

高等院校信息技术规划教材

# 数据库应用 基础教程

安世虎 隋丽红 主编

周恩锋 谭峤 孙青 副主编



清华大学出版社

高等

# 数据库应用 基础教程

安世虎 隋丽红 主编

周恩锋 谭峤 孙青 副主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书按照教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会提出的数据库课程的教学基本要求,介绍数据库技术的相关知识以及 Access 2010 的基本操作和应用。全书分为 8 章,内容包括数据库技术基础、数据库与表、查询、结构化查询语言 SQL、窗体、报表、宏、VBA 与模块。为了方便教与学,针对本书出版了相应配套实验指导教材《数据库应用基础教程——实验与学习指导》。

本书内容翔实、图文并茂,注重基本原理的专业性、基本操作的实用性,既可以作为高等院校非计算机专业数据库课程的教材,也可以供社会各类计算机应用人员与参加计算机等级考试的读者阅读参考。

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

数据库应用基础教程/安世虎,隋丽红主编. —北京:清华大学出版社,2017

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 978-7-302-45697-1

I. ①数… II. ①安… ②隋… 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(2016)第 288809 号

责任编辑:白立军 李 晔

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:刘海龙

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:保定市中华美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.25

字 数:399 千字

版 次:2017 年 1 月第 1 版

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.50 元

产品编号:068220-01

# 前言

## foreword

目前,数据处理已成为计算机应用的主要领域。数据库技术是作为一门数据处理技术发展起来的,在计算机应用中的地位和作用日益重要。许多应用,如地理信息系统、事务处理系统、联机分析系统、决策支持系统、企业资源计划、客户关系管理、数据仓库和数据挖掘等都是以数据库技术作为重要支撑。

在数据库系统中,通过数据库管理系统对数据进行统一管理,为了能开发出适用的数据库应用系统,需要熟悉和掌握一种数据库管理系统。目前,典型的数据库管理系统很多,相对于其他数据库管理系统,Access作为一种桌面数据库管理系统,具有自身突出的特点,有着广泛应用。本书以较新版本的 Access 2010 为例进行讲述。与原来的版本相比,Access 2010 除了继承和发扬了以前版本功能强大、界面友好、操作方便等优点外,在界面的易操作性方面、数据库操作与应用方面进行了很大改进。

全书在编写过程中始终把“加强基础、提高能力、重在应用”作为编写原则,力求概念准确、原理易懂、层次清晰和突出应用。采用应用项目引导式的知识组织方式,以教学管理数据库应用系统为例,围绕“教学管理”数据库设计与实现编排了大量翔实的实例,涵盖了表、查询、窗体、报表、宏、模块等 Access 数据库对象的创建和使用方法,以及 Access 数据库管理与安全技术等内容,各实例既相互独立又可以综合起来形成一个综合实例。全书内容分为 8 章,包括数据库技术基础、数据库与表、查询、结构化查询语言 SQL、窗体、报表、宏和 VBA 与模块。

参与本书编写的人员均在教学一线,具有丰富的教学经验。各章编写分工如下:第 1 章由安世虎编写,第 2 章由朱波编写,第 3 章由谢蕙编写,第 4 章由隋丽红编写,第 5 章和第 8 章由周恩锋编写,第 6 章由谭峤编写,第 7 章由孙青编写,全书由安世虎统稿。由于信息技术的发展日新月异,编者学识水平所限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者不吝赐教,批评指正。

编 者

2016 年 10 月

# 目录

## Contents

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第1章 数据库技术基础 .....              | 1  |
| 1.1 数据库技术概述 .....              | 1  |
| 1.1.1 数据管理技术发展 .....           | 1  |
| 1.1.2 数据库系统 .....              | 4  |
| 1.1.3 数据模型 .....               | 7  |
| 1.1.4 数据库技术发展 .....            | 9  |
| 1.2 关系数据库基础 .....              | 12 |
| 1.2.1 关系基本术语 .....             | 12 |
| 1.2.2 关系性质 .....               | 13 |
| 1.2.3 关系运算 .....               | 14 |
| 1.2.4 关系完整性 .....              | 17 |
| 1.3 数据库设计基础 .....              | 18 |
| 1.3.1 数据库设计的步骤 .....           | 19 |
| 1.3.2 数据库设计方法 .....            | 20 |
| 1.3.3 数据库设计案例 .....            | 33 |
| 1.4 Access 2010 系统概述 .....     | 34 |
| 1.4.1 Access 2010 的系统特点 .....  | 34 |
| 1.4.2 Access 2010 文件格式简介 ..... | 35 |
| 1.4.3 Access 2010 系统工作界面 ..... | 38 |
| 1.4.4 Access 2010 的数据库对象 ..... | 44 |
| 1.5 本章小结 .....                 | 45 |
| 第2章 数据库与表 .....                | 46 |
| 2.1 教学管理系统数据库设计 .....          | 46 |
| 2.1.1 教学管理系统功能需求 .....         | 46 |
| 2.1.2 教学管理系统的 E-R 图设计 .....    | 46 |
| 2.1.3 教学管理系统的数据库关系模型 .....     | 48 |

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 2.1.4 | “教学管理”数据库表结构及表数据 .....  | 48  |
| 2.2   | 数据库的创建及操作 .....         | 51  |
| 2.2.1 | 引例 .....                | 51  |
| 2.2.2 | 数据库的创建 .....            | 51  |
| 2.2.3 | 数据库的打开与关闭 .....         | 54  |
| 2.3   | 表的创建 .....              | 55  |
| 2.3.1 | 引例 .....                | 55  |
| 2.3.2 | 表结构的组成 .....            | 55  |
| 2.3.3 | 表的创建 .....              | 58  |
| 2.3.4 | 字段属性的设置 .....           | 63  |
| 2.3.5 | 表中数据的输入 .....           | 70  |
| 2.3.6 | 表之间关系的建立 .....          | 80  |
| 2.4   | 表的编辑 .....              | 83  |
| 2.4.1 | 引例 .....                | 83  |
| 2.4.2 | 表结构的修改 .....            | 83  |
| 2.4.3 | 表外观的调整 .....            | 84  |
| 2.5   | 表记录的操作 .....            | 87  |
| 2.5.1 | 引例 .....                | 87  |
| 2.5.2 | 表记录的常用操作 .....          | 87  |
| 2.5.3 | 表记录的排序 .....            | 92  |
| 2.5.4 | 表记录的筛选 .....            | 94  |
| 2.6   | 本章小结 .....              | 99  |
| 第3章   | 查询 .....                | 100 |
| 3.1   | 查询概述 .....              | 100 |
| 3.1.1 | 查询的定义与功能 .....          | 100 |
| 3.1.2 | 查询的类型 .....             | 101 |
| 3.1.3 | 查询视图 .....              | 102 |
| 3.1.4 | 运行查询 .....              | 104 |
| 3.2   | 查询条件 .....              | 104 |
| 3.2.1 | 引例 .....                | 104 |
| 3.2.2 | Access 2010 中的常量 .....  | 104 |
| 3.2.3 | Access 2010 中的运算符 ..... | 105 |
| 3.2.4 | Access 2010 中的函数 .....  | 107 |
| 3.2.5 | 条件表达式示例 .....           | 111 |
| 3.3   | 选择查询 .....              | 113 |
| 3.3.1 | 引例 .....                | 113 |
| 3.3.2 | 使用查询向导创建选择查询 .....      | 114 |

|              |                    |            |
|--------------|--------------------|------------|
| 3.3.3        | 使用查询设计视图创建选择查询     | 118        |
| 3.3.4        | 在查询中进行计算           | 123        |
| 3.4          | 创建交叉表查询            | 127        |
| 3.4.1        | 引例                 | 128        |
| 3.4.2        | 使用查询向导创建交叉表查询      | 128        |
| 3.4.3        | 使用查询设计视图创建交叉表查询    | 131        |
| 3.5          | 参数查询               | 132        |
| 3.5.1        | 引例                 | 132        |
| 3.5.2        | 单参数查询              | 132        |
| 3.5.3        | 多参数查询              | 133        |
| 3.6          | 操作查询               | 134        |
| 3.6.1        | 引例                 | 135        |
| 3.6.2        | 生成表查询              | 135        |
| 3.6.3        | 删除查询               | 137        |
| 3.6.4        | 追加查询               | 138        |
| 3.6.5        | 更新查询               | 140        |
| 3.7          | 本章小结               | 141        |
| <b>第 4 章</b> | <b>结构化查询语言 SQL</b> | <b>142</b> |
| 4.1          | SQL 语言概述           | 142        |
| 4.2          | SQL 数据定义           | 143        |
| 4.3          | SQL 数据操纵           | 145        |
| 4.4          | SQL 数据查询           | 146        |
| 4.4.1        | 基本查询               | 146        |
| 4.4.2        | 连接查询               | 149        |
| 4.4.3        | 子查询                | 149        |
| 4.4.4        | 合并查询               | 150        |
| 4.5          | 本章小结               | 151        |
| <b>第 5 章</b> | <b>窗体</b>          | <b>152</b> |
| 5.1          | 窗体概述               | 152        |
| 5.1.1        | 窗体的功能              | 152        |
| 5.1.2        | 窗体的分类              | 155        |
| 5.1.3        | 窗体视图               | 158        |
| 5.1.4        | 窗体数据源              | 158        |
| 5.2          | 创建窗体               | 159        |
| 5.2.1        | 快速创建窗体             | 160        |

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 5.2.2 | 创建数据表窗体 .....         | 161 |
| 5.2.3 | 创建多个项目窗体 .....        | 161 |
| 5.2.4 | 创建分割窗体 .....          | 162 |
| 5.2.5 | 创建数据透视表窗体 .....       | 162 |
| 5.2.6 | 创建数据透视图窗体 .....       | 164 |
| 5.2.7 | 使用向导创建窗体 .....        | 165 |
| 5.2.8 | 其他方式创建主/子窗体 .....     | 168 |
| 5.3   | 窗体设计 .....            | 169 |
| 5.3.1 | 引例 .....              | 170 |
| 5.3.2 | 窗体设计的一般过程 .....       | 170 |
| 5.3.3 | 窗体设计视图 .....          | 170 |
| 5.3.4 | 属性表及窗体常用属性 .....      | 171 |
| 5.3.5 | 在窗体中添加控件 .....        | 173 |
| 5.3.6 | 调整窗体及窗体控件的布局 .....    | 174 |
| 5.4   | 窗体控件及控件属性 .....       | 176 |
| 5.4.1 | 标签 .....              | 176 |
| 5.4.2 | 文本框 .....             | 177 |
| 5.4.3 | 命令按钮 .....            | 179 |
| 5.4.4 | 列表框和组合框 .....         | 181 |
| 5.4.5 | 命令组控件及所包含控件 .....     | 185 |
| 5.4.6 | 选项卡控件和其他控件 .....      | 187 |
| 5.4.7 | 窗体和窗体控件的事件 .....      | 187 |
| 5.5   | 导航窗体、窗体查询和窗体操作 .....  | 187 |
| 5.5.1 | 引例 .....              | 188 |
| 5.5.2 | 创建导航窗体 .....          | 188 |
| 5.5.3 | 窗体控件为参数查询提供参数输入 ..... | 190 |
| 5.5.4 | 窗体操作 .....            | 191 |
| 5.6   | 本章小结 .....            | 193 |
| 第6章   | 报表 .....              | 194 |
| 6.1   | 报表概述 .....            | 194 |
| 6.1.1 | 报表的功能 .....           | 194 |
| 6.1.2 | 报表的类型 .....           | 194 |
| 6.1.3 | 报表的视图 .....           | 196 |
| 6.2   | 使用向导创建报表 .....        | 198 |
| 6.2.1 | 引例 .....              | 198 |
| 6.2.2 | 使用自动报表功能创建报表 .....    | 198 |
| 6.2.3 | 使用报表向导创建报表 .....      | 199 |

|              |                      |            |
|--------------|----------------------|------------|
| 6.2.4        | 使用标签向导创建标签报表         | 200        |
| 6.3          | 使用设计器创建报表            | 201        |
| 6.3.1        | 报表的设计视图              | 202        |
| 6.3.2        | 使用报表设计器创建报表          | 202        |
| 6.3.3        | 创建图表报表               | 205        |
| 6.3.4        | 报表的排序与分组             | 206        |
| 6.3.5        | 报表的格式设置              | 210        |
| 6.4          | 创建子报表                | 211        |
| 6.5          | 打印报表                 | 214        |
| 6.6          | 本章小结                 | 215        |
| <b>第 7 章</b> | <b>宏的操作</b>          | <b>216</b> |
| 7.1          | 宏的概述                 | 216        |
| 7.1.1        | 宏的基本概念               | 216        |
| 7.1.2        | 宏的结构                 | 216        |
| 7.1.3        | 宏的设计视图               | 217        |
| 7.1.4        | 宏的常用操作               | 218        |
| 7.2          | 宏的创建                 | 220        |
| 7.2.1        | 引例                   | 220        |
| 7.2.2        | 创建独立宏                | 220        |
| 7.2.3        | 创建条件宏                | 221        |
| 7.2.4        | 创建子宏                 | 223        |
| 7.2.5        | 创建嵌入宏                | 224        |
| 7.2.6        | 创建数据宏                | 224        |
| 7.3          | 宏的调试和运行              | 225        |
| 7.3.1        | 宏的调试                 | 225        |
| 7.3.2        | 宏的运行                 | 226        |
| 7.4          | 本章小结                 | 227        |
| <b>第 8 章</b> | <b>VBA 与模块</b>       | <b>228</b> |
| 8.1          | VBA 概述               | 228        |
| 8.1.1        | 认识 VBE               | 228        |
| 8.1.2        | VBA 的模块和过程           | 230        |
| 8.1.3        | 将宏转换为 VBA 模块         | 231        |
| 8.2          | VBA 程序基础             | 231        |
| 8.2.1        | Access 2010 VBA 数据类型 | 231        |
| 8.2.2        | 常量                   | 232        |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 8.2.3 | 变量               | 233 |
| 8.2.4 | 数组变量             | 235 |
| 8.2.5 | 运算符与表达式          | 236 |
| 8.2.6 | VBA 标准函数         | 238 |
| 8.3   | VBA 程序结构         | 244 |
| 8.3.1 | 语句               | 244 |
| 8.3.2 | 程序的控制结构          | 245 |
| 8.3.3 | 过程定义和调用          | 251 |
| 8.4   | VBA 操作窗体         | 253 |
| 8.4.1 | 引例               | 253 |
| 8.4.2 | 对象引用             | 253 |
| 8.4.3 | 窗体对象的重要属性        | 254 |
| 8.4.4 | 窗体编程示例           | 255 |
| 8.5   | VBA 的数据库编程       | 257 |
| 8.5.1 | 引例               | 257 |
| 8.5.2 | 数据库引擎及其接口        | 257 |
| 8.5.3 | 数据库访问对象 DAO      | 258 |
| 8.5.4 | ActiveX 数据对象 ADO | 261 |
| 8.6   | 本章小结             | 264 |
| 参考文献  |                  | 265 |

# 第1章

# chapter 1

## 数据库技术基础

### 本章学习目标

- 了解数据管理技术的发展和当前主流数据库产品；
- 理解数据库系统相关概念及数据库系统各部分之间的关系；
- 熟练掌握关系数据库基础知识；
- 掌握数据库设计方法；
- 了解 Access 2010 所使用的文件类型及 Access 数据库各个对象的作用。

本章首先给出数据库技术概述,再介绍关系数据库基础和数据库设计,最后给出 Access 2010 数据库系统概述和本章小结。

### 1.1 数据库技术概述

计算机广泛应用于数据处理领域,数据处理的核心是数据管理,数据管理的先进技术是数据库技术。随着计算机应用的普及和深入,数据库技术变得越来越重要。数据库技术是研究数据管理的技术,即研究如何科学组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据,以及如何保障数据安全,实现数据共享。数据库技术作为数据管理的最有效的手段,极大地促进了计算机应用的发展。

#### 1.1.1 数据管理技术发展

##### 1. 数据和信息

数据是客观事物特性和特征的符号化表示,有数字、文字、图形、图像、声音等多种表现形式。例如,描述教师特征可以包括姓名、性别、年龄、职称等,张三的性别是男,年龄为 36,职称为教授,这里的“张三”“男”“36”“教授”就是数据。其中,“张三”“男”“教授”是文字表现形式,而“36”是数字表现形式。

数据处理过程包括数据的收集、组织、存储、检索、维护、加工、传播等一系列活动,其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的

信息是经过数据处理产生的对决策者有价值的具有一定含义的数据。例如,假设某学校人事部门通过收集学校所有教师基本数据,按性别分类计算,得到该校男女教师性别比是 2:3,男女教师性别比对学校决策者在招聘教师计划制定中具有参考价值。

数据和信息有着不可分割联系,信息是经过数据处理过的数据,数据、数据处理和信息之间的联系如图 1-1 所示。

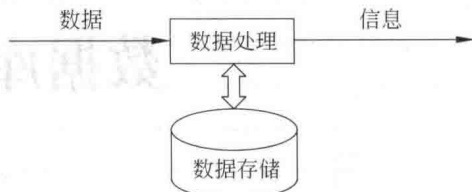


图 1-1 数据、数据处理与信息之间的联系

## 2. 数据管理技术发展阶段

数据管理是指对数据的组织、存储、检索、维护等工作,是数据处理的基本活动,是数据库技术研究的主要内容。计算机数据管理分为如下 3 个阶段。

### 1) 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前,外存储器只有卡片、纸带、磁带等非直接存取数据的存储设备,也没有专门管理数据的软件系统,用户只能直接在计算机裸机上进行操作,数据处理方式是批处理。

(1) 人工管理阶段的主要特征如下:

① 数据由应用程序管理。因为没有管理数据的软件系统,程序设计人员不仅需要设计数据的逻辑结构,还要负责设计数据的物理结构,包括确定数据在计算机中的存储结构、存取方法和输入输出方式等,工作负担极重。

② 数据与程序不可分割。数据由对其进行处理的程序自行携带,一组数据对应一个程序。

③ 各程序的数据彼此独立,不能共享,数据冗余度大。因数据与程序密切结合,不可分割,一组数据对应一个程序,数据不能在各程序之间互相传递。多个应用程序使用相同的数据时,只能各自定义,无法共享,使程序之间存在着大量的冗余数据。

(2) 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

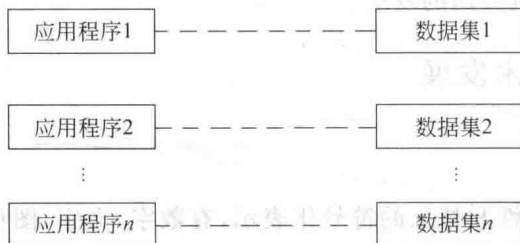


图 1-2 人工管理阶段应用程序与数据之间对应关系

### 2) 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中后期至 60 年代中后期,可以随机访问、直接存取数据的磁盘成为计算机的主要外存储器,软件出现了高级程序设计语言和操作系统。在操作系统中包含了专门对外存储器中的数据进行管理的文件管理系统。计算机不仅用于科学计算,而且

大量用于数据处理,同时磁盘、磁鼓等大容量直接存储设备的出现,使存放大量数据成为可能。

(1) 文件系统阶段主要特征如下:

① 数据由专门的文件管理系统管理。文件管理系统将数据组织成相互独立的数据文件,数据的结构、存取方法等均由文件管理系统负责,应用程序通过文件系统访问数据文件,程序设计人员的负担大大减轻。

② 数据文件之间缺乏联系,数据共享性较差。在文件管理系统中,基本上是一个数据文件对应一个应用程序。当不同的应用程序使用的数据有相同部分时,也只能建立各自的数据文件,而不能实现相同数据的共享,造成数据的冗余度大。这不仅浪费了大量的存储空间,而且对数据进行修改和维护比较困难,容易造成数据的不一致性。

③ 数据独立性差。数据以文件形式组织和保存,由操作系统按名存取,在文件内部,数据实现了在记录范围内的结构化,但各数据文件之间彼此独立,互不相关,在整体上并未实现结构化,因此数据文件的逻辑结构仅适用于与其对应的应用程序,而其他的应用程序则难以使用。若要扩充系统的应用,则必须修改数据文件的结构和与之对应的应用程序。所以数据文件与应用程序之间仍然缺乏独立性。

(2) 文件系统阶段应用程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

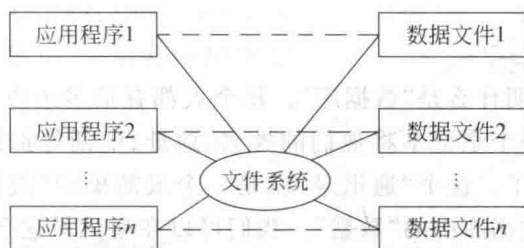


图 1-3 文件系统阶段应用程序与数据之间对应关系

3) 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期,需要计算机管理的数据量急剧增加,对数据共享的要求日益增强,文件管理系统的数据管理方法已无法满足应用系统的需求。为了实现计算机对数据的统一管理,达到数据共享的目的,出现了数据库系统。

(1) 数据库系统阶段主要特征如下:

① 数据由数据库管理系统统一管理和控制。

② 数据以数据库形式保存,共享性高,冗余度小。

③ 数据具有较高的逻辑独立性和物理独立性。

(2) 数据库系统阶段应用程序与数据之间的关系如图 1-4 所示。

文件系统中的文件与数据库系统中的文件有本质区别:文件系统中的文件是面向应用的,一个文件基本对应一个应用程序,文件之间不存在联系,数据冗余大。数据库系统中的文件是面向整个应用系统,文件之间相互联系,减少了数据冗余,实现了数据共享。

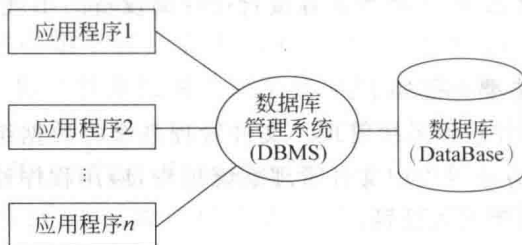


图 1-4 数据库系统阶段应用程序与数据之间对应关系

## 1.1.2 数据库系统

### 1. 数据库系统组成

数据库系统(DataBase System,DBS)是指引入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。

数据库系统一般由数据库、用户、软件和硬件四部分组成。在软件系统中包括操作系统、数据库管理系统和数据库应用系统。在用户中包括数据库管理员、专业系统开发人员和数据库最终用户。

#### 1) 数据库

首先举个例子来说明什么是“数据库”。每个人都有很多亲戚和朋友,为了保持与他们的联系,我们常常用一个笔记本将他们的姓名、地址、电话等都记录下来,这样要查谁的电话或地址就很方便了。这个“通讯录”就是一个最简单的“数据库”,每个人的姓名、地址、电话等就是这个数据库中的“数据”。我们可以在通讯录这个“数据库”中添加新朋友的个人数据,也可以由于某个朋友的电话变动而修改他的电话号码这个“数据”。

本质上,数据库(Data Base,DB)是指按特定的组织形式保存在存储介质上的相关数据集合。在数据库中,数据按照一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的数据冗余度、较高的数据独立性、完整性和一致性,可为多个用户所共享。数据库的性质由数据模型决定,在数据库中数据的组织结构如果满足某一数据模型的特性,则该数据库就是其特性的数据库。Access 数据库中的数据组织结构满足关系模型特性,因此,Access 数据库为关系数据库。

#### 2) 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)是为了数据库的建立、使用和维护而配置的软件系统。它建立在操作系统基础上,实现对数据库的统一管理和控制。DBMS 既要向不同用户提供各自所需的数据,还要承担数据库的维护工作,保证数据库的安全性和完整性,Access 软件就是一种数据库管理系统。

数据库管理系统的主要功能包括以下几个方面:

##### (1) 数据定义功能。

DBMS 一般提供数据描述语言(Data Description Language,DDL)来定义数据库中的数据对象,如数据库、表的结构和视图等。

## (2) 数据操纵功能。

DBMS 还提供数据操纵语言(Data Manipulation Language,DML)实现对数据库的基本操作,如数据的插入、修改、删除和查询等。

## (3) 数据库的运行管理功能。

这是 DBMS 运行时的核心功能,包括存取数据时根据约束条件对数据进行控制和检查,数据使用的并发控制,查询优化,以及发生故障后的系统恢复等。所有这些操作都必须在数据库管理系统的统一管理、统一控制下进行,以保证事务处理的正确性、数据库的有效性以及数据的安全性和完整性。

## (4) 数据库的建立和维护功能。

该功能包括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系统的性能监视、分析功能。

数据库管理系统是数据库系统的重要组成部分,属于系统软件。

## 3) 数据库应用系统

数据库应用系统(Database Application System,DBAS)是利用数据库系统资源,为特定应用开发的应用软件,如教务管理系统、图书管理系统、网上购物系统、网上银行等。

## 4) 数据库管理员

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。

数据库系统各部分之间的关系如图 1-5 所示。

## 2. 数据库系统的三级模式结构

从数据库最终用户角度看,数据库系统的结构可分为集中式结构、分布式结构、客户机/服务器结构和并行结构,即数据库管理系统外部的系统结构。

从数据库管理系统角度看,数据库系统通常采用三级模式结构,即数据库管理系统内部的系统结构。

数据库系统的三级模式是指数据库系统由外模式、模式、内模式三级构成,如图 1-6 所示。

### 1) 外模式

外模式(External Schema)亦称子模式(Subschema)或用户模式。它是数据库的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数据视图,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。

外模式通常是模式的子集。一个数据库可以有多个外模式。每个用户的应用需求、看待数据的方式、要求数据保密的程度不同,其外模式的描述也会不同。同一外模式可以为某一用户的多个应用系统所使用,但一个应用程序只能使用一个外模式。

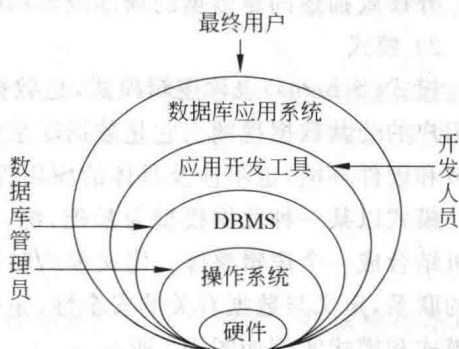


图 1-5 数据库系统各部分之间的关系示意图

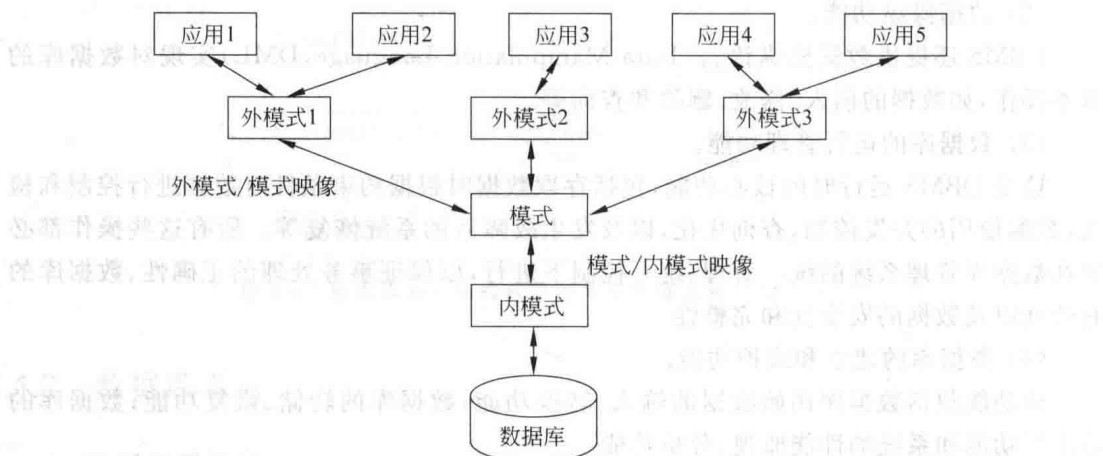


图 1-6 数据库系统的三级模式结构示意图

外模式是保证数据安全的一个有力措施,每个用户只能看到或访问特定的外模式中的数据,数据库中的其他数据都是不可见的。

外模式描述的是数据的局部逻辑结构。

## 2) 模式

模式 (Schema) 也称逻辑模式,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。它是数据库系统模式结构的中间层,既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境,也不涉及具体的应用程序或开发工具。一个数据库只有一个模式。

模式以某一种数据模型为基础,统一综合地考虑了所有用户的需求,并将这些需求有机结合成一个逻辑整体。定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构,而且要定义数据之间的联系,定义与数据有关的安全性、完整性要求。模式描述的是数据的全局逻辑结构。外模式和模式实例如图 1-7 所示。

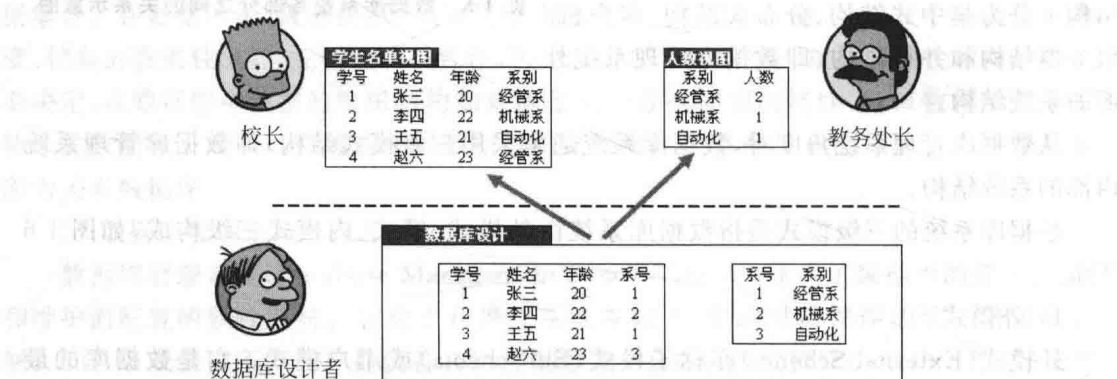


图 1-7 外模式和模式实例

## 3) 内模式

内模式 (Internal Schema) 也称存储模式 (Storage Schema)。一个数据库只有一个内模式。它是数据物理结构和存储方式的描述,是数据在数据库内部的表示方式。

### 3. 数据库的二级映像功能与数据的独立性

数据库系统的三级模式是对数据的三个抽象级别,其目的是:把数据的具体组织留给 DBMS 管理,使用户能够逻辑地、抽象地处理数据,而不必关心数据在计算机中的具体表示与存储方式。DBMS 在三级模式之间提供两层映像,以保证数据库中的数据具有较高的逻辑独立性与物理独立性。

#### 1) 外模式/模式映像

对应于同一个模式可以有任意多个外模式,对于每一个外模式,数据库系统都有一个外模式/模式映像,它定义了该外模式与模式之间的对应关系。映像的定义通常包含在各自的外模式的描述中。

当模式改变时,数据库管理员对各个外模式/模式做相应改变,可以使外模式保持不变。因为用户的应用程序是依据外模式编写的,因而应用程序可以做到不加修改,从而保证了数据与程序的逻辑独立性(数据的逻辑独立性)。

#### 2) 模式/内模式映像

因为数据库中只有一个内模式,也只有一个模式,因此,模式/内模式映像是唯一的,它定义了数据库全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。该映像的定义通常包含在模式描述中。

若数据库的存储结构改变了,由数据库管理员对模式/内模式映像做相应的改变,可以使模式保持不变,从而使应用程序也不用经过修改,保证了数据与程序的物理独立性(数据的物理独立性)。

### 1.1.3 数据模型

数据库是一个结构化的数据集合,这个结构使用数据模型来描述。数据模型是对现实世界的实体及其联系的抽象描述,任何一种数据库管理系统都是基于某种数据模型在计算机上实现的。采用的数据模型不同,建立的 DBMS 也就不同。在数据库系统中,主要的数据模型有三种:层次模型、网状模型和关系模型。

#### 1. 层次模型

层次模型是在数据库系统中最早应用的数据模型,层次模型是用树结构表示实体间联系的数据模型,具有如下特征:

- (1) 有且仅有一个无向上联系结点(无双亲),称为根结点;
- (2) 除根以外的其他结点有且仅有一个向上(双亲)的联系。

在层次模型中,每个结点描述一个实体型,称为记录型,用来描述实体集。一个记录型可有一个或多条记录,下层每个记录只能对应上层一条记录。结点之间的有向边表示记录之间的联系,如果要存取某一记录型的记录,可以从根结点开始,按照有向树层次逐层向下查找,查找路径就是存取路径。例如,学校的系记录型有计算机系、电子商务系、管理科学与工程系等记录,而计算机系的下层记录有计算机科学、软件工程、网络工程等教研室和数据结构、操作系统、计算机组成原理等课程,软件工程教研室下又有教师和项