        | 204 | 9.3.3 界面设计 .....              | 261 |
| 第 8 章 模块与 VBA .....                  | 207 | 9.4 系统实施 .....                | 262 |
| 8.1 基本概念 .....                       | 207 | 9.4.1 系统功能模块设计 .....          | 263 |
|                                      |     | 9.4.2 数据库设计 .....             | 263 |
|                                      |     | 9.4.3 系统界面设计 .....            | 265 |
|                                      |     | 9.5 系统安全与集成 .....             | 272 |

|                                   |     |                                  |     |
|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 9.5.1 数据库密码的设置 .....              | 272 | 10.1.1 数据库密码 .....               | 280 |
| 9.5.2 用户登录窗体的设计 .....             | 272 | 10.1.2 安全账户密码 .....              | 280 |
| 9.5.3 系统设置 .....                  | 273 | 10.1.3 VBA 密码 .....              | 281 |
| 9.5.4 将应用系统编译生成<br>ACCDE 文件 ..... | 274 | 10.2 设置与撤消数据库密码 .....            | 281 |
| 9.6 系统测试 .....                    | 274 | 10.2.1 设置数据库密码 .....             | 281 |
| 9.6.1 模块的分体测试 .....               | 274 | 10.2.2 撤消数据库密码 .....             | 283 |
| 9.6.2 模块的整体联调 .....               | 275 | 10.3 用户和组的账号和权限 .....            | 283 |
| 9.7 系统维护 .....                    | 275 | 10.4 生成 ACCDE 文件 .....           | 284 |
| 习题 .....                          | 276 | 习题 .....                         | 285 |
| 实验 数据库应用系统的设计 .....               | 278 | 实验 利用宏或 VBA 设计一个<br>身份验证程序 ..... | 286 |
| 第 10 章 数据库的安全 .....               | 280 | 参考文献 .....                       | 287 |
| 10.1 Access 密码概述 .....            | 280 |                                  |     |

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末到 70 年代初,主要研究如何存储、使用和管理数据,它需要专门的软件——数据库管理系统所支持。

本书介绍的 Microsoft Access 2016 是一个中、小型数据库管理系统,是一个完全面向对象的、采用事件驱动机制的关系型桌面数据库系统。

## 1.1 数据库的基本概念

在学习 Microsoft Access 2016 之前,我们需要了解数据库的体系结构,学习一些有关数据库的基本概念,如数据处理、数据库、数据模型、数据库管理系统、数据库应用系统、数据库系统等。

### 1.1.1 数据库的基础知识

在学习数据库之前,有许多概念名词术语必须首先有所了解,下面介绍的是有关数据库的基础知识。

1) 数据处理。“数据处理”也称为信息处理,就是利用计算机对数据进行输入、输出、整理、存储、分类、排序、检索、统计等的加工过程,数据处理的对象包括数值、文字、图形、表格等。随着多媒体计算机的出现,声音、图像、影视等也成为计算机能处理的数据。

2) 数据库(Database, DB)。通俗地说,数据库就是存储数据的仓库。数据库由两大部分构成:一是应用所需要的数据集合,称为物理数据库,它是数据库的主体;二是关于各级数据结构的描述,由“数据字典”系统管理。

3) 数据模型。为了有效地实现对数据的管理,必须使用一定的结构来组织、存储数据,并且需要一种方法来建立各种类型的数据之间的联系,我们把表示实体类型及实体之间联系的模型称为数据模型。数据模型包括关系模型、层次模型和网状模型等,将在下一节详细介绍。

4) 数据库管理系统(Database Management System, DBMS)。数据库管理系统是数据库系统中对数据进行管理的专门的软件,它是数据库系统的核心组成部分,对数据库的所有操作和控制都是通过数据库管理系统来进行的。一个数据库管理系统总是基于某种数据模型的,因此可以把数据库管理系统看成是某种数据模型在计算机系统上的具体实现。本书所介绍的 Access 2016 是属于关系型的数据库管理系统。

5) 数据库应用系统。数据库应用系统是在某种数据库管理系统支持下,根据实际应用的开发出来的应用程序包,例如财会软件,商品进、销管理系统等。

6) 数据库系统。数据库系统是数据库、数据库管理系统、数据库应用系统的统称。

1.1.2 数据模型

数据模型是数据库系统的核心，决定了数据在数据库中的组织形式以及相互之间的联系方法，遵守数据库的约束和规范。数据模型的选择是否恰当，直接影响数据库的性能和工作效率。

支持数据库系统的有以下四种数据模型。

1. 层次模型（Hierarchical Model）

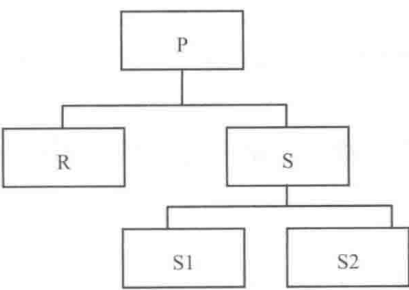


图 1-1 层次模型

用树型结构表示实体类型及实体之间的联系的数据模型称为“层次模型”。层次模型的结构特点如图 1-1 所示。

可以这样来理解层次模型：把这种结构看成是一棵倒树，根在上，枝在下，根只有一个，枝可以多个，且有多层。也可以把这种结构看成是一个家族，一父可以多子，但一子只有一父。

2. 网状模型（Network Model）

用网状结构表示实体类型及实体之间的联系的数据模型称为“网状模型”。网状模型的结构特点如图 1-2 所示。

可以这样来理解网状模型：如果把“T”看成是老师，“S”看成是学生，“C”看成是课程，则实体之间存在这样的联系，一个老师可以教多个学生，一个学生也可以被多个老师教，一个学生可以选修多门课程，一门课程也可以被多个学生选修。

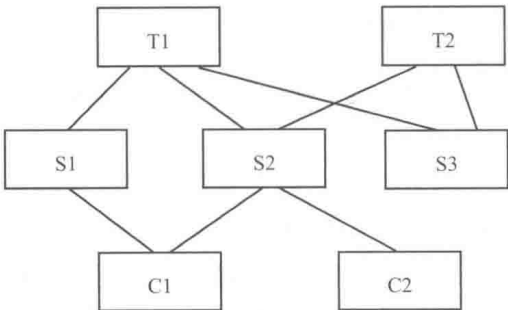


图 1-2 网状模型

3. 关系模型（Relational Model）

关系模型是用表格结构来表达实体集，用外键来表示实体之间的联系。

例如，表 1-1~表 1-3 是学生、课程和学生选课的三个表。

表 1-1 学生

| 学号      | 姓名  | 性别 |
|---------|-----|----|
| 1161001 | 李伯仁 | 男  |
| 1161002 | 陈晴  | 男  |
| 1161003 | 马大大 | 男  |
| 1161004 | 夏小雪 | 女  |
| 1161005 | 钟大成 | 女  |

表 1-2 学生选课

| 学号      | 课程 ID | 成绩 |
|---------|-------|----|
| 1161002 | 2009  | 65 |
| 1161003 | 2017  | 78 |
| 1161003 | 2055  | 87 |
| 1161003 | 2001  | 88 |
| 1161004 | 2009  | 67 |

表 1-3 课程

| 课程 ID | 课程名  | 学分 |
|-------|------|----|
| 2001  | 数学建模 | 2  |
| 2008  | 艺术教育 | 2  |
| 2009  | 生活英语 | 2  |
| 2017  | 逻辑学  | 2  |
| 2055  | 孙子兵法 | 2  |

通过“学号”来建立“学生”和“学生选课”表之间的“一对多”的关系，即一个学

生可以选修多门课程。其中，“学号”是“学生”表的主键，它是“学生选课”表的“外键”。

通过“课程 ID”来建立“课程”和“学生选课”表之间的“一对多”的关系，即一门课程可以被多个学生选修。

4. 面向对象模型（Object-Oriented Model）

在一些经典的数据库技术资料中，所提到的数据模型为关系模型、层次模型和网状模型。但是，随着面向对象技术的兴起和多媒体计算机的出现，数据库管理系统的发展也产生了飞跃，使数据库能够处理图像、影视、声音等 OLE 对象。这就是“面向对象型数据库系统”，因此，就有了面向对象的数据模型。

面向对象模型中最基本的概念是对象（Object）和类（Class）。对象是现实世界中实体的模型化，每个对象有唯一的标识符，把“状态”和“行为”封装在一起。其中，对象的“状态”是该对象属性值的集合，对象的“行为”是在对象状态上操作的方法集。

图 1-3 是一个面向对象模型的示意图。模型中有三个类：它们是“学生”、“学生选课”和“课程”，其中类“学生选课”的属性“学号”取值为类“学生”中的对象，属性“课程 ID”取值为类“课程”中的对象。

说明：这里“属性”的概念就是 Access 中的“字段”。

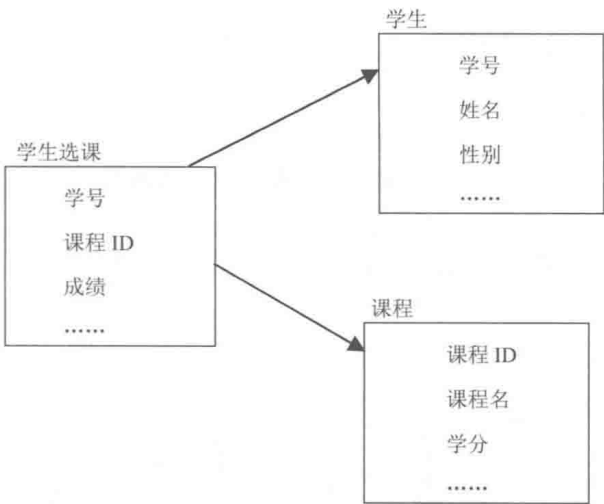


图 1-3 面向对象模型

关系-对象型数据库系统是从关系型向对象型过渡的一种类型，Access 2000 及以上的版本就是属于此类。因此，我们特别介绍一下关系模型。

1.1.3 关系模型

关系模型是用二维表的结构来表示数据及其之间的联系，它有着坚实的数学理论基础。表 1-4 是一个学生成绩表，它满足二维表的结构定义。

表 1-4 可以用来作为数据库的“基表”（Table），也称为“关系”，其中：

1) 字段。每一列称为一个“字段”（Field），列首叫字段名，字段名以下的单元格中的数据叫字段值，同一列的字段值具有相同的属性（即相同的数据类型、长度、格式等）。

表 1-4 学生成绩表

| 学号     | 姓名  | 数学 | 政治 | 英语 | 计算机 |
|--------|-----|----|----|----|-----|
| 121001 | 李晓燕 | 60 | 80 | 87 | 85  |
| 121002 | 邓必勇 | 81 | 65 | 79 | 67  |
| 121003 | 黄志强 | 79 | 83 | 85 | 71  |
| 121004 | 李玉青 | 91 | 80 | 87 | 85  |
| 121005 | 林艳  | 73 | 90 | 68 | 95  |

- 2) 记录。每一行（第一行除外）称为一个记录，或一个元组（Tuple），也就是关系的“值”。同一记录中的各字段值都是相互有关的。
- 3) 框架。第一行是字段名行，它代表了关系的框架结构，也就是关系的“型”。
- 4) 属性。是指数据的特性，如类型、长度、小数位等。
- 5) 主键。其值能唯一地标识表中每条记录的字段（列）。主键可以是一个字段，也可以是多个字段的组合。主键用于在某个表与其他表中的外键之间建立关系，快速地查找并组合存储在各个不同表中的信息，进行分类、排序、统计等操作。在数据库中，主键的值既不能重复，也不允许空值的存在，而且必须始终有唯一索引。
- 6) 外键。一个表中的某个（或多个）字段是另一个表中的主键，这个字段就被称为“外键”。外键用于建立表与表之间的关系。

1.1.4 数据库的体系结构

数据库的体系结构分为三级：外部级（用户视图）、概念级（全局视图）和内部级（存储视图）。

虽然有形形色色的数据库管理系统，而且在不同的操作系统支持下工作，但在总体结构上都具有三级层次结构。

图 1-4 表现了数据库三级层次结构的特征。

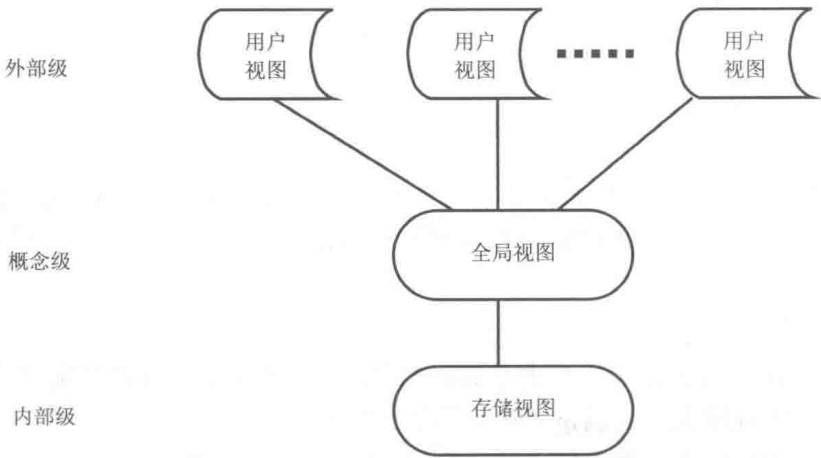


图 1-4 数据库的三级层次结构

从不同角度看到的数据特征称为“数据视图”（Data View）。用户所看到的数据特征，

属于“外部级”，单个用户使用的数据视图，称为“外模型”。比如在 Access 数据库中，使用较多的查询和表的“数据表视图”“窗体视图”“报表视图”“打印预览视图”等，都属于“外模型”；涉及用户的数据定义，也就是全局的数据视图，称为“概念模型”，比如表的“设计视图”；而涉及实际数据存储的方式，这种最接近存储的物理设备的数据视图，称为“内模型”。

## 1.2 数据库设计

数据库设计概括起来包括两个方面的内容：一是数据库的结构设计；二是数据库应用系统的功能设计。

### 1. 数据库的结构设计

数据库的结构设计就是建立一组结构合理的基表，这是整个数据库的数据源。必须合理地规划、有效地组织数据，以便实现高度的数据集成和有效的数据共享。基表应满足关系规范化的原则，尽可能减少数据冗余，保证数据的完整性和一致性。

### 2. 数据库应用系统的功能设计

数据库应用系统的功能设计，是在充分进行用户需求分析的基础上来实现的，它包括各种用户界面的设计和功能的实现策略。

除了必要的硬件选择和搭建外，还必须选择一个合适的软件，即数据库管理系统。Access 是一个适用于中、小规模的数据量的数据库管理系统，而且它可以在网络上运行，具有 OLE 技术的支持，对于数据规模不是特别大的电子商务网站，作为底层数据库特别适用。

#### 1.2.1 数据规范化

数据规范化（Date Normalization），是属于数据库设计理论的范畴，不属于本书的研究内容，在此只作简单介绍。

在数据库中，基表必须满足规范化的原则，即必须是一个二维表。二维表最通俗的理解是，每个字段必须是原子的、不可再分的，每一行是一个记录。

表 1-5 就不是一个规范化的二维表，必须将它改造成为表 1-4 的形式，才能作为数据库的基表。这个改造的过程就称为关系规范化。

表 1-5 不规范化的二维表

| 学号     | 姓名  | 成绩 |    |    |     |
|--------|-----|----|----|----|-----|
|        |     | 数学 | 政治 | 英语 | 计算机 |
| 121001 | 李晓燕 | 60 | 80 | 87 | 85  |
| 121002 | 邓必勇 | 81 | 65 | 79 | 67  |
| 121003 | 黄志强 | 79 | 83 | 85 | 71  |
| 121004 | 李玉青 | 91 | 80 | 87 | 85  |

表 1-6 也不是一个规范化的二维表，它不仅在字段中出现组合项，而且在记录中也存在组合。

只有将表 1-6 改造成为表 1-7 的形式，才可以作为数据库的基表。

表 1-6 不规范化的选课表

| 学号      | 姓名  | 选课情况 |    |
|---------|-----|------|----|
|         |     | 课程名  | 学分 |
| 1161002 | 陈晴  | 高等数学 | 4  |
| 1161003 | 马大大 | 生活英语 | 2  |
|         |     | 逻辑学  | 2  |
|         |     | 数学建模 | 3  |
| 1161004 | 夏小雪 | 艺术教育 | 2  |
|         |     | 孙子兵法 | 2  |

表 1-7 规范化的选课表

| 学号      | 姓名  | 课程名  | 学分 |
|---------|-----|------|----|
| 1161002 | 陈晴  | 高等数学 | 4  |
| 1161003 | 马大大 | 生活英语 | 2  |
| 1161003 | 马大大 | 逻辑学  | 2  |
| 1161003 | 马大大 | 数学建模 | 3  |
| 1161004 | 夏小雪 | 艺术教育 | 2  |
| 1161004 | 夏小雪 | 孙子兵法 | 2  |

这个由表 1-6 改造成为表 1-7 的过程，称为数据规范化。表 1-4 和表 1-7 都满足数据库的第一规范化形式，也称“第一范式”（简称 1NF）。

根据数据之间不同的特点和相互依赖的关系，在数据操作时，会遇到各种操作异常的特殊情况，为解决这些特殊的问题，数据必须进行进一步的规范，这就形成了关系数据模型的五种规范化形式。

1. 第一范式（1NF）

每个字段必须是原子的，不可再分的。这是最基本的要求。

2. 第二范式（2NF）

首先，它必须满足第一范式，并且不存在非主关键字对主关键字的部分函数依赖。也就是说：所有的非主关键字都完全函数依赖于主关键字，不存在只与主关键字中的部分属性的函数依赖。

3. 第三范式（3NF）

首先，它必须满足第二范式，并且不存在非主关键字对主键的传递函数依赖。也就是说：所有的非主关键字都直接函数依赖于主关键字，不存在间接地函数依赖于主关键字。

4. 第四范式（4NF）

首先，它必须满足第三范式，并且不存在非主关键字对主键的多值函数依赖。

5. 第五范式（5NF）

首先，它必须满足第四范式，并且不存在非主关键字对主键的连接函数依赖。  
其中第四范式和第五范式是关系规范化的较深层次的研究，但是在实际应用中，一般只要规范化到第三范式就可以了。

由于对关系的属性之间的函数依赖问题的理论研究不是本书的研究内容，读者可能对

这些概念术语难于理解，下面举一个通俗的实例说明从 1NF 到 3NF 的规范的原理和过程。

这里以学校这个实体为例，在处理学生、课程及有关信息时，有着这样的语义规则：

- 1) 一个系（系名）有若干学生（学号）。
- 2) 一个学生可选多门课程。
- 3) 每门课程有一个成绩。
- 4) 假定每个系只有一个住处（宿舍），学号中包含系的代号（第 4 位）。

根据给定的条件，可以定义表 1-8。

表 1-8 不满足第二范式的二维表

| 学号      | 课程   | 成绩 | 系名  | 宿舍 |
|---------|------|----|-----|----|
| 1161001 | 高等数学 | 77 | 计算机 | 天斋 |
| 1161006 | 科技英语 | 80 | 计算机 | 天斋 |
| 1161006 | 数学建模 | 85 | 计算机 | 天斋 |
| 1162001 | C 语言 | 90 | 电子  | 地斋 |
| 1162003 | 高等数学 | 83 | 电子  | 地斋 |
| 1163002 | C 语言 | 95 | 数学  | 元斋 |
| 1163002 | 科技英语 | 93 | 数学  | 元斋 |
| 1163004 | 数学建模 | 87 | 数学  | 元斋 |
| 1164008 | 汇编语言 | 68 | 物理  | 黄斋 |

这个表完全满足第一范式，但是它不满足第二范式，其理由是：第二范式要求非主关键字对主键具有完全函数依赖的特点。现在来分析表 1-8 的特点。

由于一个学生可以选修多门课程，因此，“学号”不能作为主键，必须以“学号”和“课程”组合作为主关键字，在非主关键字“成绩”“系名”“宿舍”中，“成绩”是完全函数依赖于主键的，因为“成绩”不仅与“学号”有关，而且与“课程”有关。但是“系名”和“宿舍”却只要“学号”就可以决定它们的值（根据已知条件，学号中第 4 位是系的代码），而与主键中的“课程”无关。这就是非主关键字对主键部分函数依赖，所以表 1-8 不属于第二范式。

部分函数依赖的结果会导致数据库操作异常，有关理论的分析在此略去。

我们可以通过数据库的“投影”操作，将表 1-8 分解为两个表，从而解决了非主关键字对主键的部分函数依赖的问题。

在分解的过程中，去掉重复的记录，就形成表 1-9 和表 1-10。这两个表都已满足 2NF，因为它们皆可以以“学号”为主键成分，其他非主关键字对主键具有完全函数依赖的特点。

第三范式（3NF）要求非主关键字对主键没有“传递函数依赖”的关系。

“传递函数依赖”，用简单的语言描述，即“A”函数依赖“B”，“B”又函数依赖“C”。

分析表 1-9，它不存在这种关系，因此表 1-9 已经满足第三范式。而表 1-10 就存在这种传递函数依赖的关系。因为根据已知条件，“学号”决定“系”，“系”决定“宿舍”，反过来说，“宿舍”函数依赖于“系”，“系”函数又依赖于“学号”，因此形成“传递函数依赖”。

解决的方法依然是分解关系表 1-10，变成表 1-11 和表 1-12。

表 1-9 满足第三范式的二维表

| 学号      | 课程   | 成绩 |
|---------|------|----|
| 1161001 | 高等数学 | 77 |
| 1161006 | 科技英语 | 80 |
| 1161006 | 数学建模 | 85 |
| 1162001 | C 语言 | 90 |
| 1162003 | 高等数学 | 83 |
| 1163002 | C 语言 | 95 |
| 1163002 | 科技英语 | 93 |
| 1163004 | 数学建模 | 87 |
| 1164008 | 汇编语言 | 68 |

表 1-10 满足第二范式的二维表

| 学号      | 系名  | 宿舍 |
|---------|-----|----|
| 1161001 | 计算机 | 天斋 |
| 1161006 | 计算机 | 天斋 |
| 1162001 | 电子  | 地斋 |
| 1162003 | 电子  | 地斋 |
| 1163002 | 数学  | 元斋 |
| 1163004 | 数学  | 元斋 |
| 1164008 | 物理  | 黄斋 |

表 1-11 满足 3 NF 的二维表

| 学号      | 系名  |
|---------|-----|
| 1161001 | 计算机 |
| 1161006 | 计算机 |
| 1162001 | 电子  |
| 1162003 | 电子  |
| 1163002 | 数学  |
| 1163004 | 数学  |
| 1164008 | 物理  |

表 1-12 满足 3 NF 的二维表

| 系名  | 宿舍 |
|-----|----|
| 计算机 | 天斋 |
| 电子  | 地斋 |
| 数学  | 元斋 |
| 物理  | 黄斋 |

在关系数据表分解的过程中，去掉重复记录，就形成表 1-11 和表 1-12，此时，他们皆已经满足第三范式。经过以上规范化操作，首先将表 1-8(1NF)规范为表 1-9 和表 1-10(2NF)，又将表 1-10 规范为表 1-11 和表 1-12 (3NF)。实际上，表 1-9 也已满足 3 NF，最后的结果是将表 1-8 分解成表 1-9、表 1-11 和表 1-12 三个表，它们都属于第三范式。

图 1-5 是从 1NF 到 3NF 规范化过程的示意图，一般情况下，规范到 3NF 就可以了。

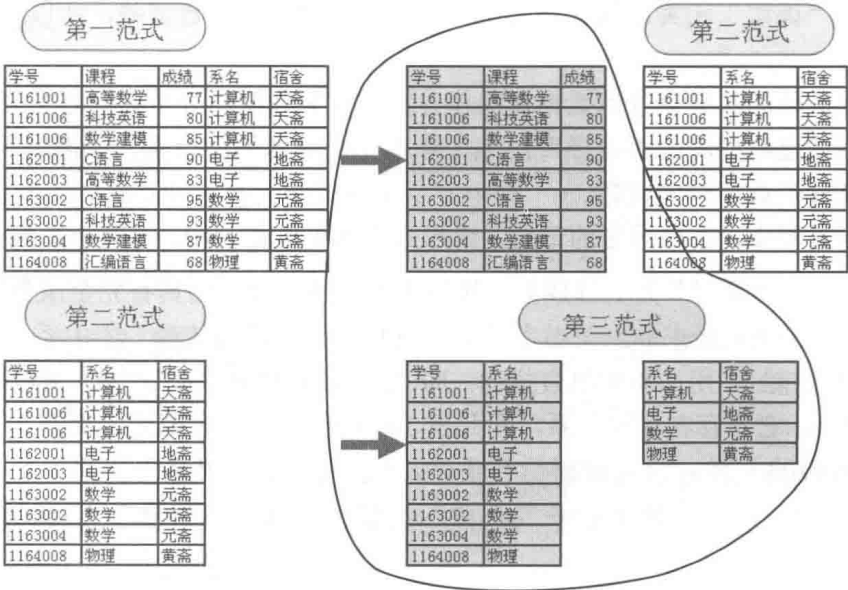


图 1-5 数据表的规范化过程

### 1.2.2 数据库应用系统设计

数据库应用系统的开发与设计应使用软件工程（Software Engineering）的理论与方法作指导。软件工程把应用系统的开发过程描述为软件生命周期，这个周期分为用户需求分析、应用系统设计、系统的实现（编码）、系统测试、系统运行和系统维护。

#### 1. 用户需求分析

在整个软件生命周期中，这个阶段是至关重要的，必须充分了解用户的需求，包括业务流程、数据流向等，才能设计出符合客观需要的优秀软件。主要应进行如下内容的调查和分析：

1) 业务流程分析。要充分了解用户的业务流程，各种业务之间的联系，确定他们之间相互关联的方法，为功能设计建立良好的依据。

2) 数据流向分析。要充分了解数据的原始来源，中间经过哪些处理环节，他们之间有哪些联系，包括输入、输出及反馈等流向，为数据库的结构设计奠定基础。

3) 系统功能分析。通过分析、归纳用户的业务过程，理出各个环节之间的关系，制定出解决问题的方案。

#### 2. 应用系统设计

在完成了需求分析的基础上，就可以进入应用系统设计阶段。它包括以下几个方面的内容：

1) 数据库结构设计。数据库结构设计是非常关键的一步，它将决定整个应用系统的数据源，它们的组织、结构是否合理，关系到系统的工作效率和质量。数据库结构设计的内容包括基表的结构，建立数据模型，以及表与表之间的关联方法，设计时要遵循数据规范化的原则。

2) 应用系统的功能设计。在这一步的工作中，应根据需求分析阶段所制定的功能分析的结果，完成各个功能模块的详细设计，建立各个模块之间的联系方法，按照软件工程的规范进行设计。

3) 用户界面设计。用户界面包括输入模块和输出模块的设计，人-机交互界面设计等内容。

对于输入模块的用户界面，要力求美观、操作方便，并要保证整体风格的统一性。界面设计还包括提供一些实时的帮助等友善的用户界面程序设计。

对于输出模块的设计，包括显示模块和打印模块两个方面的设计，包括输出格式、输出内容、输出方式等，其中还包括统计、计算、汇总、分类等操作。

人-机交互界面设计包括系统流程的控制面板设计，各种功能的对话框设计等。

#### 3. 系统的实现（编码）

有了周密的系统分析和设计，功能模块的编码就相对容易了。技术上要对用户可能发生的错误具有防范措施，提高程序模块的抗干扰能力。还要使用一些容错技术、故障处理等技术，当错误发生时，有相应的处理程序进行处理。

#### 4. 系统测试

系统测试首先要完成单个模块的测试，然后再进行多个模块之间的整体连调，包括功