

普通高等教育“十二五”规划教材

# Access 2013 数据库应用

唐会伏 汪蓉 主编

饶彬 丁玲 副主编

 中国工信出版集团

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”规划教材

# Access 2013 数据库应用

唐会伏 汪 蓉 主 编  
饶 彬 丁 玲 副主编

电子工业出版社  
Publishing House of Electronics Industry  
北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以 Microsoft Access 2013 关系型数据库为背景,由数据库系统概述、关系数据库、创建数据库、表、查询、窗体、报表、宏、SharePoint 网站、VBA 编程基础、VBA 高级编程 11 章组成。全书以应用为目的,以案例为引导,结合数据库和管理信息系统的基本知识,使学生可以较快地掌握 Access 2013 软件的基本功能和操作,达到基本掌握小型管理信息系统建设的目的。

本书适合作为普通高校计算机应用课程数据库方面的教材,也可以作为全国计算机等级考试二级《Access 数据库应用》的培训教材,同时还可以作为其他人员学习 Access 的参考用书。

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 2013 数据库应用 / 唐会伏, 汪蓉主编. — 北京: 电子工业出版社, 2016.2

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-27420-6

I. ①A… II. ①唐… ②汪… III. ①关系数据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 246570 号

策划编辑: 袁 玺

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

装 订: 三河市兴达印务有限公司

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

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.25 字数: 468 千字

版 次: 2016 年 2 月第 1 版

印 次: 2016 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 37.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010)88258888。

# 前 言

数据库技术是计算机软件领域的一个重要分支，已形成相当规模的理论体系和实用技术。作为 Microsoft Office 套件产品之一，Access 已成为世界上非常流行的、功能强大的桌面关系型数据库管理系统。Access 可以操作其他来源的资料，包括许多流行的 PC 数据库程序（如 dBASE、Paradox、Microsoft FoxPro）和服务器上的许多 SQL 数据库。此外，Access 还完全支持 Microsoft 的 OLE 技术。由于 Access 数据库界面友好，易学好懂，不需要有专业的程序设计能力，对于略知计算机高级语言的人来说也能很快掌握，因而深受广大用户的欢迎。

本书从数据库的基础知识讲起，由浅入深、循序渐进地介绍了 Access 2013 各种数据库对象的功能及创建方法。全书共分 11 章，内容如下：第 1 章数据库系统概述，介绍了数据库系统的基本概念、数据模型等内容；第 2 章关系数据库，介绍了关系数据结构、关系代数、关系的完整性、关系数据库设计等内容；第 3 章创建数据库，介绍了创建数据库的相关知识及基本操作方法；第 4 章表，介绍了建立表、设置字段的常规属性、建立表间关系、建立查阅列和操作表等内容；第 5 章查询，介绍了创建查询的方法及利用查询进行统计计算的方法；第 6 章窗体，介绍了创建窗体的各种方法及对窗体的再设计，并介绍了作为窗体和报表的基本控件的功能及其属性；第 7 章报表，介绍了创建报表的各种方法，创建报表的计算字段、报表中的数据排序与分组等；第 8 章宏，介绍了宏的创建和使用；第 9 章 SharePoint 网站，介绍 SharePoint 网站的概念及使用方法；第 10 章 VBA 编程基础，介绍了 VBA 编程的基础知识与模块的相关概念；第 11 章 VBA 高级编程，介绍了 VBA 编程中的事件处理机制、数据库访问技术和程序调试技术。

全书内容叙述清楚、示例丰富、图文并茂、步骤清晰、易懂易学，便于学生及有一定计算机基础的爱好者自学使用。由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者朋友批评指正。

本书由唐会伏、汪蓉担任主编，饶彬、丁玲担任副主编。由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏和不当之处，敬请广大读者朋友批评指正。

编 者

# 目 录

第 1 章 数据库系统概述	1	2.3.3 用户定义的完整性	26
1.1 数据库的概念与发展过程	1	2.4 关系数据库设计	26
1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统	1	2.4.1 数据库设计过程	26
1.1.2 数据库系统的组成	2	2.4.2 E-R 图转换为关系模型的规则	27
1.1.3 数据管理技术的发展过程	3	2.4.3 逻辑结构设计举例	28
1.2 概念模型	3	2.4.4 完整性约束条件设计举例	28
1.2.1 信息世界中的基本概念	4	习题 2	30
1.2.2 实体集之间的联系	4	第 3 章 创建数据库	33
1.2.3 概念模型的一种表示方法 (E-R 图)	6	3.1 创建数据库的方法	33
1.2.4 概念模型设计举例	6	3.1.1 Access 2013 的启动与退出	33
1.3 数据模型概述	7	3.1.2 设置默认数据库文件夹	35
1.3.1 数据模型及其组成要素	7	3.1.3 建立数据库	35
1.3.2 层次模型	8	3.1.4 打开与关闭数据库	37
1.3.3 网状模型	8	3.1.5 设置与解除数据库密码	38
1.3.4 关系模型	9	3.1.6 备份与导入数据库	40
1.4 数据库系统结构	10	3.1.7 复制与删除数据库	41
1.4.1 数据库系统的外部体系结构	10	3.2 用户界面与数据库对象	42
1.4.2 数据库系统模式的概念	11	3.2.1 Access 2013 用户界面	42
1.4.3 数据库系统的三级模式结构	11	3.2.2 Access 2013 数据库中的对象	45
1.4.4 数据库的二级映像功能与数据独立性	12	3.2.3 设置信任中心	47
习题 1	13	习题 3	49
第 2 章 关系数据库	15	第 4 章 表	50
2.1 关系数据结构	15	4.1 建立表	50
2.1.1 关系	15	4.1.1 标识符与数据类型	50
2.1.2 关系模式与关系数据库	17	4.1.2 表结构的设计	51
2.1.3 关系操作	18	4.1.3 建立表结构	53
2.2 关系代数	18	4.1.4 打开和关闭表	55
2.2.1 传统的集合运算	18	4.1.5 设置表的主键	55
2.2.2 专门的关系运算	19	4.1.6 表结构的编辑	56
2.2.3 关系代数综合举例	23	4.1.7 向表中输入数据	57
2.3 关系的完整性	24	4.1.8 记录的编辑	59
2.3.1 实体完整性	24	4.1.9 表的导入与导出	60
2.3.2 参照完整性	25	4.2 设置字段的常规属性	64

4.2.4	标题与默认值	72	5.5	SQL 查询	132
4.2.5	有效性规则与有效性文本	73	5.5.1	SQL 语句	132
4.2.6	必需字段与允许空字符串	74	5.5.2	使用 SQL 修改查询条件	133
4.2.7	索引	75	5.5.3	联合查询	134
4.3	建立表间关系	78	5.5.4	传递查询	135
4.3.1	表间关系的概念	78	5.5.5	数据定义查询	136
4.3.2	表间关系的建立	78	5.5.6	子查询	136
4.3.3	实施参照完整性	80	习题 5		137
4.3.4	表间关系的编辑与删除	81	第 6 章	窗体	140
4.3.5	参照完整性应用举例	82	6.1	窗体的结构和类型	140
4.4	建立查阅列	83	6.1.1	窗体的结构	140
4.4.1	查阅列的概念	83	6.1.2	窗体类型及其视图	140
4.4.2	使用“查阅向导”建立查阅列	83	6.1.3	窗体的视图	143
4.4.3	字段的查阅属性简介	87	6.2	创建窗体	144
4.4.4	查阅列中的绑定值和显示值	88	6.2.1	使用“窗体”工具创建窗体	145
4.4.5	编辑值列表	91	6.2.2	使用“窗体向导”创建窗体	145
4.5	操作表	91	6.2.3	使用“分割窗体”工具创建 分割窗体	146
4.5.1	设置表的常规属性	91	6.2.4	使用“多个项目”工具创建显示 多个记录的窗体	147
4.5.2	表的复制、重命名及删除	93	6.2.5	使用“空白窗体”工具创建 窗体	147
4.5.3	数据的查找与替换	94	6.3	窗体控件	147
4.5.4	排序记录	94	6.3.1	了解控件	148
4.5.5	筛选记录	95	6.3.2	控件布局	149
4.5.6	设置数据表的外观	100	6.3.3	常用控件的使用	150
习题 4		104	6.3.4	控件属性	152
第 5 章	查询	106	6.3.5	控件常用的格式属性	152
5.1	查询概述	106	6.3.6	计算控件的使用	153
5.1.1	查询的功能	106	6.3.7	保存窗体	153
5.1.2	查询的类型	106	习题 6		154
5.2	查询条件	107	第 7 章	报表	155
5.2.1	运算符	107	7.1	报表概述	155
5.2.2	内置函数	109	7.1.1	报表的分类	155
5.2.3	表达式	112	7.1.2	报表的视图	155
5.3	创建查询的方式	113	7.1.3	报表的结构	156
5.3.1	使用向导创建查询	113	7.2	创建及编辑报表	156
5.3.2	使用查询设计创建查询	117	7.2.1	创建报表	157
5.4	创建查询	118	7.2.2	使用报表设计创建报表	162
5.4.1	创建选择查询	118	7.2.3	在报表中排序和分组	163
5.4.2	创建参数查询	122	7.2.4	使用计算控件	166
5.4.3	创建交叉表查询	124			
5.4.4	创建操作查询	128			
5.4.5	对查询结果进行排序	131			

7.2.5 编辑报表	167	10.2.2 变量	198
7.3 创建子报表	169	10.2.3 常量	199
7.3.1 在已有的报表中创建子报表	169	10.3 程序控制语句	200
7.3.2 添加子报表	172	10.3.1 程序书写格式	200
7.3.3 链接主报表和子报表	172	10.3.2 赋值语句	201
7.4 创建多列报表	172	10.3.3 条件结构语句	201
7.5 报表的预览和打印	173	10.3.4 循环结构语句	206
7.5.1 预览报表	173	10.4 数组	209
7.5.2 打印报表	174	10.4.1 数组的定义	209
7.5.3 保存报表	174	10.4.2 数组的使用	211
习题 7	174	10.5 自定义的数据类型	211
<b>第 8 章 宏</b>	176	10.5.1 自定义数据类型的实现	211
8.1 宏的基本概念	176	10.5.2 自定义数据类型的使用	212
8.1.1 宏的定义	176	10.6 过程与函数	212
8.1.2 宏组的定义	176	10.6.1 子过程	212
8.1.3 嵌入宏	176	10.6.2 函数	213
8.2 宏的创建	177	10.6.3 参数的传递方式	213
8.2.1 常用的宏操作	177	10.6.4 变量的作用域	215
8.2.2 单个宏的创建	179	习题 10	217
8.2.3 宏组的创建	180	<b>第 11 章 VBA 高级编程</b>	221
8.2.4 条件宏的创建	181	11.1 VBA 对象模型	221
8.2.5 临时变量的使用	181	11.1.1 Access 对象	221
8.2.6 宏的操作参数设置	182	11.1.2 对象的属性	222
8.3 宏的运行与调试	182	11.1.3 对象的方法	222
8.3.1 宏的运行	182	11.1.4 对象的事件	223
8.3.2 宏的调试	182	11.2 VBA 事件处理	223
习题 8	183	11.2.1 常用的事件	223
<b>第 9 章 SharePoint 网站</b>	185	11.2.2 事件处理代码	225
9.1 基本概念	185	11.2.3 常用的属性	226
9.2 将数据链接到 SharePoint 网站	187	11.2.4 常用的操作方法	228
9.3 将数据库发布到 SharePoint 网站	188	11.2.5 事件处理实例	233
习题 9	189	11.3 VBA 的数据库编程	236
<b>第 10 章 VBA 编程基础</b>	190	11.3.1 数据库引擎及其接口	236
10.1 创建 VBA 程序	190	11.3.2 数据访问对象 (DAO)	237
10.1.1 事件和事件过程	190	11.3.3 ActiveX 数据对象 (ADO)	241
10.1.2 模块	191	11.4 调试与错误处理	245
10.1.3 创建模块	192	11.4.1 调试工具	245
10.1.4 使用 VBA 编程环境	193	11.4.2 错误处理	246
10.2 数据类型与变量	196	习题 11	248
10.2.1 数据类型	196	<b>参考文献</b>	252

# 第 1 章 数据库系统概述

数据库的出现使数据处理进入了一个崭新的时代，它能把现实世界中大量的数据按照一定的结构组织起来存储到计算机中，在数据库管理系统的统一管理下，实现数据共享。本章将介绍数据库的基本概念、数据管理技术的发展过程、概念模型、数据模型和数据库系统结构。

## 1.1 数据库的概念与发展过程

数据库技术是信息管理的核心技术。本节介绍数据库的基本概念、数据库系统的组成和数据管理技术的发展过程。

### 1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

数据、数据库、数据库管理系统及数据库系统是数据库技术 4 个最基本的概念。

#### 1. 数据

描述事物的符号记录称为**数据 (Data)**。数据是数据库中存储的基本对象，包括文本、图形、图像、音频、视频等。

数据的含义称为数据的语义。数据的特点是：数据与其语义是不可分的。

例如，168 是一个数据。

语义 1：某教室的座位数。

语义 2：计算机科学与技术专业 2015 级学生人数。

语义 3：某学生的身高。

又如，学生档案中的学生记录数据：李明，男，1998/02/01，168，计算机系。

语义：学生姓名、性别、出生日期、身高、所在院系。

解释：李明是计算机系一名男大学生，1998 年 2 月 1 日出生，身高 168cm。

#### 2. 数据库

**数据库 (Database, DB)** 是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的大量数据的集合。

数据库的基本特征为数据按一定的数据模型组织、描述和储存，可为各种用户共享、冗余度较小、数据独立性较高、易扩展。

#### 3. 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。

DBMS 是基础软件，是一个大型复杂的软件系统。DBMS 的用途是科学地组织和存储数据、高效地获取和维护数据。

DBMS 的主要功能如下。

(1) 数据定义功能。

提供数据定义语言 (**Data Definition Language, DDL**) 定义数据库中的数据对象。



## (2) 数据组织、存储和管理。

分类组织、存储和管理各种数据，确定组织数据的文件结构和存取方式，实现数据之间的联系，提供多种存取方法提高存取效率。

## (3) 数据操纵功能。

提供数据操纵语言（Data Manipulation Language, DML）实现对数据库的基本操作（查询、插入、删除和修改）。

## (4) 数据库的事务管理和运行管理。

数据库在建立、运行和维护时由 DBMS 统一管理和控制，保证数据的安全性、完整性，多用户对数据的并发操作，发生故障后的系统恢复。

## (5) 数据库的建立和维护功能（实用程序）。

数据库初始数据的输入、转换功能，数据库的转储、恢复功能，数据库的重组功能和性能监视、分析功能等。

## (6) 其他功能。

DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能、两个 DBMS 系统的数据转换功能、异构数据库之间的互访和互操作功能。

## 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，一般由数据库、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，如图 1.1 所示。

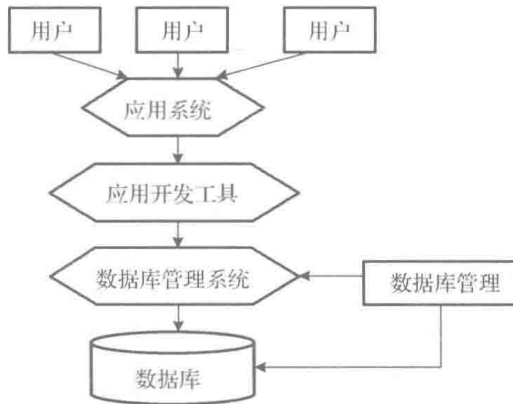


图 1.1 数据库系统

### 1.1.2 数据库系统的组成

广义地讲，数据库系统由硬件平台及数据库、软件和人员组成。

#### 1. 硬件平台及数据库

数据库系统对硬件资源的要求如下。

- (1) 足够大的内存存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序。
- (2) 足够大的外存：磁盘或磁盘阵列用于存放数据库；光盘、磁带用于存放数据备份。
- (3) 较高的通道能力，提高数据传送率。

#### 2. 软件

软件包括 DBMS、支持 DBMS 运行的操作系统、与数据库接口的高级语言及其编译系统、以 DBMS 为核心的应用开发工具、为特定应用环境开发的数据库应用系统。

### 3. 人员

人员包括系统分析员和数据库设计人员、数据库管理员、应用程序员、用户。

#### (1) 系统分析员和数据库设计人员。

系统分析员：负责应用系统的需求分析和规范说明；与用户及数据库管理员协商，确定系统的软硬件配置；参与数据库系统的概要设计。

数据库设计人员：参加用户需求调查和系统分析；确定数据库中的数据；设计数据库各级模式。

#### (2) 数据库管理员 (Database Administrator, DBA)。

具体职责如下。

① 决定数据库中的信息内容和结构。

② 决定数据库的存储结构和存取策略。

③ 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。

④ 监控数据库的使用和运行。周期性转储数据库 (包括数据文件和日志文件)、系统故障恢复、介质故障恢复、监视审计文件。

⑤ 数据库的改进和重组；性能监控和调优；定期对数据库进行重组，以提高系统的性能；需求增加和改变时，数据库需要重构造。

#### (3) 应用程序员。

设计和编写应用系统的程序模块，进行调试和安装。

#### (4) 用户。

用户是指最终用户 (End User)，他们通过应用系统的用户接口使用数据库。

### 1.1.3 数据管理技术的发展过程

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。

数据管理技术的发展经历了人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

人工管理阶段 (20 世纪 40 年代中期至 50 年代中期)，其特点是：数据不保存，不共享，无独立性，由应用程序管理数据，无专用软件管理数据。

文件系统阶段 (20 世纪 50 年代末至 60 年代中期)，其特点是：数据以文件形式长期保存，由文件系统管理数据。数据共享性差、冗余度大，程序与数据间独立性差。

数据库系统阶段 (20 世纪 60 年代末至现在)，其特点是：数据结构化，共享性高、冗余度低，独立性高，数据由 DBMS 统一管理和控制 (数据的安全性控制、数据的完整性控制、并发控制、数据库恢复)。

## 1.2 概念模型

要对现实世界中的数据进行管理，首先要对数据进行描述。数据处理中的数据描述涉及不同的范畴。从事物的特性到计算机中的具体表示，实际上经历了 3 个不同的领域——现实世界、信息世界和机器世界。

存在于人们头脑之外的客观世界称为现实世界。

现实世界在人们头脑中的反映称为信息世界。人们用文字和符号把现实世界记载下来就是信息世界。

信息世界的信息以数据形式存储在计算机中称为机器世界。

在数据库用数据模型这个工具来抽象、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。数据模型应满足三方面的要求：能比较真实地模拟现实世界，容易为人所理解，便于在计算机上实现。

数据模型分为两类（分属两个不同的层次）：概念模型（也称信息模型）和逻辑模型（也称数据模型）。

客观对象的抽象过程分为两步。

第一步：把现实世界中的客观对象抽象为概念模型。

第二步：把概念模型转换为某一 DBMS 支持的数据模型。

本节介绍概念模型，下节介绍数据模型。

### 1.2.1 信息世界中的基本概念

**概念模型（也称信息模型）**是对现实世界复杂事物的结构及其之间内在联系的描述，按用户的观点对数据和信息建模。

概念模型用于信息世界的建模，它与具体的 DBMS 无关，与具体的计算机平台无关，是现实世界到机器世界的一个中间层次，是数据库设计的有力工具，是数据库设计人员和用户之间进行交流的语言。

对概念模型的基本要求：较强的语义表达能力，能够方便、直接地表达应用中的各种语义知识；简单、清晰、易于用户理解。

下面介绍信息世界中的基本概念。

#### (1) 实体 (Entity)。

客观存在并可相互区别的事物称为**实体**。可以是具体的人、事、物或抽象的概念。

#### (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。

#### (3) 键 (Key)。

唯一标识实体的属性集称为**键**。

#### (4) 域 (Domain)。

属性的取值范围称为该属性的**域**。

#### (5) 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称为**实体型**。

#### (6) 实体集 (Entity Set)。

同一类型实体的集合称为**实体集**。

#### (7) 联系 (Relationship)。

现实世界中事物内部及事物之间的联系在信息世界中反映为**实体内部的联系**和**实体之间的联系**。**实体内部的联系**通常是指组成实体的各属性之间的联系。**实体之间的联系**通常是指不同实体集之间的联系。

### 1.2.2 实体集之间的联系

实体集与实体集之间存在着各种联系，按被联系的实体集的个数将实体集之间的联系分为两个实体集之间的联系、两个以上实体集之间的联系、同一个实体集之间的联系。

#### 1. 两个实体集之间的联系

两个实体集之间具有一对一、一对多、多对多 3 种类型的联系。

### (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) 实体与之联系, 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, 一个系只有一个正系主任, 一个系主任只在一个系中任职。实体集“系”与实体集“系主任”之间具有一对一联系。

### (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 ( $n \geq 0$ ) 与之联系, 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联系, 则称实体集  $A$  与实体集  $B$  有一对多联系, 记为 1:n。

例如, 一个系中有若干名学生, 每个学生只在一个系中学习。实体集“系”与实体集“学生”之间具有一对多联系。

### (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 ( $n \geq 0$ ) 与之联系, 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 ( $m \geq 0$ ) 与之联系, 则称实体集  $A$  与实体集  $B$  具有多对多联系, 记为  $m:n$ 。

例如, 学生与课程之间的联系: 一个学生可以同时选修多门课程, 一门课程同时有若干个学生选修。实体集“学生”与实体集“课程”之间具有多对多联系。

## 2. 两个以上实体集之间的联系

两个以上实体集之间具有一对一、一对多和多对多 3 种类型的联系。

### (1) 两个以上实体集之间的一对一联系。

设  $E_1, E_2, \dots, E_n$  为  $n(n \geq 3)$  个实体集, 若对于实体集  $E_i (i=1, 2, \dots, n)$  中的每一个实体, 实体集  $E_j (j=1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, n)$  中至多有一个 (也可以没有) 实体与之联系, 则称  $E_1, E_2, \dots, E_n$  之间的联系是一对一的。

### (2) 两个以上实体集之间的一对多联系。

若  $n(n \geq 3)$  个实体集  $E_1, E_2, \dots, E_n$  存在联系, 对于实体集  $E_j (j=1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, n)$  中的给定实体, 最多只和  $E_i$  中的一个实体相联系, 则称  $E_i$  与  $E_1, E_2, \dots, E_{i-1}, E_{i+1}, \dots, E_n$  之间的联系是一对多的。

例如, 课程、教师与参考书 3 个实体集。一门课程可以有若干个教师讲授, 使用若干本参考书; 每一个教师只讲授一门课程; 每一本参考书只供一门课程使用。实体集“课程”与实体集“教师”、“参考书”之间具有一对多联系。

### (3) 两个以上实体集之间的多对多联系。

设  $E_1, E_2, \dots, E_n$  为  $n(n \geq 3)$  个实体集, 若对于实体集  $E_i (i=1, 2, \dots, n)$  中的每一个实体, 实体集  $E_j (j=1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, n)$  中有  $m$  个实体 ( $m \geq 0$ ) 与之联系, 则称  $E_1, E_2, \dots, E_n$  之间的联系是多对多的。

例如, 供应商、项目、零件 3 个实体集。一个供应商可以供给多个项目多种零件, 每个项目可以使用多个供应商供应的多种零件, 每种零件可由不同供应商供给不同的项目。“供应商”、“项目”、“零件” 3 个实体集之间是多对多的联系。

## 3. 同一个实体集之间的联系

同一个实体集之间具有一对一、一对多和多对多 3 种类型的联系。

### (1) 一对一联系 (1:1)。

如果对于实体集  $A$  中的每一个实体，在  $A$  中至多有一个（也可以没有）其他实体与之联系，则称实体集  $A$  具有一对一联系，记为 1:1。

### (2) 一对多联系 (1:n)。

如果对于实体集  $A$  中的一个实体  $x$ ，在实体集  $A$  中有  $n$  ( $n \geq 0$ ) 个其他实体  $y_1, y_2, \dots, y_n$  与之有某种联系，反之，对于  $y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )，只有一个实体  $x$  与  $y_i$  有该种联系，则称实体集  $A$  具有一对多联系，记为 1:n。

### (3) 多对多联系 (m:n)。

如果对于实体集  $A$  中的每一个实体，在  $A$  中有  $n$  ( $n \geq 0$ ) 个其他实体与之联系，则称实体集  $A$  具有多对多联系，记为  $m:n$ 。

例如，“教职工”实体集内部具有以下联系。

- ① 教职工与教职工之间具有“夫妻”联系，一名教职工最多有一名配偶，这是一对一的联系。
- ② 教职工与教职工之间具有领导与被领导的联系，某一教职工（干部）领导若干名教职工，一个教职工仅被另外一个教职工直接领导，这是一对多的联系。
- ③ 教职工与教职工之间具有“亲戚”联系，一名教职工可以有多个亲戚，这是多对多的联系。

## 1.2.3 概念模型的一种表示方法 (E-R 图)

概念模型是对信息世界建模，所以概念模型应该能够方便、准确地表示出上述信息世界中的概念。概念模型的表示方法很多，其中最常用的是 P.P.S.Chen 于 1976 年提出的实体-联系方法 (Entity-Relationship Approach)。该方法用 E-R 图 (E-R Diagram) 来描述现实世界的概念模型，也称为 E-R 模型。还有扩充的 E-R 模型、面向对象模型及谓词模型等。下面介绍 E-R 图。

E-R 图提供了表示实体型、属性和联系的方法。

实体型：用矩形表示，矩形框内写明实体名。

属性：用椭圆形表示，并用无向边将其与相应的实体连接起来。

联系：用菱形表示，菱形框内写明联系名，并用无向边分别与有关实体连接起来，同时在无向边旁标上联系的类型 (1:1、1:n 或  $m:n$ )。

如果一个联系具有属性，则这些属性也要用无向边与该联系连接起来。对于多对多联系其上一般至少拥有一个属性。

E-R 图示例如图 1.2 所示。

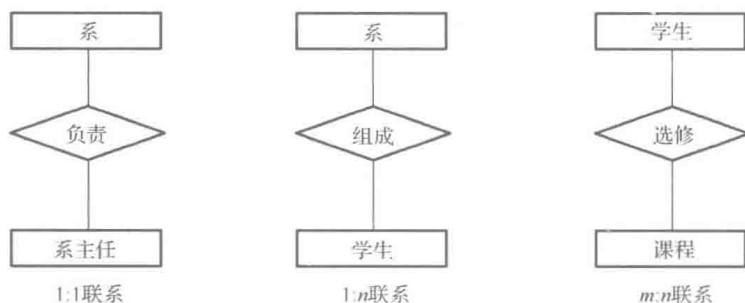


图 1.2 两个实体集之间 1:1、1:n、和  $m:n$  联系 E-R 图

## 1.2.4 概念模型设计举例

**【例 1.1】** 某高校有若干个部门，每个部门有若干名教工和学生，每个教工只能在一个部门工作，每个学生只能在一个部门读书，有些部门没有学生；教工之间具有夫妻关系；每个教工可

讲授多门课程，每门课程可由多个教工讲授；每个学生可选修多门课程，每门课程可供多个学生选修；1门课程可以是多门课程的先修课，每门课最多有1门先修课。

为该校设计教学管理 E-R 模型，自行给每个实体和联系给出一些适当的属性，对于键属性用下画线“    ”标明。

解：教学管理 E-R 模型如图 1.3 所示。

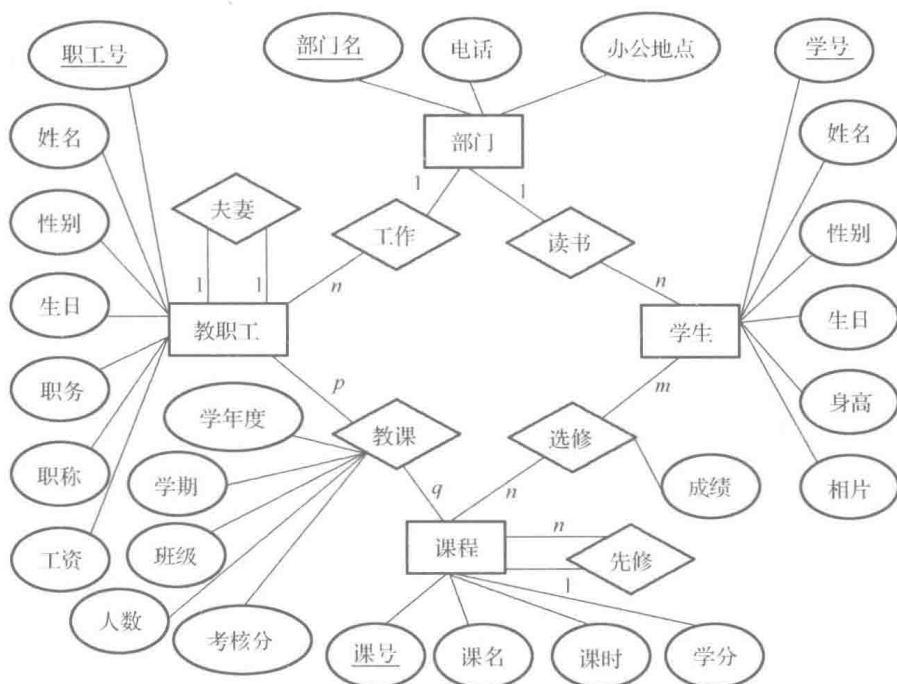


图 1.3 教学管理 E-R 模型

## 1.3 数据模型概述

### 1.3.1 数据模型及其组成要素

数据模型（也称逻辑模型）是按计算机系统的观点对数据建模，用于 DBMS 实现。数据模型主要包括层次模型、网状模型、关系模型等。

数据模型的组成要素为数据结构、数据操作、完整性约束条件。

#### 1. 数据结构

数据结构描述数据库的组成对象及对象之间的联系。

描述的内容是：与数据类型、内容、性质有关的对象，与数据之间联系有关的对象。

数据结构是对系统静态特性的描述。

#### 2. 数据操作

数据操作是指对数据库中各种对象（型）的实例（值）允许执行的操作及有关的操作规则。

数据操作的类型：查询与更新（包括插入、删除、修改）。

数据操作是对系统动态特性的描述。

### 3. 数据的完整性约束条件

数据的完整性约束条件是一组完整性规则的集合。

完整性规则：给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和储存规则，用以限定符合数据模型的数据库状态及状态的变化，以保证数据的正确、有效、相容。

#### 1.3.2 层次模型

层次模型是数据库系统中最早出现的数据模型。层次数据库系统的典型代表是 IBM 公司的 IMS (Information Management System, 信息管理系统) 数据库管理系统。层次模型用树形结构来表示各类实体及实体间的联系。

##### 1. 层次数据模型的数据结构

满足下面两个条件的基本层次联系的集合为层次模型。

(1) 有且只有一个结点没有父结点，这个结点称为根结点。

(2) 根以外的其他结点有且只有一个父结点。

层次数据模型是一棵树。

例如，教工学生层次数据库模型如图 1.4 所示。

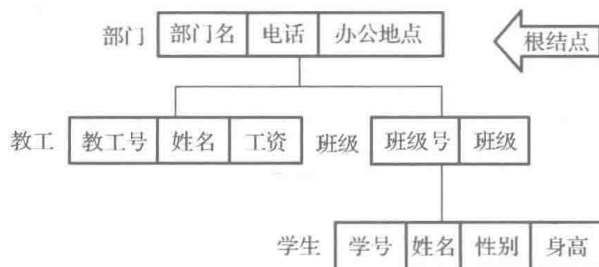


图 1.4 教工学生层次数据库模型

层次模型的特点：结点的双亲是唯一的，只能直接处理一对多的实体联系，每个记录类型可以定义一个排序字段，也称为码字段，任何记录值只有按其路径查看时，才能显出它的全部意义，没有一个子女记录值能够脱离双亲记录值而独立存在。

##### 2. 层次模型的优缺点

(1) 优点。

- ① 层次模型的数据结构比较简单清晰。
- ② 查询效率高，性能优于关系模型，不低于网状模型。
- ③ 层次数据模型提供了良好的完整性支持。

(2) 缺点。

- ① 多对多联系表示不自然。
- ② 对插入和删除操作的限制多，应用程序的编写比较复杂。
- ③ 查询子女结点必须通过双亲结点。
- ④ 由于结构严密，层次命令趋于程序化。

#### 1.3.3 网状模型

网状数据库系统采用网状模型作为数据的组织方式，典型代表是 DBTG (Data Base Task Group, 数据库任务组) 系统。网状模型用无向图结构来表示各类实体及实体间的联系。

## 1. 网状数据模型的数据结构

满足下面两个条件的基本层次联系的集合称为网状模型。

- (1) 允许一个以上的结点无父结点。
- (2) 一个结点可以有多个父结点。

网状模型与层次模型的区别如下。

- (1) 网状模型允许多个结点没有父结点。
- (2) 网状模型允许结点有多个父结点。
- (3) 层次模型实际上是网状模型的一个特例。

多对多联系在网状模型中的表示：引进一个联结记录，将多对多联系分解成多个一对多联系。

例如，一个学生可以选修若干门课程，某一课程可以被多个学生选修，学生与课程之间是多对多联系，如图 1.2 所示。

引进一个学生选课的记录，由 3 个数据项组成：学号、课程号、成绩。将多对多联系分解成两个一对多联系，如图 1.5 所示。

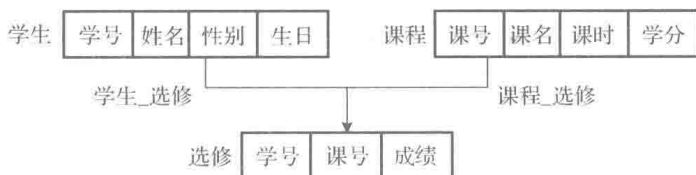


图 1.5 多对多联系在网状模型中的表示

## 2. 网状数据模型的优缺点

(1) 优点：能够更为直接地描述现实世界，如一个结点可以有多个双亲；具有良好的性能，存取效率较高。

(2) 缺点：结构比较复杂，而且随着应用环境的扩大，数据库的结构就变得越来越复杂，不利于最终用户掌握；DDL、DML 语言复杂，用户不容易使用。

### 1.3.4 关系模型

1970 年美国 IBM 公司 San Jose 研究室的研究员 E.F.Codd 首次提出了数据库系统的关系模型，关系数据库系统采用关系模型作为数据的组织方式，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。

#### 1. 关系数据模型的数据结构

在用户观点下，关系 (Relation) 模型中数据的逻辑结构是一张二维表，它由行和列组成。一个关系对应通常说的一张表，如表 1.1 表示“部门”关系。

表中的一行即为一个元组 (Tuple)。表中的一列即为一个属性 (Attribute)，给每一个属性起一个名称即属性名。表中的某个属性组，它可以唯一确定一个元组称为主码 (Key)。

属性的取值范围称为域 (Domain)。元组中的一个属性值称为分量。对关系的描述称为关系模式。

关系模式的一般格式为：关系名 (属性 1, 属性 2, ..., 属性 n)

例如，学生关系模式为：学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 系, 年级)

表 1.1 “部门”关系

部门名	电话	办公地点
计算机系	86220056	行政五楼
数学系	86221099	行政三楼
英语系	86221103	教八二楼



表 1.2 术语对比

关系术语	一般表格的术语
关系名	表名
关系模式	表头 (表格的描述)
关系	(一张) 二维表
元组	记录或行
属性	列
属性名	列名
属性值	列值
分量	一条记录中的一个列值
非规范关系	表中有表 (大表中嵌有小表)

**【例 1.2】** 系、学生、系与学生之间的一对多联系:

系 (系号, 系名, 办公地点)

学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 系号, 年级)

**【例 1.3】** 学生、课程、学生与课程之间的多对多联系:

学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 系号, 年级)

课程 (课程号, 课程名, 学分)

选修 (学号, 课程号, 成绩)

关系必须是规范化的, 满足一定的规范条件, 最基本的规范条件是关系的每一个分量必须是一个不可分的数据项, 即不允许表中还有表。

术语对比如表 1.2 所示。

## 2. 关系数据模型的操纵与完整性约束

数据操作是集合操作, 操作对象和操作结果都是关系, 即若干元组的集合。

关系的三类完整性约束条件: 实体完整性、参照完整性、用户定义的完整性。

## 3. 关系数据模型的存储结构

实体及实体间的联系都用表来表示, 表以文件形式存储。

## 4. 关系数据模型的优缺点

(1) 优点: 建立在严格的数学概念的基础上; 概念单一, 实体和各类联系都用关系来表示, 对数据的检索结果也是关系; 关系模型的存取路径对用户透明, 具有更高的数据独立性, 更好的安全保密性, 简化了程序员的工作和数据库开发建立的工作。

(2) 缺点: 存取路径对用户透明导致查询效率往往不如非关系数据模型; 为提高性能, 必须对用户的查询请求进行优化, 增加了开发 DBMS 的难度。

# 1.4 数据库系统结构

数据库系统结构分为外部体系结构和内部系统结构。

## 1.4.1 数据库系统的外部体系结构

从数据库最终用户的角度看 (数据库系统外部的体系结构), 数据库系统的结构分为以下 5 种。

(1) 单用户结构: 一台计算机, 不能共享数据。

(2) 主从式结构: 大型主机带多个终端, 主机处理, 终端输出。

(3) 分布式结构: 是分布在计算机网络上的多个逻辑相关的数据库的集合。

(4) 客户/服务器 (C/S) 结构: 把 DBMS 的功能与应用程序分开, 管理数据的结点称为服务器, 应用 DBMS 的结点称为客户机。

(5) 浏览器/应用服务器/数据库服务器 (B/S) 结构: 将客户端运行的应用程序转移到应用服务器上, 充当了客户机和数据库服务器的中介。