



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

Access数据库应用技术 (第2版)

崔洪芳 主编



清华大学出版社

TP311.138/834=2

2013

中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

Access数据库应用技术 (第2版)

崔洪芳 主编

包琼 李凌春 邱月 邹琼 陈婕 副主编

RFID

北方工业大学图书馆



C00338655

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

Access 关系型数据库管理系统是 Microsoft 公司的 Office 办公自动化软件的一个组成部分,是最受人们欢迎的数据库管理软件之一。

本书以 Access 2007 为基础,系统地介绍了数据库的基本概念、Access 2007 的主要功能和使用方法、数据库和表的基本操作、数据查询、窗体设计、报表制作、数据访问页、宏的创建和使用、模块和 VBA 编程等。本书通过一些实例分析,深入浅出地向读者全面介绍了 Access 2007 的使用方法。本书根据全国计算机等级考试计算机二级考试 Access 考试大纲的要求编写,内容由浅入深、通俗易懂、图文并茂、实用性强。本书还配有辅助教材《Access 数据库应用技术实验指导(第 2 版)》一书。

本书可作为高等院校相关专业的教学用书,也可作为计算机等级考试培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Access 数据库应用技术/崔洪芳主编.--2 版.--北京:清华大学出版社,2013

中国高等学校信息管理与信息系统专业规划教材

ISBN 978-7-302-31662-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 042708 号

责任编辑:魏江江 王冰飞

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20.25 字 数:490 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版 2013 年 8 月第 2 版 印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:34.00 元

前言

Access 2007 关系型数据库管理系统是 Microsoft 公司的 Office 2007 办公自动化软件的一个组成部分,是基于 Windows 平台的关系数据库管理系统。它界面友好、操作简单、功能全面、使用方便,不仅具有众多数据库管理软件所具有的功能,而且进一步增强了网络功能,用户可以通过 Internet 共享 Access 数据库中的数据。Access 自发布以来,已逐渐成为桌面数据库领域的佼佼者,深受广大用户的欢迎。

Access 2007 的最大特点是其易用性,用户可以在很短的时间内掌握利用 Access 进行数据库开发的方法,并利用其向导方便、快捷、简单地设计出一个数据库系统。另外,利用导入、导出和链接数据的功能,可以方便地实现 Access 数据文件和 Word、Excel、文本文件及其他支持 OLE 的数据文件之间的相互转换,实现数据共享,从而大大提高工作效率。Access 还可以利用宏和 Visual Basic for Application(VBA)编写出具有强大功能的数据库应用程序,适合于一般用户特别是非计算机专业人员进行数据库管理。

本书以 Access 2007 关系数据库管理系统为基础,由浅入深、循序渐进地详细讲解了 Access 2007 数据库管理系统的各项功能和操作的基本应用。本书根据全国计算机等级考试计算机二级考试 Access 考试大纲的要求编写,内容由浅入深、通俗易懂、图文并茂、实用性强。本书还配有辅助教材《Access 数据库应用技术实验指导(第 2 版)》一书。

全书共 9 章,第 1 章介绍数据库基础理论方面的知识和 Access 数据库系统的特点;第 2 章介绍 Access 数据库的基本操作、数据表的创建、表的使用和操作,以及表间的关系和创建等;第 3 章介绍各种查询的创建以及查询的使用和操作等;第 4 章介绍窗体的组成、窗体的创建、窗体属性、窗体中控件的使用和属性,以及窗体的使用等;第 5 章介绍报表的组成、报表的创建、报表中常用控件的使用和属性,以及如何使用报表等;第 6 章介绍数据库的安全管理;第 7 章介绍宏的基本概念、宏的创建以及宏的运行等;第 8 章介绍模块的组成和创建,以及 VBA 语言的语法特点和 VBA 的数据库编程;第 9 章以一个小型图书管理系统为例介绍了开发设计数据库应用系统的一般流程。

本书由崔洪芳提出框架,并统稿。第 1 章、第 2 章和第 3 章由崔洪芳编写,第 4 章和第 7 章由包琼编写,第 5 章由邹琼编写,第 6 章由陈婕编写,第 8 章由邱月编写,第 9 章由李凌春编写。

由于编写时间仓促以及作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请同行及读者批评指正,在此表示衷心的感谢。

编 者

2013 年 3 月

目录

第1章 数据库基础

1.1 数据库基本概念

1.1.1 数据与信息

1.1.2 计算机数据管理技术的发展

1.1.3 数据库系统的概念与特点

1.1.4 数据库系统的体系结构

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型的概念

1.2.2 4种数据模型

1.2.3 概念模型与E-R图

1.3 关系模型

1.3.1 关系模型中的术语

1.3.2 关系数据库中表的特点

1.4 关系代数

1.4.1 传统的集合运算

1.4.2 专门的关系运算

1.5 关系的规范化

1.5.1 数据依赖

1.5.2 关系的规范化方法

1.5.3 关系的完整性

1.6 数据库设计基础

1.7 数据库技术的发展

1.8 Access 2007 简介

1.8.1 Access 2007 的特点

1.8.2 Access 2007 的启动和退出

1.8.3 Access 2007 的工作环境

思考题

第2章 数据库和表的基本操作

2.1 创建数据库

2.1.1 使用向导创建数据库

2.1.2 建立一个空数据库

2.1.3 打开和关闭数据库

2.1.4 维护数据库

2.1.5 复制数据库对象

2.1.6 删除数据库对象

2.2 创建表

2.2.1 数据表的结构

2.2.2 使用表设计器创建表

2.2.3 向表中输入数据

2.2.4 使用模板创建表

2.2.5 通过输入数据创建表

2.2.6 通过导入和链接外部数据创建表

2.2.7 打开与关闭表

2.3 设置字段的属性和修改表结构

2.3.1 设置字段的属性

2.3.2 修改表结构

2.4 表中数据的输入与编辑

2.4.1 输入记录

2.4.2 编辑记录

2.5 操作数据表

2.5.1 显示表中的数据

2.5.2 记录的排序操作

2.5.3 记录的筛选操作

2.5.4 数据表的索引

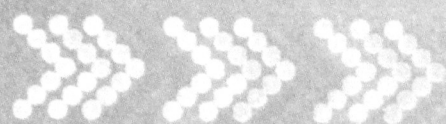
2.5.5 设置和更改主键

2.6 建立与编辑表间关系

2.6.1 表间关系的概念

2.6.2 建立表间关系

2.6.3 编辑和删除表间关系



2.6.4 实施参照完整性	73	第4章 窗体的基本操作	117
2.6.5 建立子数据表	74	4.1 窗体的基本概念	117
思考题	75	4.1.1 窗体的组成与结构	117
第3章 查询的基本操作	76	4.1.2 窗体的视图	119
3.1 查询的概述	76	4.1.3 窗体的分类	122
3.1.1 查询的功能	76	4.2 创建窗体	125
3.1.2 查询的类型	77	4.2.1 使用工具创建窗体	125
3.2 使用查询向导创建查询	78	4.2.2 使用“窗体向导”创建窗体	126
3.2.1 简单查询向导	78	4.2.3 创建数据透视表窗体	131
3.2.2 查找重复项查询向导	80	4.2.4 创建数据透视图窗体	134
3.2.3 查找不匹配项查询向导	81	4.2.5 切换面板管理器	136
3.3 查询准则	84	4.3 使用设计器创建窗体	140
3.3.1 运算符	84	4.3.1 控件工具组	141
3.3.2 函数	86	4.3.2 字段列表	142
3.4 使用设计视图建立查询	88	4.3.3 “属性表”对话框	144
3.4.1 选择查询	88	4.4 窗体控件	149
3.4.2 自定义计算查询	91	4.4.1 控件及其基本操作	149
3.4.3 交叉表查询	94	4.4.2 标签	151
3.4.4 参数查询	97	4.4.3 文本框	154
3.5 操作表查询	99	4.4.4 命令按钮	158
3.5.1 生成表查询	100	4.4.5 复选框、切换按钮与选项按钮	163
3.5.2 删除查询	101	4.4.6 选项组	163
3.5.3 更新查询	102	4.4.7 列表框和组合框	165
3.5.4 追加查询	103	4.4.8 选项卡	173
3.6 SQL 查询	104	4.4.9 图像控件与绑定对象框控件	174
3.6.1 使用 SQL 修改查询中的准则	104	4.4.10 直线和矩形控件	175
3.6.2 数据定义	105	4.5 美化窗体	175
3.6.3 数据操作	109	4.5.1 使用自动套用格式	175
3.6.4 数据查询	110	4.5.2 设置窗体的格式属性	176
思考题	116	4.5.3 添加标题和徽标	177
		4.5.4 添加当前日期和时间	177



思考题

第 5 章 报表的基本操作

5.1 报表概述

5.1.1 报表的类型

5.1.2 报表的视图

5.1.3 报表的结构

5.2 使用向导创建报表

5.2.1 自动创建报表

5.2.2 新建空报表

5.2.3 使用报表向导创建报表

5.2.4 使用标签向导创建报表

5.3 使用设计视图创建报表

5.3.1 使用设计视图创建报表的步骤

5.3.2 报表控件的使用

5.3.3 排序与分组

5.3.4 设计汇总报表

5.3.5 设计子报表

5.4 导出报表快照

5.5 设置报表页面和打印报表

5.5.1 设置报表页面

5.5.2 打印报表

思考题

第 6 章 数据库的安全管理

6.1 管理数据库

6.1.1 数据的备份和恢复

6.1.2 数据库的压缩和修复

6.1.3 生成 MDE 文件

6.2 数据库的安全概述及常用的安全措施

6.3 隐藏数据库对象

6.4 设置和取消数据库密码

6.5 用户与组账户

6.6 使用安全机制向导

6.6.1 设置安全机制

6.6.2 删除已建立的安全机制

6.7 消除 Access 的安全漏洞

思考题

第 7 章 宏

7.1 宏的基本概念

7.1.1 宏与宏组

7.1.2 宏设计窗口

7.1.3 常用的宏操作

7.2 宏的基本操作

7.2.1 创建宏

7.2.2 运行宏

7.2.3 在宏中使用条件

思考题

第 8 章 模块和 VBA 编程

8.1 模块

8.1.1 模块简介

8.1.2 模块的分类

8.1.3 将宏转换为模块

8.1.4 模块的组成

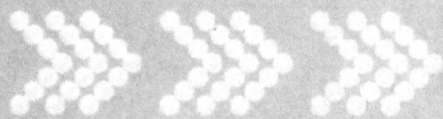
8.2 创建模块

8.2.1 VBA 编程环境

8.2.2 创建类模块

8.2.3 创建标准模块

8.3 面向对象的有关知识



8.3.1 基本概念	235	9.1.2 系统模块设计	264
8.3.2 面向对象的语法	238	9.2 数据库设计	265
8.3.3 DoCmd 对象	238	9.2.1 数据库需求分析	265
8.4 VBA 编程基础	238	9.2.2 数据库逻辑结构设计	266
8.4.1 VBA 的基本数据类型	238	9.2.3 创建各表之间的关系	268
8.4.2 常量	239	9.3 各功能模块的窗体设计	270
8.4.3 变量	240	9.3.1 管理员信息管理模块的窗体设计	270
8.4.4 数组	241	9.3.2 图书信息管理模块的窗体设计	273
8.4.5 运算符与表达式	241	9.3.3 借阅者信息管理模块的窗体设计	273
8.5 VBA 程序的流程控制结构	243	9.3.4 图书类型设置模块的窗体设计	273
8.5.1 VBA 程序的语法	243	9.3.5 借阅者类型设置模块的窗体设计	274
8.5.2 顺序结构	246	9.3.6 罚款类型设置模块的窗体设计	275
8.5.3 分支结构	247	9.3.7 图书借阅管理模块的窗体设计	275
8.5.4 循环结构	251	9.3.8 图书归还管理模块的窗体设计	283
8.6 过程调用和参数传递	255	9.3.9 图书报表显示模块的窗体设计	290
8.6.1 Sub 过程的调用	255	9.3.10 借阅者报表显示模块的窗体设计	297
8.6.2 Function 过程的调用	257	9.4 集成数据库系统	300
8.6.3 参数传递	258	9.4.1 主界面窗体设计	300
8.7 VBA 程序的调试	259	9.4.2 登录窗体设计	301
8.7.1 常见错误类型	259	9.4.3 系统菜单设计	303
8.7.2 “调试”工具栏和调试窗口	260	9.5 系统的启动	306
8.7.3 调试方法	261		
思考题	262	附录 A 全国计算机二级考试 Access 考试大纲	308
第 9 章 图书管理系统开发实例	264		
9.1 系统分析与设计	264	参考文献	313
9.1.1 系统功能分析	264		

第 1 章 数据库基础

在当今信息社会中,信息资源的开发和利用水平已成为衡量一个国家综合国力的重要标志之一,为了有效地使用保存在计算机系统的大量数据,必须采用一整套严密合理的数据处理方法。数据库技术是 20 世纪 60 年代中期兴起的一种数据管理技术,其应用范围已经由早期的科学计算渗透到办公自动化系统、管理信息系统、专家系统、情报检索、过程控制和计算机辅助设计等领域。数据库是信息系统的基础,数据库技术所研究的问题就是如何科学地组织和存储数据,以及如何高效地获取和处理数据。

本章介绍数据库管理系统、数据库系统、数据模型、关系数据库及其基本运算等知识。

1.1 数据库基本概念

1.1.1 数据与信息

数据(Data)是指存储在某种媒体上能够识别的物理符号。数据的概念包括两个方面:其一是描述事物特征的数据内容;其二是存储在某种媒体上的数据形式。数据有一定的结构,有型与值之分,如整型、实型、字符型等。而数据的值给出了符合定型的值,如整型值 24。数据形式可以是多种多样的,可以是数字,如学生成绩;可以是文字,如姓名;也可以是特定的一串符号;还可以是图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。

信息(Information)是客观事物属性的反映,它所反映的是关于某一客观系统中某一事物的某一方面属性或某一时刻的表现形式。信息是经过加工后的数据,它对接受者的决策或行为有现实或潜在的价值。

数据与信息既有区别,又有联系。信息是有用的数据,是数据的内涵;数据是信息的表现形式,是信息的载体。信息是通过数据符号来传播的,而数据若不具有知识性和有用性,则不能称为信息。

数据处理也称为信息处理,是指将数据转换成信息的过程。它包括对数据的收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输等一系列活动。数据处理的基本目的是从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中整理出对人们有价值、有意义的数据(即信息),作为决策的依据。

1.1.2 计算机数据管理技术的发展

计算机数据管理技术的发展经过了 3 个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要应用于科学计算,因为数据量较少,一般不需要

长期保存数据。在硬件方面,没有磁盘等直接存取的外存储器,在软件方面,没有对数据进行管理的系统软件,因此,只能在裸机上进行数据操作,由程序员进行人工数据的管理。应用程序中既要设计算法,又要考虑数据的逻辑结构、物理结构以及输入/输出方法等问题。程序与数据是一个整体,一个程序中的数据无法被其他程序使用,因此程序与程序之间存在着大量的重复数据。另外,数据存储结构一旦有所改变,必须修改相应程序,数据的独立性差;各程序之间的数据不能相互传递,缺少共享性,应用程序的设计与维护负担繁重。

2. 文件系统阶段

20世纪50年代后期至60年代后期,计算机开始大量用于数据管理。在硬件方面,出现了直接存取的大容量外存储器,如磁盘、磁鼓等,这为计算机管理系统数据提供了物质基础。在软件方面,出现了操作系统,其中包含文件系统,这为数据管理提供了技术支持。

文件系统提供了在外存储器上长期保存数据并对数据进行存取的手段。文件的逻辑结构与存储结构有一定的区别,即程序与数据有一定的独立性。数据的存储结构变化,不一定会影响程序,因此程序员可集中精力进行算法设计,并大大减少了维护程序的工作量。

文件系统使计算机在数据管理方面有了长足的进步。时至今日,文件系统仍是一般高级语言普遍采用的数据管理方式。但当数据量增加、使用数据的用户越来越多时,文件系统进行数据处理出现了下列问题:

- (1) 数据的冗余度大。
- (2) 数据的独立性差。
- (3) 用户缺乏对数据的统一控制管理。

3. 数据库系统阶段

20世纪60年代后期,计算机在管理中的应用规模更加庞大、数据量急剧增加、数据共享性更强、硬件价格下降、软件价格上升、编制和维护软件所需的成本相对增加,其中维护成本更高,这些成为数据管理在文件系统的基础上发展为数据库系统的原动力。

数据库技术始于20世纪60年代,经历了最初的基于文件的初级系统、20世纪60年代和70年代流行的层次系统和网状系统阶段,目前广泛使用的是关系型数据库系统。数据库应用也从简单的事务管理扩展到各个应用领域,如用于工程设计的工程数据库、用于因特网的Web数据库、用于决策支持的数据仓库技术、用于多媒体技术的多媒体数据库等,但应用最广泛的还是基于事务管理的各类信息系统领域。数据库的体系结构也从最初的集中式数据库变化为基于客户/服务器机制的分布式数据库。随着面向对象技术的发展,关系对象数据库系统正在逐步完善和投入使用。随着时代的进步和发展,数据库的应用领域会越来越广泛,数据库技术将成为所有信息技术和信息产业的基础。

1.1.3 数据库系统的概念与特点

1. 数据库

数据库(DataBase, DB)就是存放数据的“仓库”。数据库是在数据库管理系统的集中控制之下,按一定的组织方式存储起来的、相互关联的数据集合。在数据库中集中了一个部门或单位完整的数据资源,这些数据能够被多个用户同时共享,且具有冗余度小、独立性和安全性高等特点。例如一个学校可以将全部学生的情况存入数据库进行管理,图书馆可以将全部图书信息存入数据库进行管理。

数据库有以下几个特点:

- (1) 数据的共享性好。数据库中的数据能为多个用户服务,并可被各个应用程序共享。
- (2) 数据的独立性高。用户的应用程序与数据的逻辑组织和物理存储方式无关。
- (3) 数据的完整性好。数据库中的数据在操作和维护过程中可以保证正确无误。
- (4) 数据的冗余度小。数据库中数据的冗余度小,因此用户应尽可能避免数据的重复。

2. 数据库管理系统

数据库的建立、使用和维护,都是通过特定的数据库语言进行的。正如使用高级语言需要解释/编译程序的支持一样,使用数据库语言也需要一个特定的支持软件,这就是数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)。数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一种系统软件,它建立在操作系统的基础之上,负责数据库中的数据组织、数据操纵、数据维护、数据控制及保护和数据服务等,是数据库的核心。用户利用数据库管理系统提供的一整套命令,可以对数据进行各种操作,从而实现数据处理要求。

目前流行的 DBMS 为关系数据库系统,例如 Oracle、DB2、SQL Server、FoxPro 和 Access 等。

一般来说,数据库管理系统应该具有下列功能:

(1) 数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言(Data Definition Language,DDL),定义数据库结构,并保存在数据字典中。用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义,如建立或删除数据库、基本表和视图等。

数据字典是一组表和视图结构。用户可以用 SQL 语句访问数据库中的数据字典。数据字典包括 5 个部分,即数据项、数据结构、数据流、数据存储、处理过程。

(2) 数据操纵功能。DBMS 提供数据操纵语言(Data Manipulation Language,DML),实现对数据库数据的基本存取操作,包括检索、插入、修改和删除等,是数据库的主要应用。

(3) 数据控制和管理功能。除 DDL 和 DML 两类语句外,DBMS 还具有必要的控制和管理功能,其中包括在多用户使用时对数据进行的“并发控制”;对用户权限实施监督的“安全性检查”,数据的备份、恢复和转储功能;对数据库运行情况的监控和报告等。通常,数据库系统的规模越大,控制和管理功能越强,所以,大型机 DBMS 的管理功能一般比 PC DBMS 的管理功能强。

(4) 通信功能。在分布式环境下或网络数据库系统中,DBMS 为不同数据库之间提供通信的功能。

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了数据库后的系统。其一般由以下几个部分组成:

(1) 计算机硬件系统。数据库系统对硬件资源提出了较高的要求,这些要求主要包括有足够大的内存来存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序;有足够大的直接存取设备存放数据(如磁盘);有足够的其他存储设备来进行数据备份;有较高的数据传输能力,以提高数据传输率。

(2) 计算机软件系统。计算机软件系统包括操作系统、数据库管理系统、与数据库接口的高级语言及其编译系统和以 DBMS 为核心的应用开发工具。

(3) 数据库应用系统。数据库应用系统是指系统开发人员使用计算机高级语言利用数

数据库系统资源开发出来的,对数据库中的数据进行处理和加工的软件,面向某一类实际应用的应用软件系统。数据库应用系统可分为两类:

① 管理信息系统。管理信息系统是面向机构内部业务和管理的数据库应用系统。例如,教学管理系统、学校图书馆管理系统等。

② 开放式信息服务系统。开放式信息服务系统是面向外部、提供动态信息查询功能,以满足不同信息需求的数据库应用系统。例如,证券公司提供的证券实时行情系统、商品交易信息系统、大型综合科技信息系统等。

(4) 数据库。

(5) 各类人员。数据库系统的有关人员主要有3类,即最终用户、数据库开发人员和数据库管理员。最终用户是指使用数据库应用系统的人员,他们一般对数据库知识了解不多。数据库开发人员包括系统分析员、系统设计员和程序员。系统分析员负责应用系统的分析,和用户、数据库管理员相配合,参与系统分析;系统设计员负责系统设计和数据库设计;程序员根据设计要求进行编程。数据库管理员(Database Administrator, DBA)是数据管理机构的一组人员,是负责对数据库进行规划、设计、维护、监视等的专业管理人员。

在数据库系统中,各层次之间的相互关系如图1.1所示。

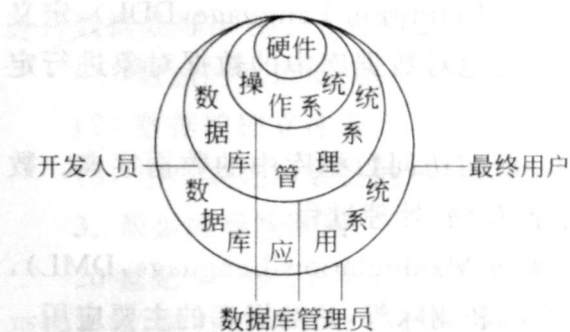


图 1.1 数据库系统层次示意图

4. 数据库系统的特点

数据库系统的主要特点如下:

(1) 数据结构化。数据库系统实现整体数据的结构化,是数据库的主要特征之一,也是数据库系统与文件系统的本质区别。

(2) 数据共享。在数据库系统中,所有的程序都存取同一份数据库。一个库中的数据不仅可被同一企业或机构之内的各个部门所共享,还可被不同单位、地域甚至不同国家的用户所共享。

(3) 数据独立性。用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的。用户不需要了解数据实际的存取方式,只通过数据库系统的存取命令就可得到需要的数据。

(4) 可控冗余度。数据冗余度是指在数据库中数据的重复程度。实现共享后,不必要的重复将全部消除,这样可以节省存储空间、减少存取时间、避免数据之间的不相容性和不一致性。但为了提高查询效率,有时也保留少量的重复数据,其冗余度可由设计人员控制。

(5) 安全性保护。数据安全性是指保护数据,以防止不合法使用所造成的数据破坏和泄密,例如设置访问权限、对数据加密等。

(6) 数据完整性控制。数据完整性是指数据的正确性、有效性和相容性。数据库系统提供了必要的功能,保证了数据在输入、修改过程中始终符合原来的数据定义和规定。

(7) 并发控制。并发操作是指多个用户进程在同一时刻期望存取同一数据时发生的事件。为了避免并发进程之间相互干扰进而导致结果错误或破坏数据完整性,必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

(8) 故障发现和恢复控制。在数据库系统运行中,由于用户操作失误和硬件及软件的故障,可能会使数据库遭到局部性或全局性损坏,但系统能进行应急性处理,把数据库恢复到正确状态。

1.1.4 数据库系统的体系结构

1. 数据库内部体系结构

数据库内部体系结构是数据库系统的一个总的框架。为了有效地组织、管理数据,提高数据库的逻辑独立性和物理独立性,设计人员为数据库设计了一个严谨的体系结构,数据库领域公认的标准结构是三级模式结构,它包括外模式、模式和内模式,如图 1.2 所示。

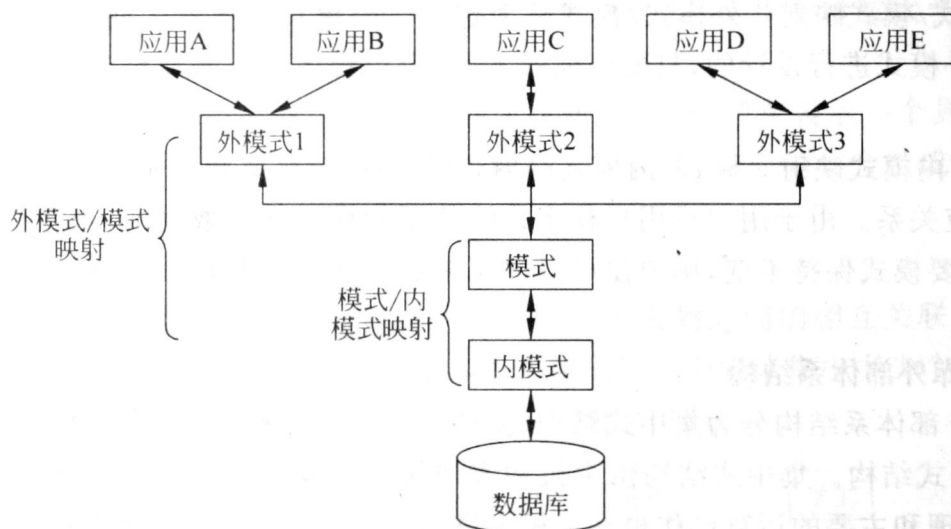


图 1.2 数据库系统的三级模式结构

美国国家标准协会(American National Standards Institute, ANSI)的数据库管理系统研究小组于 1978 年提出了标准化的建议,将数据库结构分为 3 级,即面向用户或应用程序员的用户级、面向建立和维护数据库人员的概念级、面向系统程序员的物理级。用户级对应外模式,概念级对应模式,物理级对应内模式,使不同级别的用户对数据库形成不同的视图。

所谓视图,就是观察、认识和理解数据的范围、角度和方法,是数据库在用户“眼中”的反映,很显然,不同级别用户所“看到”的数据库是不同的。

(1) 模式。模式(Schema)又称概念模式或逻辑模式,对应于概念级。它是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述,是所有用户的公共数据视图。模式是数据库系统模式结构的中间层,它是由数据库系统提供的数据库模式描述语言 DDL 来描述、定义的,体现、反映了数据库系统的整体观。一个数据库只有一个概念模式。

(2) 外模式。外模式(External Schema)又称子模式,对应于用户级。它是数据库用户(包括应用程序员和最终用户)能够看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述,是数据库用户的数据视图,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。外模式是从模式导出的一个子集,包含模式中允许特定用户使用的那部分数据。用户可以通过外模式描述语言(外模式 DDL)来描述、定义对应于用户的数据记录(外模式),也可以利用数据操纵语言 DML 对这些数据记录进行操作。外模式反映了数据库的用户观。不同的用户对同一个数据库可以得到不同的外模式。

(3) 内模式。内模式(Internal Schema)又称存储模式(Access Schema),对应于物理级。它是数据库中全体数据的内部表示或底层描述,是数据库最低一级的逻辑描述,它描述了数据在存储介质上的存储方式和物理结构,对应着实际存储在外存储介质上的数据库。

内模式由内模式描述语言(内模式 DDL)来描述、定义,它是数据库的存储观。

三级模式的关系:模式是内模式的逻辑表示;内模式是模式的物理实现;外模式是模式的部分抽取。在一个数据库系统中,只有唯一的数据库,因而作为定义、描述数据库存储结构的内模式和定义、描述数据库逻辑结构的模式,也是唯一的,但建立在数据库系统之上的应用则是非常广泛、多样的,所以对应的外模式不是唯一的,也不可能唯一。

(4) 模式间的映射。三级模式之间的联系是通过二级映射来实现的。

① 外模式/模式映射。外模式/模式映射定义了外模式与模式之间的关系。由于应用程序是根据外模式进行设计的,只要外模式不变,应用程序就不需要修改,保证了数据的逻辑独立性。

② 模式/内模式映射。模式/内模式映射是唯一的,定义了数据全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。由于用户或用户程序是按数据的模式使用数据的,当数据库的存储结构改变时,只要模式保持不变,用户便可以按原来的方式使用数据,从而保证了数据的物理独立性。

2. 数据库外部体系结构

数据库外部体系结构分为集中式结构、文件服务器结构和客户/服务器结构。

(1) 集中式结构。集中式结构由主机和客户终端组成,数据库和应用程序存放在主机中,数据的处理和主要的运算操作也在主机上进行。它的主要特点是数据和应用集中,维护方便,安全性好,但对主机性能要求较高,价格昂贵。

(2) 文件服务器结构。在文件服务器结构中,数据库存放在文件服务器中,应用程序分散安排在各个客户工作站上。文件服务器只负责文件的集中管理,所有的应用处理安排在客户端完成。文件服务器结构的特点是费用低,配置灵活,但是缺乏足够的计算和处理能力,对客户端的计算机性能要求高。Access 和 FoxPro 支持文件服务器结构。

(3) 客户/服务器结构。在客户/服务器(Client/Server)结构中,数据库存放在服务器中,而应用程序可以根据需要安排在服务器或客户工作站上,实现了客户端程序和服务器端程序的协同工作。这种结构解决了集中式结构和文件服务器结构的费用和性能问题。SQL Server 和 Oracle 支持客户/服务器结构。

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型的概念

模型(Model)是对现实世界特征的模拟和抽象。由于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。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。

1. 实体

从数据处理的角度看,现实世界中的客观事物称为实体。实体可以指人,如一个教师、一个学生等;也可以指物,如一本书、一张桌子等。实体不仅可以指实际的物体,还可以指抽象的事件,如一次借书、一次奖励等。另外,实体还可以指事物与事物之间的联系,如学生选课、客户订货等。

一个实体可以有不同的属性,属性描述了实体某一方面的特征。例如,学生实体用学

号、姓名、性别、出生日期、专业等若干个属性来描述；图书实体用编号、分类号、书名、作者、单价、出版社等多个属性来描述。

每个属性可以取不同的值，属性值的变化范围称为属性值的域。属性是一个变量，属性值是变量所取的值，而域是变量的变化范围。属性值所组成的集合表征一个实体，相应的这些属性的集合表征了一种实体的类型，称为实体型。同类型实体的集合称为实体集。例如，在学生实体集中，(2006111001,白雪,女,02/25/88,物理学)表征学生名册中的一个具体人；在图书实体集中，(3593,TP593,大学计算机基础,崔洪芳,23.00,华中科技大学出版社)则具体代表一本书。

在 Access 中，用“表”来表示同一类实体，即实体集，用“记录”来表示一个具体的实体，用“字段”来表示实体的属性。显然，字段的集合组成一个记录，记录的集合组成一个表。属性的集合相应于实体型，则代表了表的结构。

2. 实体间的联系

实体之间的对应关系称为联系，它反映了现实世界中事物之间的相互关联。实体之间联系的种类是指一个实体集中可能出现的每一个实体与另一个实体集中多少个具体实体存在联系。两个实体间的联系可以归纳为 3 种类型，如图 1.3 所示。

(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 中有且只有一个实体与之联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 之间有一对一联系。如果一个班只能有一个班长，一个班长不能同时在其他班再担任班长，在这种情况下班级和班长两个实体之间存在一对一联系。

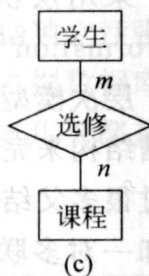
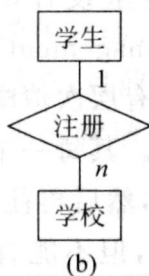


图 1.3 实体间的联系

(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 中有多个实体与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中最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。对于学生和学校两个实体集，一个学生只能在一个学校注册，而一个学校有很多个学生，学校与学生之间存在一对多联系。一对多联系是最普遍的联系，用户也可以把一对一联系看作一对多联系的一个特殊情况。

(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 中有多个实体与之联系，而对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中也有多个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 之间有多对多联系。对于学生和课程两个实体集，一个学生可以选修多门课程，一门课程由多个学生选修，因此，学生和课程之间存在多对多联系。

3. 数据模型应满足的要求

数据模型是对客观事物及其联系的数据描述，反映实体内部和实体之间的联系。数据模型应满足 3 方面的要求：一是能比较真实地模拟现实世界；二是容易被人理解；三是便于在计算机上实现。由于用户采用的数据模型不同，相应的，数据库管理系统也就完全不同。

1.2.2 4 种数据模型

目前，数据库领域最常用的数据模型有层次模型(Hierarchical Model)、网状模型

(Network Model)、关系模型(Relational Model)和面向对象模型(Object Oriented Model) 4种。

1. 层次模型

层次模型(Hierarchical Model)用树形结构来表示实体及其之间的联系。若用图来表示,层次模型是一棵倒立的树,具有父子关系,示例如图 1.4 所示。根据树形结构的特点,建立数据的层次模型需要满足以下两个条件:

- (1) 有一个结点没有父结点,这个结点即根结点。
- (2) 其他结点有且仅有一个父结点。

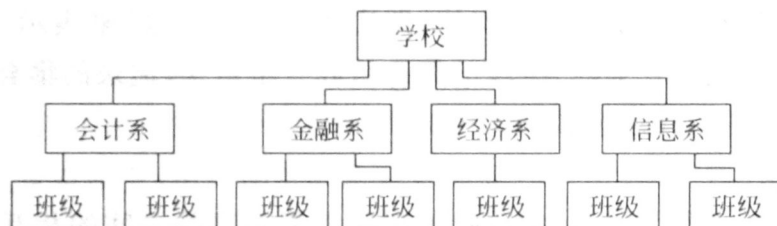


图 1.4 层次模型示意图

采用层次模型设计的数据库称为层次数据库。其典型代表是 IBM 公司的 IMS (Information Management System) 系统,它是世界上最早出现的大型数据库系统。

层次模型具有层次清晰、构造简单、易于实现等优点。层次模型易于操作,可利用树状数据结构来完成。其每一个结点都有具体的功能,如果需要寻找较远的结点,则必须先往上通过很多父结点,然后再往下寻找另一个结点。采用层次模型可以比较方便地表示出一对一和一对多联系,但不能直接表示出多对多联系,对于多对多联系,必须先将其分解为几个一对多联系才能表示出来。因而,对于复杂的数据关系,采用层次模型实现起来较为麻烦。

2. 网状模型

网状模型(Network Model)以实体型为结点的有向图来表示各实体及其之间的联系。其特点如下:

- (1) 可以有一个以上的结点无父结点。
- (2) 至少有一个结点有多于一个的父结点。

网状模型的结构示例如图 1.5 所示。网络模型比层次模型复杂,可以用来表示实体之间的多对多联系。以学生选课为例,看一看网状模型如何来组织数据。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,因此学生与课程之间是多对多联系。

网状模型比层次模型更具有灵活性,更适于管理数据之间具有复杂联系的数据库。其明显的缺点是路径太多,当加入或删除数据时,涉及的相关数据太多,不易维护与重建。

网状模型的表达能力强,能反映实体间的多对多联系,但网状模型在概念上、结构上和使用上比较复杂,而且对计算机的硬件环境要求较高。

网状模型和层次模型都是用指针来实现两个实体之间的联系的,它们都建立在图论的基础上,通常被称为格式化数据模型。

3. 关系模型

关系模型(Relational Model)是目前数据库管理系统使用最多的一种数据组织形式,是

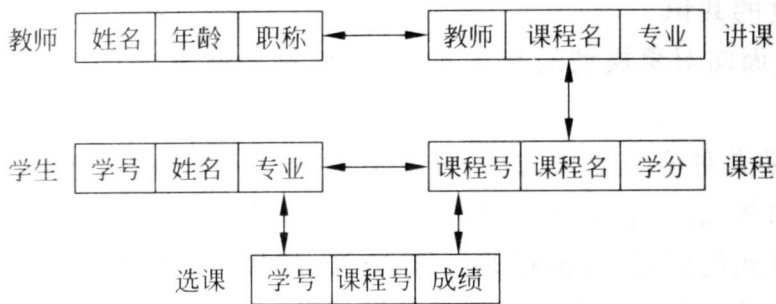


图 1.5 网状模型示意图

最重要的一种数据模型。

早期的数据库系统都采用格式化数据模型。1970 年,美国的 E. F. Cood 提出了关系模型的概念,首次运用数学方法来研究数据库的结构和数据操作,将数据库的设计从以经验为主提高到以理论为指导。在关系模型中,把实体集看成一个二维表,每一个二维表称为一个关系。每个关系均有一个名称,称为关系名。一个关系对应一张表,表中的一列表示实体的一项属性,称为一个字段;表中的一行包含了一个实体的全部属性值,称为一个记录,示例如表 1.1 所示。

基于关系模型的数据库管理系统因其严格的数学理论、使用简单灵活、数据独立性强等特点,被公认为最有前途的一种数据库管理系统。它的发展十分迅速,目前已占据数据库管理系统的主导地位。自 20 世纪 80 年代以来,作为商品推出的数据库管理系统几乎都是关系型的,例如 Oracle、Sybase、Informix、FoxPro、Access 等。

表 1.1 “学生”表

学号	姓名	性别	出生日期	政治面貌	专业
08030005	王志峰	男	1990-9-10	群众	会计
08040002	陈宏时	男	1990-7-26	团员	工商
09010001	周丽丽	女	1991-5-20	团员	经济
09010002	张云飞	男	1991-8-12	团员	经济
09010003	陈志明	男	1992-6-5	团员	经济
09010004	李晓红	女	1992-11-15	党员	经济
09020001	张 斌	男	1992-4-18	团员	金融
09020002	王小杰	男	1991-10-2	团员	金融
09030003	杨 雪	女	1991-6-24	党员	会计
09030004	李 倩	女	1991-1-18	团员	会计

4. 面向对象模型

面向对象模型(Object Oriented Model)是近几年来发展起来的一种新兴的数据模型。该模型是在吸收了以前的各种数据模型优点的基础上,借鉴了面向对象的程序设计方法而建立的。一个面向对象模型是用面向对象观点来描述现实世界实体(对象)的逻辑组织、对象间限制、联系等的模型。这种模型具有更强的表示现实世界的能力,是数据模型发展的一个重要方向。目前,对于面向对象模型还缺少统一的规范说明,尚且没有一个统一的严格的定义,但数据库在面向对象模型中,面向对象的核心概念构成了面向对象数据模型的基础,