



普通高等教育“十二五”规划教材



Access

数据库应用教程

邓娜 等编著 罗朝晖 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

工业和信息产业科技与教育专著出版资金资助出版
普通高等教育“十二五”规划教材

Access 数据库应用教程

邓娜 肖艳芹 尹胜彬 齐鸿志 支高英 编著

罗朝晖 主审



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry



北航

C1740783

TP311.138AC

221

内 容 简 介

本书介绍数据库的基础知识和基本应用,以 Access 2010 为环境,介绍数据库的表、查询、窗体、报表、宏、VBA、Web 数据库的功能及使用,以及保证数据库安全的措施。本书旨在培养学生思考问题的方法和解决问题的能力,第 10 章以学生信息管理系统作为综合实例,详细讲解 Access 数据库的整个开发过程。

本书配有大量的选择题和思考题,并且围绕学生信息管理系统的众多实例还可以直接作为学生上机实验的题目。本书免费提供配套电子课件,以及“教学管理系统”学生端——“学生信息管理系统”。

本书适合作为高等学校各专业数据库应用技术类课程的教材,也可作为全国计算机等级考试的培训教材以及各类办公人员的自学教材。

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 数据库应用教程 / 邓娜等编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.7

ISBN 978-7-121-23673-0

I. ①A… II. ①邓… 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(2014)第 141619 号

策划编辑: 冉 哲

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 16.5 字数: 422 千字

版 次: 2014 年 7 月第 1 版

印 次: 2014 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 33.00 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 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

计算思维是每个人都应该具备的一种思维能力，是我们分析问题、解决问题最有效的方法，它已经融入我们生活的每个角落，让我们学会用大脑与智慧解决问题。计算机课程不是培养计算思维的唯一课程，但却是最好的课程，这是从计算思维角度提升计算机课程重要性的新观点。

美国卡内基·梅隆大学周以真教授认为，计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类的行为。事实上，计算思维的核心是基于计算模型和约束的问题求解。例如，计算机科学基础理论研究实际上是基于抽象级环境（如图灵机）的问题求解，计算机硬件体系的设计与研究则是一种指令级的问题求解，程序设计是基于语言级的问题求解活动，系统软件设计与应用软件设计则是系统级的问题求解。所以，在 Access 数据库应用技术这门课程的教学实施中要特别注重实践，要使学生通过实践确实感受和领悟计算机问题求解的基本方法和思维模式，这就是本教材编写的重点。

本教材一方面通过实例的设计与实现，使学生领悟应用系统级问题的求解方式，另一方面突出相应领域问题求解的核心思路和基本技术与方法，逐步培养学生的计算思维，锻炼学生用计算机解决问题的能力。本书主要内容包括数据库的基本概念和基础知识，Access 数据库和表的创建与基本操作，数据库应用系统中查询、窗体、报表和宏的设计，VBA 模块，Web 数据库，数据安全以及“教学管理系统”学生端——“学生信息管理系统”的完整开发过程介绍。书中的例题既可作为教师授课过程的用例，也可作为学生的实验，书中每章后都设计了大量的选择题和思考题，有利于读者检查学习效果 and 引导读者进一步理解书中的重点、难点。

本教材的作者长期从事 Access 的一线教学工作，已积累了十年的教学经验，对 Access 的教学工作都有自己独到的见解，这次编撰成书，可谓多年教学成果的结晶。其中，第 1、2 章由肖艳芹编写，第 3、7 章由邓娜编写，第 4、5 章由齐鸿志编写，第 6、10 章由尹胜彬编写，第 8、9 章由支高英编写。全书由邓娜统稿，教育部文科计算机基础教指委委员罗朝晖对本书提出了宝贵意见，感谢所有人付出的辛勤劳动！

本教材可以作为高等学校各专业数据库应用技术类课程的教材，也可以作为参加全国计算机等级考试的培训教材以及各类办公人员的自学教材。

由于作者水平有限，难免有错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

为方便使用本书的教师授课和学生学习，作者免费提供配套电子课件，以及“教学管理系统”学生端——“学生信息管理系统”，有需要的可以发邮件索取：ran@phei.com.cn。

作者

目 录

第 1 章 数据库基础知识	1	2.4.2 数据的导入和导出	45
1.1 数据库系统概述	1	2.4.3 查找记录	49
1.1.1 数据库技术的发展	1	2.4.4 排序记录	50
1.1.2 数据库新技术	2	2.4.5 筛选记录	51
1.1.3 数据库相关基本概念	4	2.4.6 数据表的行汇总统计	53
1.2 数据模型	6	2.5 设置数据表的格式	53
1.2.1 概念模型	6	本章小结	55
1.2.2 数据模型的三要素	8	习题	55
1.3 关系模型	9	第 3 章 应用系统的数据重组——查询	58
1.3.1 关系数据结构	9	3.1 查询简介	58
1.3.2 关系操作	10	3.1.1 查询的类型	58
1.3.3 关系的完整性	12	3.1.2 查询的视图	59
1.4 数据库设计	13	3.2 利用向导创建查询	61
1.4.1 数据库设计的步骤	14	3.2.1 简单查询向导	61
1.4.2 概念结构设计	14	3.2.2 交叉表查询向导	64
1.4.3 概念模型向关系模型的转换	16	3.2.3 查找重复项查询向导	64
1.4.4 关系模型的规范化	17	3.2.4 查找不匹配项查询向导	64
本章小结	20	3.3 查询条件	65
习题	20	3.3.1 在查询条件中使用运算符	65
第 2 章 数据存储——表	23	3.3.2 在查询条件中使用函数	68
2.1 初识 Access 2010	23	3.4 选择查询	70
2.1.1 Access 2010 的新特性	23	3.4.1 在设计视图中创建查询	70
2.1.2 Access 2010 的用户界面	24	3.4.2 在查询中进行计算	74
2.2 数据库的创建	25	3.5 参数查询	77
2.2.1 创建数据库	25	3.6 交叉表查询	78
2.2.2 数据库的打开和关闭	26	3.7 操作查询	79
2.3 表的创建	27	3.7.1 备份数据	79
2.3.1 表的设计	28	3.7.2 生成表查询	79
2.3.2 建立表结构	30	3.7.3 追加查询	80
2.3.3 设置字段属性	33	3.7.4 更新查询	81
2.3.4 建立表间关系	39	3.7.5 删除查询	81
2.4 操作表	43	3.8 SQL 查询	82
2.4.1 表中数据的输入及编辑	44	3.8.1 SQL 语句简介	82
		3.8.2 SQL 语句的应用	83

3.8.3 创建 SQL 查询.....	86	5.1.1 报表的作用.....	127
3.8.4 创建 SQL 特定查询.....	86	5.1.2 报表的类型.....	127
本章小结.....	88	5.1.3 报表的视图.....	128
习题.....	88	5.1.4 报表的组成.....	129
第 4 章 开发用户界面——窗体.....	90	5.2 创建报表.....	129
4.1 窗体概述.....	90	5.2.1 快速创建报表.....	130
4.1.1 窗体的作用.....	90	5.2.2 使用报表向导.....	130
4.1.2 窗体组成.....	90	5.2.3 创建标签报表.....	134
4.1.3 窗体视图.....	91	5.2.4 使用设计视图和布局视图 创建报表.....	136
4.1.4 窗体的类型.....	93	5.2.5 设计主/子报表.....	137
4.2 快速创建窗体.....	96	5.3 完善报表.....	140
4.2.1 创建单项目窗体.....	97	5.3.1 报表的数据计算.....	140
4.2.2 创建多个项目窗体.....	97	5.3.2 报表的数据排序、分组和 汇总.....	142
4.2.3 创建数据表窗体.....	98	5.4 打印报表.....	144
4.2.4 创建分割窗体.....	98	5.5 应用系统案例的报表设计.....	145
4.3 使用向导创建窗体.....	99	本章小结.....	146
4.3.1 创建单数据源窗体.....	99	习题.....	147
4.3.2 创建多数据源窗体.....	101	第 6 章 宏.....	148
4.4 使用设计视图与布局视图创建窗体.....	103	6.1 宏的概述.....	148
4.4.1 设计视图和布局视图.....	104	6.2 宏的设计.....	149
4.4.2 创建窗体.....	104	6.2.1 宏选项卡.....	149
4.4.3 调整窗体属性.....	104	6.2.2 宏设计器.....	149
4.4.4 添加控件.....	105	6.2.3 宏操作.....	150
4.4.5 调整控件属性.....	110	6.2.4 在宏中使用条件.....	151
4.4.6 常用控件介绍.....	110	6.3 宏的应用.....	152
4.4.7 计算控件.....	114	6.3.1 独立宏.....	152
4.4.8 窗体布局.....	115	6.3.2 子宏.....	153
4.4.9 使用主题.....	116	6.3.3 嵌入宏.....	154
4.5 创建特定类型窗体.....	117	6.3.4 数据宏.....	155
4.5.1 创建数据透视表窗体.....	117	6.4 宏的运行与调试.....	156
4.5.2 创建数据透视图窗体.....	118	6.4.1 宏的运行.....	156
4.5.3 切换面板窗体.....	119	6.4.2 宏的调试.....	157
4.6 应用系统案例的窗体设计.....	123	本章小结.....	158
本章小结.....	125	习题.....	158
习题.....	125	第 7 章 模块与 VBA 编程基础.....	160
第 5 章 开发用户报表.....	127	7.1 模块.....	160
5.1 报表概述.....	127		

7.1.1	模块的基本概念	160
7.1.2	创建标准模块	161
7.1.3	在模块中添加过程	163
7.2	VBA 程序设计基础	168
7.2.1	VBA 中的基本概念	168
7.2.2	数据类型	170
7.2.3	常量与变量	172
7.2.4	运算符和表达式	175
7.2.5	VBA 中常用的语句	177
7.2.6	VBA 中的常用标准函数	181
7.3	VBA 程序流程控制	183
7.3.1	选择结构	183
7.3.2	循环结构	187
7.4	VBA 中的数组	190
7.5	VBA 数据库编程	192
7.5.1	数据库引擎及其接口	192
7.5.2	数据访问对象 (DAO)	193
7.5.3	ActiveX 数据对象 (ADO)	197
7.6	程序调试	201
	本章小结	204
	习题	204

第 8 章 Web 数据库 209

8.1	Web 数据库概述	209
8.1.1	桌面数据库和 Web 数据库的设计差异	209
8.1.2	仅限桌面的功能 (没有对应的 Access Services 功能)	210
8.2	建立空白的 Web 数据库	210
8.3	创建 Web 表	211
8.3.1	创建新的 Web 表	211
8.3.2	创建 Web 表中的字段	211
8.3.3	添加计算字段	212
8.3.4	创建两个 Web 表之间的关系	213
8.4	创建导航窗体	213
8.5	发布和同步对应用程序所做的更改	214
	本章小结	215
	习题	215

第 9 章 数据安全 217

9.1	使用数据库密码加密 Access 数据库	217
9.1.1	设置密码	217
9.1.2	使用密码打开数据库	219
9.1.3	撤销数据库密码	219
9.2	数据存储安全	220
9.2.1	备份/恢复数据库	220
9.2.2	压缩和修复数据库	220
9.3	使用受信任位置中的数据库	221
9.4	打包、签名和分发数据库	223
9.4.1	创建签名包	223
9.4.2	提取并使用签名包	225
9.5	打开数据库时启用禁用的内容	225
	本章小结	226
	习题	226

第 10 章 学生信息管理系统的设计与实现 228

10.1	学生信息管理系统的设计	228
10.1.1	学生信息管理系统的功能	228
10.1.2	学生信息管理系统的设计步骤	229
10.2	创建表及表间关系	230
10.2.1	创建系统所需的数据表	230
10.2.2	创建表间关系	232
10.3	创建查询	233
10.3.1	“学生登录窗”所需查询	233
10.3.2	“密码修改窗”所需查询	233
10.3.3	“已选课程信息窗”所需查询	234
10.3.4	“可选课程信息窗”所需查询	235
10.3.5	“学生成绩查询窗”所需查询	236
10.3.6	“学生成绩统计报表”所需查询	236
10.3.7	“班级中学生成绩报表”所需查询	237

10.4 创建窗体	238	10.6 应用系统集成	246
10.4.1 “学生个人信息窗” 的创建 ..	238	10.6.1 “教学管理系统” 主窗口的 创建	246
10.4.2 “密码修改窗” 的创建	239	10.6.2 “学生登录窗” 的创建	248
10.4.3 “已选课程信息窗” 的创建 ..	240	10.6.3 “导航窗体” 的创建	250
10.4.4 “可选课程信息窗” 的创建 ..	240	10.6.4 “启动窗体” 的设置	252
10.4.5 “选课操作窗” 的创建	241	10.7 开发说明	254
10.4.6 “学生成绩查询窗” 的创建 ..	244	本章小结	254
10.5 创建报表	244	习题	254
10.5.1 “学生成绩统计报表” 的 创建	244	参考文献	255
10.5.2 “班级中学生成绩报表” 的 创建	245		

第 1 章 数据库基础知识

在现代社会中，各个企业或组织中都存在大量需要管理的数据，例如列车、航空的票务数据，银行中储户的账户数据等，这些数据经常会被检索、修改或删除，例如，银行储户的取款行为会涉及数据的检索和修改操作，以及数据使用过程中的安全问题。那么如何管理这些数据才能使其快捷、安全地为人们的学习、生活、工作提供服务？数据库正是基于此类需求而研发的技术。数据库是最新的数据管理技术，今天，数据库已经被应用在社会各个领域的数据管理中。

本章首先介绍数据库的三个基本概念：数据库、数据库管理系统和数据库系统，然后讲解如何在数据库中表达现实世界中的事物。

1.1 数据库系统概述

1.1.1 数据库技术的发展

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代后期，但在数据库技术出现之前，计算机中的数据管理经历了人工管理和文件系统两个阶段。在这两个阶段中，数据分别由应用程序和文件系统进行管理，其管理方式存在一定的缺点，以文件系统阶段为例，它存在着数据共享性和独立性差等缺点。数据共享性差会导致大量的数据冗余，浪费存储空间，而且由于数据的重复存储，还易造成数据的不一致。数据的独立性差会导致难以增加新的应用，系统扩充困难，而且当数据的结构发生变化时，需要修改应用程序以适应新的数据结构。

20 世纪 60 年代中后期，计算机管理的数据规模越来越大，应用范围也越来越广，数据量激增；在处理方式上，联机实时处理的需求也越来越多。在此背景下，文件系统管理数据的方式已不能满足应用的需求，数据库技术正是在此背景下产生的。

自数据库技术产生至今，其发展经历了 3 个阶段，即第一代的层次、网状数据库系统，第二代的关系数据库系统，以及第三代的数据库系统。数据库发展阶段的划分是以数据模型的发展为主要依据的。数据模型的发展经历了格式化数据模型（层次数据模型和网状数据模型）、关系数据模型两个阶段，并正向面向对象数据模型等非传统数据模型阶段发展。

1. 第一代数据库系统

第一代数据库系统指的是以层次和网状模型为基础的层次和网状数据库系统，产生于 20 世纪 60 年代末期，它们是最早研究的数据库系统。

层次数据库是数据库系统的先驱，其代表系统为 1969 年 IBM 公司开发的 IMS 数据库系统。

1969 年，美国数据库系统语言协会 CODASYL（Conference On Data System Language）的数据库研制者提出了网状模型数据库系统规范报告，称为 DBTG（Data Base Task Group）

报告，使数据库系统开始走向规范化和标准化，这是网状数据库系统的典型代表。网状数据库是数据库概念、方法和技术的奠基者。

2. 第二代数据库系统

第二代数据库系统指的是支持关系模型的关系数据库系统。

1970 年，E.F.Codd 发表了题为《A Relational Model of Data for Shared Data Banks》的论文，提出了数据库的关系模型，开始了数据库关系方法和关系数据理论的研究，为关系数据库技术奠定了理论基础。

关系数据库系统以关系代数为语言模型，以关系数据库理论为其理论基础，具有形式化基础好、数据独立性强及数据库语言非过程化等特点。

3. 第三代数据库系统

与第一代、第二代数据库系统不同，第三代数据库系统没有统一的数据模型，但其数据模型具有面向对象模型的基本特征。对象关系数据库、面向对象数据库、并行数据库、空间数据库等都可以广泛称为第三代数据库系统。除了传统的数据管理服务外，第三代数据库可支持更加丰富的对象结构和规则，集数据管理、对象管理和知识管理为一体，可满足更加广泛复杂的新应用的要求。

1.1.2 数据库新技术

计算机相关技术的发展以及应用领域的变化推动着数据库技术不断向前发展，如分布式数据库、并行数据库、移动数据库和 Web 数据库等都是数据库与其他技术相结合所产生的新型数据库系统，而工程数据库、空间数据库、统计数据库和数据仓库等则是为适应特定应用领域的需求而产生的数据库新技术。

1. 分布式数据库

分布式数据库系统是在集中式数据库系统的基础上发展来的，是数据库技术与网络技术结合的产物。可以对分布式数据库给出如下定义：

分布式数据库是由一组数据组成的，这组数据分布在计算机网络的不同计算机上，网络中的每个结点都具有独立处理的能力（即场地自治），可以执行局部应用。同时，每个结点也能通过网络通信子系统执行全局应用。

在该定义中，强调了分布式数据库的场地自治性和场地之间的协作性。也就是说，每个场地都是独立的数据库系统，拥有自己的数据库、自己的用户，运行自己的 DBMS，执行局部应用，具有高度的自治性。并且，各个场地之间的数据库系统又相互协作组成一个整体：即从用户的角度看，一个分布式数据库系统在逻辑上和集中式数据库系统是一样的，用户可以在任何一个场地执行全局应用。就好像那些数据是存储在同一台计算机上，由单个数据库管理系统来管理一样，用户并没有什么不同的感觉。

分布式数据库具有以下优点：

(1) 更适合分布式的管理与控制；

- (2) 具有灵活的体系结构;
- (3) 系统经济, 可靠性高, 可用性好;
- (4) 局部应用的响应速度快;
- (5) 可扩展性好, 易于集成现有系统, 易于扩充。

2. Web 数据库

Web 数据库是 Web 技术与数据库技术相融合的结果, 是一个以后台数据库为基础, 加上一定的前台程序, 通过浏览器完成数据库存储、查询等操作的系统。简单地说, 一个 Web 数据库就是用户利用浏览器作为输入接口, 输入所需要的数据, 然后将这些数据传送给网络, 网站再对这些数据进行处理, 例如将数据存入数据库, 或者对数据库进行查询操作等, 最后网站将操作结果传回给浏览器, 通过浏览器将结果反馈给用户。

与传统方式相比, 利用 Web 来访问数据库, 具有以下优点。

- (1) 利用通用的浏览器软件实现数据库客户端功能, 不再需要考虑数据库客户端的设计, 软件更新更加方便。
- (2) 数据库与浏览器完全独立, 数据库结构的变更不会影响浏览器软件。因此, 用户的操作不受影响。
- (3) 标准统一。HTML 语言是网络上的信息组织方式, 是一种国际标准语言, 所有的浏览器软件都遵循这个标准。
- (4) 具有跨平台特性。每种操作系统下都有浏览器软件可供使用。因此, 设计开发的 Web 数据库应用可以在各种平台下运行, 从而提高了企业软、硬件选择的自由度。

3. 数据仓库

数据仓库就是面向主题的、集成的、相对稳定的、随时间不断变化(不同时间)的数据集合, 用以支持经营管理中的决策制定过程。

数据仓库具有如下特征。

(1) 面向主题。

数据仓库中的数据面向主题, 与传统数据库面向应用相对应。主题是一个在较高层次上将数据归类的标准, 每一个主题对应一个宏观的分析领域, 数据仓库中的数据是面向主题进行组织的。面向主题的数据组织方式, 就是在较高层次上对分析对象的数据的一个完整、一致的描述, 能完整、统一地刻画各个分析对象所涉及的各项数据及数据间的联系。

(2) 集成化特性。

数据仓库中的数据是从原有分散的数据库中抽取出来的, 由于数据仓库的每一主题所对应的源数据在原有分散的数据库中可能有重复或不一致的地方, 加上综合数据不能从原有数据库中直接得到。因此数据在进入数据仓库之前必须要经过统一和综合形成集成化的数据。这是建立数据仓库的关键步骤, 不但要统一原始数据中的矛盾之处, 还要将原始数据结构做一个从面向应用向面向主题的转变。

(3) 稳定性。

数据仓库的稳定性是指数据仓库反映的是历史数据, 而不是日常事务处理产生的数据, 数据经加工和集成进入数据仓库后是极少或根本不修改的。

(4) 随时间不断变化。

数据仓库中数据的不可更新性是针对应用来说的，即用户进行分析处理时是不进行数据更新操作的。但并不是说，在数据仓库的整个生存周期中数据库集合是不变的。

数据仓库会随时间的变化不断增加新的数据内容，以及删除旧的数据内容。而且，数据仓库中包含大量的综合数据大多与时间有关，这些数据会随着时间的变化不断地重新进行综合，这些数据的码键都包含时间项，以标明数据的历史时期。所以，数据仓库中的数据是随时间不断变化的。

1.1.3 数据库相关基本概念

为了更好地使用数据库，首先需要了解数据库、数据库管理系统、数据库系统等基本概念。

1. 数据

信息是现实世界中人们对客观事物状态和特征的描述。数据(Data)是承载信息的符号记录，它是数字、字母、文字、图像、声音、视频等信息的描述形式，常常经过数字化处理后存入计算机来反映或描述事物的特性。

2. 数据库

简单地说，数据库(DataBase, DB)就是存放数据的仓库。在现代社会中，数据的规模越来越大，将数据存储数据库中，可以更加方便、快捷，并且充分利用这些数据。

严格地说，数据库是指长期存储在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。数据库中的数据按照一定的数据模型进行组织、描述和存储，并具有较小的冗余度、较高的数据独立性，且可由各种用户共享。

3. 数据库管理系统

了解了数据库的基本概念之后，接下来的问题是数据库如何存储在计算机中，如何才能高效地检索和维护数据库中的数据。解决这些问题需要的就是数据库管理系统。

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是一个系统软件，是提供建立、管理、维护和控制数据库功能的一组计算机软件。数据库管理系统的目标是使用户能够科学地组织和存储数据，能够从数据库中高效地获得需要的数据，方便地处理数据。

数据库管理系统主要提供以下几个方面的功能：

(1) 数据定义功能。

数据库管理系统提供数据定义语言，用户通过它可方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(2) 数据组织、存储和管理。

数据库管理系统会分类组织、存储和管理各种数据，并确定以何种文件结构和存取方式在存储级上组织数据，其目的是提高存储空间利用率和数据的存取效率。

(3) 数据操纵功能。

数据库管理系统通过提供数据操纵语言实现对数据的增、删、改、查询、统计等数据

操纵功能。

(4) 数据库的建立和维护功能。

数据库管理系统包括数据库初始数据输入、转储、恢复、重组以及数据库结构的修改和扩充等功能。

(5) 数据库的运行管理。

数据库的运行管理功能是数据库管理系统的核心功能，它对数据库的建立、运行和维护进行统一管理，保证数据的安全性、完整性、并发性和故障恢复。

4. 数据库系统

(1) 数据库系统的组成。

仅有数据库管理系统，是不能完成数据库的建立、使用和维护等工作的，一个完整的数据库系统还应包括除数据库管理系统之外的元素。一般来说，数据库系统（DataBase System, DBS）是指带有数据库并利用数据库技术进行数据管理的计算机系统，包括以下 4 部分：

- 数据库：数据库系统的数据源。
- 硬件：支持系统运行的计算机硬件设备。包括 CPU、内存、外存及其他外部设备。
- 软件：包括操作系统、数据库管理系统、应用开发工具和应用系统。
- 人员：数据库系统中的主要人员有数据库管理员、系统分析员和数据库设计人员、应用程序开发人员和最终用户。

(2) 数据库系统的特点。

与人工管理和文件系统相比，数据库系统主要有以下 4 个特点：

- 数据结构化。在数据库系统中，数据是面向整体的，不但数据内部组织有一定的结构，而且数据之间的联系也按一定的结构描述出来，所以数据整体结构化。
- 数据共享性高，冗余度低，易扩充。数据库系统是面向整体的，因此数据可以被多个用户共享使用，大大减少了冗余度。而且可以很容易地增加新的功能，适应用户新的要求。
- 数据独立性高。数据库系统的体系结构包括三级模式和两级映射，保证了程序与数据库中的逻辑结构和物理结构有高度的独立性。
- 数据由数据库管理系统统一管理和控制。数据库管理系统在数据库建立、运用和维护时对数据库进行统一控制，以保证数据的完整性、安全性，并在多用户同时使用数据库时进行并发控制，在发生故障后对系统进行恢复。

5. 数据库应用系统

数据库应用系统（DataBase Application System）就是利用数据库技术管理数据的系统，它是在数据库管理系统支持下建立的计算机应用系统。数据库应用系统包括：应用系统、应用开发工具软件、数据库管理系统、操作系统、硬件、数据库管理员、应用界面。通常，这 7 个部分以一定的逻辑层次结构方式组成一个有机的整体。概括地说，数据库应用系统就是利用数据库技术，面向某个特定应用开发的应用软件及相关，例如财务管理系统、人事管理系统、图书管理系统、教学管理系统等。

1.2 数据模型

数据库中的数据来源于现实世界，那么，在实现数据库系统时，需要考虑的问题是：如何描述现实世界中的事物，才能在数据库中清晰、准确地表达现实世界中的事物以及事物间的联系。这就需要使用数据模型来解决这一问题。

数据模型是数据特征的抽象，它是对数据库如何组织的一种模型化表示。计算机不可能直接处理现实世界中的具体事物，人们必须把具体事物转换成计算机能够处理的数据，因此人们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。无论处理任何数据，都要先对数据建立模型，然后在此基础上进行处理。

数据模型应满足 3 方面要求：一是能比较真实地模拟现实世界；二是容易为人所理解；三是便于在计算机上实现。

根据模型应用的不同目的，可以将模型分为两类：一类模型是概念模型，也称信息模型，它按用户的观点来对数据和信息建模，主要用于数据库设计。概念模型不依赖于具体计算机系统，也不是某一种数据库管理系统支持的模型。另一类模型是逻辑模型，它按计算机系统的观点对数据建模，主要用于数据库管理系统的实现。数据模型描述数据的结构、定义在其上的操作以及约束条件。它具有数据结构、数据操作和数据的完整性约束三要素。

1.2.1 概念模型

在实现数据库系统的时候，需要先把现实世界中的事物抽象成概念模型，然后再把概念模型转换为计算机上某一种数据库管理系统支持的数据模型。

概念模型用于信息世界的建模，是现实世界到信息世界的第一层抽象，是现实世界到机器世界的一个中间层次。概念模型应该简单、清晰、易于用户理解，还应该具有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。

1. 信息世界中的基本概念

在使用概念模型对现实世界进行抽象之前，首先需要了解以下与概念模型相关的主要概念：

(1) 实体。

客观存在并可相互区别的事物称为实体。例如，一门课程、一个学生等。

(2) 属性。

实体所具有的某一特性称为属性。例如，学生的学号、姓名。

(3) 关键字。

唯一标识实体的属性集称为关键字。例如，学号是学生实体的关键字。

(4) 实体型。

具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质。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。例如，学生（学号，姓名，性别，出生年份，系，入学日期）就是一个实体型。

(5) 实体集。

同型实体的集合称为实体集。例如，全体学生就是一个实体集。

(6) 联系。

在现实世界中，事物内部以及事物之间是有联系的，这些联系在信息世界中反映为实体（型）内部的联系和实体（型）之间的联系。

两个实体型之间的联系可以分为三类：

(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）实体与之联系，反之亦然，则称实体集 A 与 B 具有一对一联系，记为 1:1。

例如，一个班级只有一个正班长，而一个班长也只在在一个班中任职，如图 1.1 (a) 所示。

(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 B 有一对多联系，记为 1:n。

例如，一个班级中可以有若干名学生，而每个学生只在一个班级中学习，如图 1.1 (b) 所示。

(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 B 具有多对多联系，记为 m:n。

例如，一个学生可以选修多门课程，而一门课程可以被多个学生选修，学生和课程之间就是多对多的联系，如图 1.1 (c) 所示。

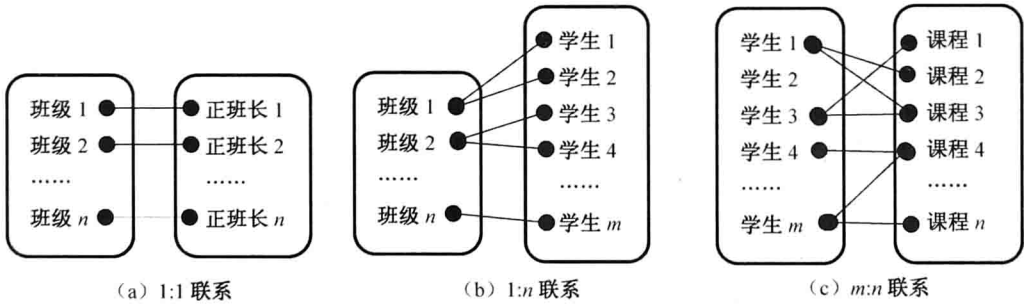


图 1.1 两个实体型之间的联系

2. 概念模型的表示方法

在对现实世界进行建模之后，需要将建立的概念模型表达出来。表示概念模型的方法很多，其中最常用的是实体-联系方法 (Entity-Relationship Approach)，该方法使用 E-R 图来表示概念模型。

E-R 图提供了表示实体型、属性和联系的方法：

(1) 实体型。

使用矩形表示实体型，矩形内写明实体名。

(2) 属性。

使用椭圆表示属性，并用无向边将其与相应的实体型连接起来。

例如：学生实体具有学号、姓名、出生日期、性别、入学日期等属性，用 E-R 图表示学生实体如图 1.2 所示。

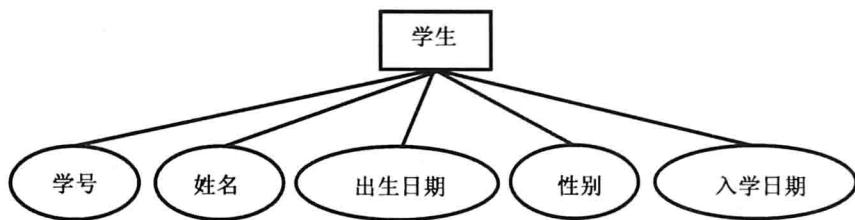


图 1.2 学生实体及其属性

(3) 联系。

使用菱形表示，菱形内写明联系名，并用无向边分别与有关实体型连接起来，并在无向边旁标注联系的类型 (1:1, 1:n, m:n)。

例如：学生实体和课程实体之间存在 $m:n$ 联系，且该联系具有一个“成绩”属性，如图 1.3 所示。

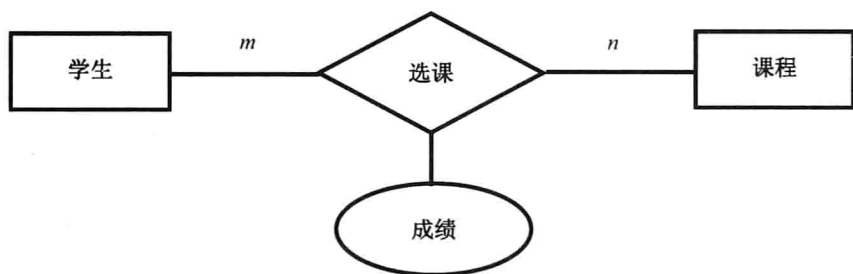


图 1.3 实体联系

1.2.2 数据模型的三要素

数据模型的组成要素有 3 个，分别是数据结构、数据操作和数据完整性约束条件。

(1) 数据结构。

数据结构是对系统静态特征的描述。主要描述数据类型、内容、性质以及数据间联系的有关信息。数据结构是数据模型的基础，在数据库系统中，通常按照数据结构的类型来命名数据模型，例如，数据结构为层次、网状或关系结构的数据模型分别被命名为层次模型、网状模型和关系模型。

(2) 数据操作。

数据操作描述的是系统的动态特征，主要描述在相应数据结构上的操作类型与操作方式。数据操作主要有数据检索和更新（即增、删、改）两大类操作。

(3) 数据完整性约束条件。

数据完整性约束条件描述的是系统的约束条件，主要描述数据结构内数据间的语义限制、制约与依存关系以及数据动态变化的规则以保证数据的正确、有效与相容。

1.3 关系模型

在数据库的发展史上，主要的逻辑数据模型包括层次模型、网状模型和关系模型等三种模型。目前，主流的数据库管理系统大多是基于关系模型的。基于关系模型的数据库管理系统称为关系型数据库管理系统。接下来，首先通过关系模型的三要素：关系数据结构、关系操作、关系完整性约束条件来了解关系模型，然后介绍 E-R 图向关系模型的转换，以及关系模型的规范化。

1.3.1 关系数据结构

在关系模型中，无论实体还是实体之间的联系都由单一的数据结构即关系（表）来表示。

1. 关系模型的基本术语

关系：关系模型中一个关系就是一个二维表，每个关系有一个关系名，如图 1.4 所示的表格即为一个关系，此关系名为“学生信息表”。

元组：表中的一行即为一个元组，如“学生信息表”的一个元组（001，李月，1994-1-5，女，2012.9）。

学号	姓名	出生日期	性别	入学日期
001	李月	1994-1-5	女	2012.9
002	王明	1993-12-3	男	2012.9
003	孙杰	1994-1-6	男	2012.9
...	...	...	...	...

图 1.4 “学生信息表”关系数据结构

属性：表中的一列即为一个属性，给每个属性起一个名字即为属性名，如“学号”、“姓名”等属性。

域：属性的取值范围，如性别的域是（男，女），百分制成绩的域是 0~100。

关键字：属性或属性的集合，其值能唯一地标识一个元组。例如，“学生信息表”的“学号”属性在该关系中具有唯一性，可以作为该关系的关键字。

外关键字：若一个关系 R 中的属性（或属性组）F 不是其关键字，却与另一个关系 S 的主关键字 Ks 相对应，则 F 称为是 R 关系的外关键字。例如，在“教学管理系统”中，“班级”字段在“学生信息表”中不是主关键字，但是“班级信息表”的“班级编号”是主关键字，而且此“班级编号”与“学生信息表”的“班级”字段相对应，则称“班级”是“学生信息表”的外关键字。

关系模式：关系名及关系的属性集合构成关系模式，一个关系模式对应一个关系的结构。关系模式的格式为：关系名（属性 1，属性 2，…，属性 n）。例如，学生信息表的关系模式为：学生信息表（学号，姓名，性别，密码，出生日期，民族，籍贯，政治面貌，入学日期，班级，照片，备注）。