



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目
21 世纪高等学校计算机规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

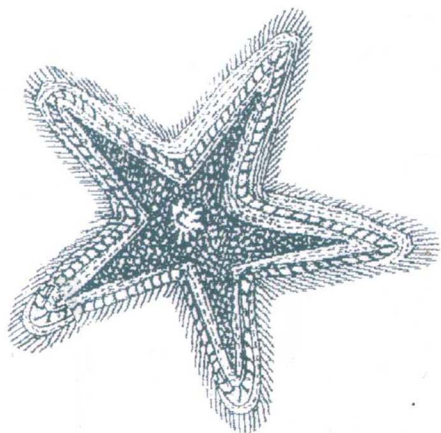
数据库技术 与应用 (Access 2003 版)

Database Technology (Access 2003)

柳超 何立群 主编

丁伟 副主编

- 以实际需求引出功能
- 由浅入深、通俗易懂
- 图文并茂、实用性强



高校系列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



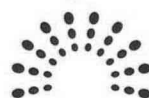
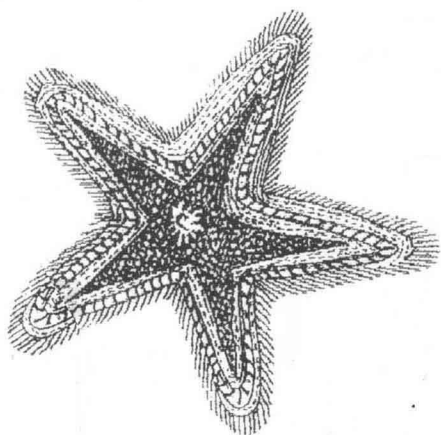
工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目
21 世纪高等学校计算机规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

数据库技术 与应用 (Access 2003 版)

Database Technology (Access 2003)

柳超 何立群 主编

丁伟 副主编



高校系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

数据库技术与应用 : Access 2003版 / 柳超, 何立群主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012.1
21世纪高等学校计算机规划教材. 高校系列
ISBN 978-7-115-26730-6

I. ①数… II. ①柳… ②何… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Access 2003—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第260039号

内 容 提 要

本书以 Access 2003 关系数据库管理系统为蓝本,从实际应用的角度出发,采用案例驱动的方式编写,系统地介绍了数据库的基本概念, Access 2003 的主要功能和使用方法,数据库及表的基本操作,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,并通过一些实例分析,深入浅出地向读者全面介绍了 Access 的使用方法。

本书由一组系统化的、围绕一个数据库应用系统的相关例子贯穿,具有普遍适用性,同时提供了大量的操作示例,可使读者能够真正将所学知识运用到实际项目中去。与本教材配套的实训教程,以详尽细致的实验内容辅助读者对有关操作进行系统训练。

本书以实际需求引出功能,内容由浅入深、通俗易懂、图文并茂、实用性强,主要面向初次学习数据库技术的大学本科各专业学生,对于专科和高职学生,以及对数据库技术感兴趣的业余爱好者也有一定的帮助。

工业和信息化部普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21 世纪高等学校计算机规划教材

数据库技术与应用 (Access 2003 版)

◆ 主 编 柳 超 何立群

副 主 编 丁 伟

责任编辑 刘 博

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.5

2012 年 1 月第 1 版

字数: 433 千字

2012 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-26730-6

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

随着计算机处理信息量的不断增加以及网络应用的不断深入,数据库技术得到了广泛的应用与发展,成为计算机数据处理与信息管理的核心。由于存在这种实际需求,社会对高校人才培养模式提出新的要求,特别是计算机素质的培养。本书围绕计算机公共课程的教学实际设计教学思路,以改革计算机教学、适应新世纪教育需要为出发点,以培养学生利用数据库技术对数据和信息进行管理、加工和利用的意识与能力为目标,以数据库原理和技术为知识讲授核心,建构教材的体例,实现理论与实践相结合的数据库技术教学的基本目的。

Access 关系型数据库管理系统是 Microsoft 公司 Office 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。其界面友好,操作简单,功能全面,使用方便,它既可以用作单机或小型网络系统的数据库管理软件,也可以用作大型网络系统中的前端应用程序,有着相当广泛的用户群。同时,由于 Access 数据库中功能强大的组件对象及其对 Web 的良好支持,使得开发基于 Access 的 Web 应用变得非常轻松。目前已经有大量的基于 Access 数据库的应用在 Internet 上发布,并且其数量还在不断增长。

Access 的最大特点是易用性。用户可以在很短的时间内掌握利用 Access 进行开发的方法,并利用它的向导方便、快捷、简单地设计出一个数据库系统。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。

本书以 Access 2003 版本为基础,从与关系数据库管理系统相关的一些基础理论和概念讲起,引领读者了解 Access 的基本性能,介绍 Access 的操作方法。同时本着以学生兴趣为先导、以应用技能为本位的编写原则,从学生学习与使用软件的实际需要出发,采用循序渐进的编写方法安排全书的整体结构。特别是通过大量详实的例题,讲述了 Access 的使用和面向对象程序设计方法及系统开发的过程,并用大量的篇幅讲述了利用 Access 进行系统开发的方法和系统设计的一般步骤。此外,本书还配有辅助教材《数据库技术与应用实训教程(Access 2003 版)》一书。

全书共 12 章,第 1 章介绍数据库基础理论方面的知识和 Access 数据库的系统特点;第 2 章介绍 Access 数据库的基本操作;第 3 章介绍数据表的创建、表的使用和操作及表间的关系和创建等;第 4 章介绍各种查询的创建以及查询的使用和操作等;第 5 章介绍 SQL 及其相关的应用;第 6 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 7 章主要介绍报表的组成、报表的创建、各类格式不同的报表属性、报表中常用控件的使用和属性以及如何使用报表等;第 8 章主要介绍数据访问页的创建、数据访问页的属性、数据访问页的常用控件的使用和属性等;第 9 章介绍什么是宏、宏的创建以及宏的运行等;第 10 章介绍 VBA 语言的语法特点及 VBA 的数据库编程;第 11 章介绍数据库的安全管理;第 12 章以一个小型教务管理系统为例介绍开发设计数据库应用系统的一

般流程。

本书由柳超、何立群主编。第 1 章由丁伟编写,第 2 章和第 3 章由魏泽臻编写,第 4 章和第 5 章由冯飞编写,第 6 章和第 7 章由袁媛编写,第 8 章和第 11 章由廖慧芬编写,第 9 章和第 10 章由何立群编写,第 12 章由柳超编写。

采用任务驱动方式是本书编写的主要特点,每章均有一个引例,使读者通过实例对本章内容有个初步了解,并且各章例题最终构成“教务管理系统”这个能够发布应用的数据库应用系统。

本书内容理论联系实际,叙述详尽,概念清晰,通过实例讲解知识、介绍操作技能。知识与技能的讲解采用层层递进的方式,既有利于教学的组织,也有利于一般读者自学。只要读者能够模仿实例完成实践过程,就能够完成“教务管理系统”的设计过程,进而具备应用 Access 2003 开发小型数据库应用系统的基本能力。

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,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目 录

第 1 章 概述.....1

引例 用 Access 建立数据库系统.....1

1.1 信息、数据与数据处理.....1

1.1.1 数据与信息.....2

1.1.2 数据处理.....2

1.1.3 数据处理的发展.....2

1.1.4 数据库技术的发展.....2

1.2 数据库系统.....3

1.2.1 数据库系统的组成.....3

1.2.2 数据库系统体系结构.....5

1.2.3 数据库管理系统的功能.....6

1.2.4 现实世界的描述.....6

1.2.5 数据模型.....7

1.3 关系数据库系统.....9

1.3.1 关系的基本概念及其特点.....9

1.3.2 关系运算.....10

1.3.3 关系的完整性约束.....11

1.4 Access 简介.....12

1.4.1 Access 的特点.....12

1.4.2 Access 的启动和退出.....13

1.4.3 Access 的数据库对象组成.....13

本章小结.....15

第 2 章 数据库的基本操作.....16

引例 创建“教务管理系统”数据库.....16

2.1 创建数据库.....16

2.1.1 创建空数据库.....17

2.1.2 使用模板创建数据库.....18

2.2 数据库的使用.....21

2.2.1 打开数据库.....22

2.2.2 设置数据库的默认文件夹.....22

2.2.3 设置数据库属性.....23

2.2.4 关闭数据库.....23

本章小结.....24

第 3 章 数据表的基本操作.....25

引例 “教务管理系统”中表的创建和使用.....25

3.1 表的组成.....25

3.1.1 表结构的定义.....26

3.1.2 表的字段类型.....26

3.2 表的创建.....27

3.2.1 使用向导创建表.....27

3.2.2 使用设计器创建表.....30

3.2.3 通过输入数据创建表.....32

3.2.4 表记录的输入.....33

3.3 表字段的操作.....33

3.4 表记录的操作.....36

3.5 表记录的排序与筛选.....38

3.5.1 表记录的定位.....38

3.5.2 表记录的排序.....39

3.5.3 表记录的筛选.....39

3.5.4 列的显示与隐藏.....39

3.6 表的关联.....40

3.6.1 建立索引.....40

3.6.2 表关联的建立.....42

3.6.3 关系的参照完整性.....42

3.7 子表的使用.....42

本章小结.....43

第 4 章 查询.....44

引例 学生人数和平均年龄统计.....44

4.1 查询概述.....45

4.1.1 查询的类型和作用.....45

4.1.2 查询准则.....47

4.2 选择查询.....48

4.2.1 使用查询向导创建查询.....49

4.2.2 使用查询设计器创建查询.....	50	6.2 创建窗体	79
4.2.3 设置查询条件.....	52	6.2.1 自动建立窗体	79
4.2.4 建立运算字段.....	54	6.2.2 使用窗体向导	80
4.3 参数查询.....	54	6.2.3 使用图表向导	81
4.4 交叉表查询	57	6.2.4 使用数据透视表向导.....	83
4.5 操作查询.....	60	6.3 窗体高级设计	87
4.5.1 生成表查询.....	60	6.3.1 窗体设计视图	87
4.5.2 删除查询	61	6.3.2 属性、事件和方法	89
4.5.3 追加查询.....	62	6.3.3 使用控件.....	90
4.5.4 更新查询.....	63	6.3.4 常用的属性.....	100
本章小结	63	6.3.5 窗体与对象的事件.....	102
第 5 章 SQL 语句	64	6.3.6 常用方法	104
引例 选课情况查询	64	6.4 窗体外观格式设计.....	109
5.1 SQL 概述.....	65	6.4.1 设置控件格式属性.....	110
5.2 数据定义.....	66	6.4.2 使用 Tab 键设置控件次序	112
5.2.1 定义表结构.....	66	6.5 设计多数据表窗体.....	113
5.2.2 修改表结构.....	67	6.5.1 同时创建主窗体和子窗体	113
5.2.3 删除表	68	6.5.2 将子窗体添加到已有窗体	115
5.3 数据操纵.....	68	6.6 菜单和工具栏	117
5.3.1 插入记录.....	68	本章小结	119
5.3.2 删除记录.....	68	第 7 章 报表	120
5.3.3 更新记录.....	69	引例 学生信息标签式报表	120
5.4 数据查询.....	69	7.1 报表概述	121
5.4.1 单表的无条件查询	69	7.1.1 报表构成.....	121
5.4.2 单表带条件的查询	70	7.1.2 报表类型.....	121
5.4.3 分组与计算查询	71	7.1.3 报表视图.....	123
5.4.4 查询结果排序.....	71	7.2 创建报表	125
5.4.5 多表连接查询.....	72	7.2.1 自动创建报表	125
5.4.6 嵌套查询.....	73	7.2.2 利用报表向导创建报表.....	126
5.4.7 联合查询.....	73	7.2.3 利用标签向导创建报表.....	128
本章小结	74	7.2.4 图表报表.....	131
第 6 章 窗体	75	7.3 报表高级设计	133
引例 班级信息维护窗体.....	75	7.3.1 利用设计视图创建报表.....	133
6.1 窗体概述.....	76	7.3.2 页码和日期.....	136
6.1.1 窗体的概念与作用	76	7.3.3 报表的排序与分组	137
6.1.2 窗体类型	77	7.3.4 报表的计算.....	141
6.1.3 窗体视图	79	7.3.5 创建和链接子报表.....	145
		7.4 报表打印	148

7.4.1 报表的页面设置.....	149	9.2.2 创建条件宏.....	178
7.4.2 报表的打印.....	149	9.2.3 创建宏组.....	180
本章小结.....	150	9.3 运行宏.....	181
第 8 章 数据访问页	151	9.3.1 直接运行宏.....	182
引例 数据访问页的建立.....	151	9.3.2 通过触发窗体、报表或控件的 事件运行宏.....	182
8.1 数据访问页概述.....	152	9.3.3 从其他宏或 VB 程序中运行宏.....	183
8.1.1 数据访问页的类型.....	152	9.3.4 在菜单或工具栏中运行宏.....	184
8.1.2 数据访问页视图.....	152	9.3.5 运行宏组中的宏.....	185
8.1.3 数据访问页的数据源.....	154	9.3.6 打开数据库时自动运行宏.....	185
8.2 创建数据访问页.....	155	本章小结.....	186
8.2.1 自动创建数据访问页.....	155	第 10 章 模块与 VBA	187
8.2.2 利用数据页向导创建数据访问页.....	156	引例 编写代码实现“班级信息维护” 功能.....	187
8.2.3 利用设计视图创建数据访问页.....	158	10.1 模块.....	187
8.3 编辑数据访问页.....	162	10.1.1 模块的概念.....	187
8.3.1 使用主题.....	162	10.1.2 宏和模块.....	189
8.3.2 添加标签.....	163	10.2 面向对象的程序设计基础.....	189
8.3.3 添加命令按钮.....	164	10.2.1 面向对象的基本概念.....	189
8.3.4 添加滚动文字.....	165	10.2.2 VBA 的编程环境 VBE.....	192
8.3.5 设置背景.....	167	10.3 VBA 语言基础.....	195
8.4 添加 Office Web 组件到数据访问页 ...	167	10.3.1 数据类型.....	195
8.4.1 添加 Office 电子表格.....	167	10.3.2 常量、变量与数组.....	197
8.4.2 添加 Office 数据透视表.....	167	10.3.3 运算符和表达式.....	201
8.4.3 添加 Office 图表.....	168	10.3.4 常用内部函数.....	203
8.5 分组数据访问页.....	170	10.4 VBA 程序流程控制.....	207
8.5.1 在数据访问页上按值分组记录.....	170	10.4.1 程序语句的书写.....	207
8.5.2 在数据访问页上按日期或 时间值的间隔分组记录.....	171	10.4.2 顺序结构.....	208
本章小结.....	171	10.4.3 选择结构.....	208
第 9 章 宏	172	10.4.4 循环结构.....	212
引例 用宏来建立系统菜单.....	172	10.4.5 过程调用和参数传递.....	214
9.1 宏的概述.....	172	10.5 VBA 的数据库编程.....	217
9.1.1 宏的基本概念.....	172	10.5.1 VBA 数据库引擎及其接口.....	217
9.1.2 序列宏、条件宏和宏组.....	173	10.5.2 用 ADO 访问数据库.....	218
9.1.3 宏的设计窗口.....	173	10.5.3 数据库访问的几个重要函数.....	222
9.1.4 宏的常用操作.....	174	10.6 VBA 程序运行错误处理.....	223
9.2 创建宏.....	176	10.7 VBA 程序的调试.....	223
9.2.1 创建序列宏.....	176	本章小结.....	225

第 11 章 数据库的安全与管理 226

引例 数据转换、导入导出及优化 226

11.1 不同版本 Access 数据库的转换 226

11.2 数据的导出、导入及链接 228

11.2.1 数据的导出 228

11.2.2 数据的导入 230

11.2.3 数据的链接 233

11.3 数据库的备份、压缩和修复 235

11.3.1 数据库的备份 235

11.3.2 数据库的压缩与修复 236

11.4 数据库的安全机制 237

11.4.1 设置数据库密码 238

11.4.2 撤销数据库密码 238

11.4.3 建立用户组和用户 238

11.4.4 设置用户与组权限 240

11.5 数据的优化 240

11.5.1 对数据库中的表进行分析和
优化 240

11.5.2 对数据库的性能进行分析 243
本章小结 245

第 12 章 应用系统集成 246

12.1 数据库应用系统开发过程 246

12.2 用切换面板对应用系统集成 247

12.3 用菜单和工具栏集成应用系统 249

12.3.1 创建菜单 249

12.3.2 制作工具栏 251

12.3.3 制作快捷菜单 252

12.3.4 添加快捷键 253

12.4 设置数据库的启动方式 254

本章小结 255

参考文献 256

第 1 章

概 述

数据库是 20 世纪 60 年代后期发展起来的一项重要技术，20 世纪 70 年代以来，数据库技术得到了迅速发展和广泛应用，已经成为计算机科学与技术的一个重要分支。今天，信息资源已成为各个部门的重要财富和资源，对一个国家来说，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。本章将介绍 Access 2003 数据处理技术的基础和前提。

引例 用 Access 建立数据库系统

Microsoft Access 在很多地方得到了广泛使用。Access 是一个既可以只用来存放数据的数据库，也可以作为一个客户端开发工具来进行数据库应用系统开发；既可以开发方便易用的小型软件，也可以用来开发大型的应用系统。图 1-1 所示是教务管理系统示意图。

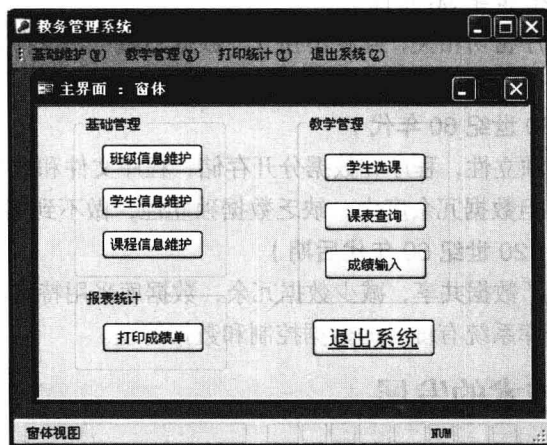


图 1-1 教务管理系统的系统菜单

1.1 信息、数据与数据处理

数据库的出现使数据处理进入了一个崭新的时代，它把大量的数据按照一定的结构存储起来，开辟了数据处理的新纪元。

1.1.1 数据与信息

数据是数据库中存储的基本对象,是描述事物的符号。它与传统意义上理解的数据不同,数据在这里可以是数字、文字、图形、图像、声音和语言等,即数据有多种形式,但它们都是经过数字化后存入计算机的。例如:“(丁艳艳,女,1990年05月02日出生,财务会计班的学生)”,其数据有一定的格式,如姓名一般不超过4个汉字的字符(考虑复姓、没有考虑少数民族),性别是一个汉字的字符。这些数据格式的规定就是数据的语法,而数据的含义就是数据的语义。人们通过解释、推理、归纳、分析和综合等方法从数据所获得的有意义的内容称为信息。因此数据是信息存在的一种形式,只有通过解释或处理的数据才能成为有用的信息。

信息是经过加工处理的有用数据。数据只有经过提炼和抽象变成有用的数据后才能成为信息。信息仍以数据的形式表示。

1.1.2 数据处理

数据处理就是将数据转换为信息的过程,主要包括:数据的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等。数据处理的目的是从大量的数据中,根据数据自身的规律及相互联系,通过分析、归纳、推理等科学方法,利用计算机技术、数据库技术等技术手段提取有效的信息资源,为进一步分析、管理、决策提供依据。数据处理也称信息处理。

1.1.3 数据处理的发展

随着计算机软硬件技术的发展,数据管理技术的发展大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

1. 人工管理阶段(20世纪50年代)

数据与处理数据的程序密切相关,互相不独立,数据不做长期保存,而且依赖于计算机程序或软件。

2. 文件系统阶段(20世纪60年代)

程序与数据有一定的独立性,程序和数据分开存储,程序文件和数据文件具有各自的属性。数据文件可以长期保存,但数据冗余度大,缺乏数据独立性,做不到集中管理。

3. 数据库系统阶段(20世纪60年代后期)

这个阶段基本上实现了数据共享,减少数据冗余,数据库采用特定的数据模型,数据库具有较高的数据独立性,数据库系统有统一的数据控制和数据管理。

1.1.4 数据库技术的发展

数据库技术产生于20世纪60年代后期,是随着数据管理的需要而产生的,到70年代初出现了3个事件,标志着数据库技术日趋成熟,并有了坚实的理论基础。

(1)1969年IBM公司研制、开发了数据库管理系统商品化软件IMS(Information Management System),IMS的数据模型是层次结构,它可以让多个程序共享数据库。

(2)1969年10月,美国数据库系统语言协会(Conference On Date System Language, CODASYL)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(Date Base Task Group)报告,使数据库系统开始走向规范化和标准化。它是数据库网状模型的典型代表。

(3)1970年美国IBM公司San Jose研究室的高级研究员埃德加·考特(E.F.Codd)发表了论

文《大型共享数据库数据的关系模型》，提出了数据库的关系模型，开创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，为数据库技术开辟了一个新时代。IBM公司的 San Jose 实验室研制出关系数据库实验系统 System R。美国 Berkeley 大学与 System R 同期研制了 INGRES 数据库实验系统，并发展成为 INGRES 数据库产品，使关系方法从实验走向了市场。

20 世纪 80 年代以来，大多数厂商推出的数据库管理系统的产品都是关系型的，如 FoxPro、Access、Oracle、Sybase 及 DB2 等都是关系型数据管理系统（RDBMS），使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、情报检索、辅助决策等各个方面，成为实现和优化信息系统的基本技术。

数据库技术与其他学科的有机结合，是新一代数据库技术的一个显著特征，出现了各种新型的数据库，例如：

- 数据库技术与分布处理技术相结合，出现了分布式数据库。
- 数据库技术与并行处理技术相结合，出现了并行数据库。
- 数据库技术与人工智能技术相结合，出现了知识库和主动数据库系统。
- 数据库技术与多媒体处理技术相结合，出现了多媒体数据库。
- 数据库技术与模糊技术相结合，出现了模糊数据库等。
- 数据库技术应用到其他领域中，出现了数据仓库、工程数据库、统计数据库、空间数据库及科学数据库等多种数据库技术，扩大了数据库应用领域。

1.2 数据库系统

1.2.1 数据库系统的组成

数据库系统是由数据库及其管理软件组成的系统。它是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。它是一个实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统，是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

数据库系统一般由计算机硬件、数据库、数据库管理系统、应用程序、数据库管理员和用户等部分组成。图 1-2 给出了数据库系统构成简图。

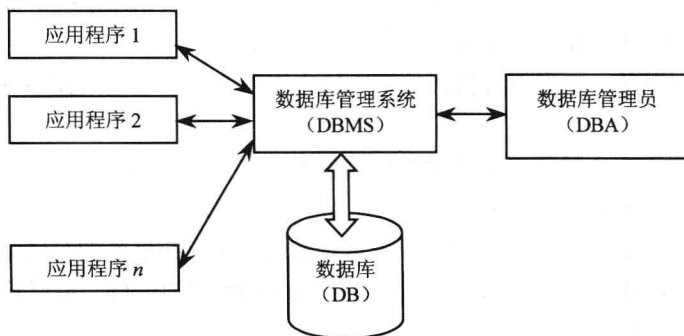


图 1-2 数据库系统简图

1. 计算机硬件

计算机硬件 (Hardware) 是数据库系统赖以存在的物质基础, 是存储数据库及运行数据库管理系统 (DBMS) 的硬件资源, 主要包括中央处理机、内存、外存、输入/输出等硬件设备。一般要求有足够的内存, 存放操作系统、DBMS 核心模块、数据缓冲区和应用程序, 还要有足够大的磁盘等直接存取设备存放数据库, 有足够的磁盘或软盘等外部存储设备作数据备份。通常有基于微机的服务器、工作站以及中小型机甚至大型机来充当数据库服务器。

2. 数据库

数据库 (Data Base, DB) 可以直观地理解为存放数据的仓库, 在计算机上需要有存储空间和一定的存储格式。所以可理解为数据库是被长期存放在计算机内的、有组织的、统一管理的相关数据的集合, 能为用户共享, 具有最小冗余度, 数据间联系密切, 有较高的独立性。

数据库的数据模型应包含数据结构、数据操作、完整性约束三个要素。

(1) 数据结构

数据结构用于描述数据库的静态特性, 是所研究的对象类型的集合 (数据定义)。是对实体类型和实体间联系的表达和实现。

(2) 数据操作

数据操作用于描述数据库的动态特性, 是指对数据库中各种对象的实例允许执行的操作的集合 (如: 查询、插入、更新、删除等)。

(3) 完整性约束

数据的约束条件是一组完整性规则的集合。完整性规则是给定的数据及其联系所具有的制约和存储规则, 用以限定数据库状态以及状态的变化, 以保证数据的正确性、有效性和相容性。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DBMS) 是位于用户与操作系统之间的数据管理软件, 它属于系统软件, 它为用户或应用程序提供访问数据库的方法, 包括数据库的建立、查询、更新及各种数据控制方法。

4. 应用程序

应用程序 (Application) 是在 DBMS 的基础上, 由用户根据应用的实际需要开发的, 处理特定业务的应用程序。应用程序的操作范围通常仅是数据库的一个子集, 也是用户所需的那部分数据。

5. 用户

用户 (User) 是指管理、开发、使用数据库系统的所有人员, 主要有四类。

第一类为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, 他们和用户及数据库管理员一起确定系统的硬件配置, 并参与数据库系统的概要设计。数据库设计人员辅助数据库中数据的确定、数据库各级模式的设计。

第二类为应用程序员, 负责编写使用数据库的应用程序。这些应用程序可对数据进行检索、建立、删除或修改。

第三类为最终用户, 他们利用系统的接口或查询语言访问数据库。

第四类用户是数据库管理员 (Data Base Administrator, DBA), 负责数据库的总体性息控制。DBA 的具体职责包括: 具体数据库中的信息内容和结构, 决定数据库的存储结构和存取策略, 定义数据库的安全性要求和完整性约束条件, 监控数据库的使用和运行, 负责数据库的性能改进、数据库的重组和重构, 以提高系统的性能。

数据库系统能够保证数据的独立性。数据和程序相互独立有利于加快软件开发速度, 节省开发费用, 减少冗余数据, 提高数据共享程度。系统的用户接口简单, 用户容易掌握, 使用方便;

能够确保系统运行可靠,出现故障时能迅速排除,能够保护数据不受非授权者访问或破坏,能够防止错误数据的产生,一旦产生也能及时发现;有重新组织数据的能力,能改变数据的存储结构或数据存储位置,以适应用户操作特性的变化,改善由于频繁插入、删除操作造成的数据组织零乱和时空性能变坏的状况;具有可修改性和可扩充性。能够充分描述数据间的内在联系。

1.2.2 数据库系统体系结构

为了有效地组织和管理数据,提高数据库的逻辑独立性和物理独立性,人们为数据库设计了一个严谨的体系结构。美国 ANSI/X3/SPARC 的数据库管理系统研究小组于 1975 年及 1978 年提出了标准化的建议,分成三级:内模式(内部级)、模式(概念级)、外模式(外部级),即三级模式结构。图 1-3 给出了教学成绩管理数据库系统的三级模式结构。

三级模式结构的含义如下。

(1) 外模式也称用户模式,它是从用户角度看到的数据结构的描述,是用户与数据库系统的接口,是数据库用户的数据视图。同一类用户使用同一个外模式,是保证数据库安全的一个措施。

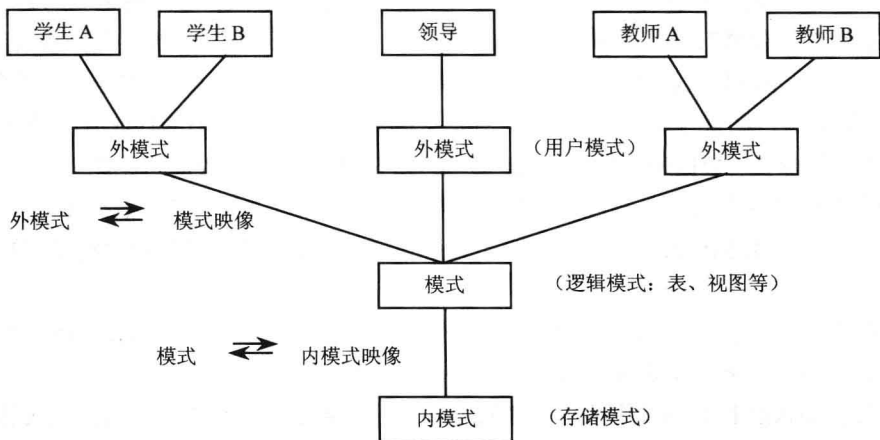


图 1-3 教学成绩管理数据库系统的三级模式结构

(2) 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。一个数据库只有一个模式,在定义数据时应首先定义模式,即定义数据的逻辑结构(如数据项、名字、类型等)和数据之间的联系。模式的一个具体值称为模式的一个实例。模式是相对稳定的,而实例是相对变动的,因为数据库中的数据通信是在不断更新的。

(3) 内模式也称存储模式,它是数据物理结构和存储方式的描述,一个数据库只有一个内模式。

数据库系统在这三级模式之间提供了两层映像:外模式/模式映像和模式/内模式映像。正是这两层映像保证了数据库系统的数据能够具有较高的逻辑独立性和物理独立性。

1. 外模式/模式映像

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。如果模式改变,则需要对各个外模式/模式映像作相应改变,从而使外模式保持不变,而不必修改外模式的应用程序,保证了数据与程序的逻辑独立性。

2. 模式/内模式映像

模式/内模式映像定义了数据库逻辑结构与存储结构之间的对应关系,如果数据库的存储结构改变,则对模式/内模式映像作相应改变,使模式保持不变,从而不必修改模式的应用程序,保证

了数据与程序的物理独立性。

1.2.3 数据库管理系统的功能

作为数据库系统核心软件的数据库管理系统 (DBMS)，通过三级模式间的映射转换，为用户实现了数据库的建立、使用和维护操作，因此，DBMS 必须具备相应的功能，主要有如下几项。

(1) 数据定义：DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL)，供用户定义数据库的三级模式结构、两级映像以及完整性约束和保密限制等约束。DDL 主要用于建立、修改数据库的库结构。DDL 所描述的库结构仅仅给出了数据库的框架，数据库的框架信息被存放在数据字典 (Data Dictionary) 中。

(2) 数据操作：DBMS 提供数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML)，供用户实现对数据的追加、删除、更新、查询等操作。

(3) 数据库的运行管理：数据库的运行管理功能是 DBMS 的运行控制、管理功能，包括多用户环境下的并发控制、安全性检查和存取限制控制、完整性检查和执行、运行日志的组织管理、事务的管理和自动恢复，即保证事务的原子性。这些功能保证了数据库系统的正常运行。

(4) 数据组织、存储与管理：DBMS 要分类组织、存储和管理各种数据，包括数据字典、用户数据、存取路径等，需确定以何种文件结构和存取方式在存储级上组织这些数据，如何实现数据之间的联系。数据组织和存储的基本目标是提高存储空间利用率，选择合适的存取方法提高存取效率。

(5) 数据库的保护：数据库中的数据是信息社会的战略资源，随数据的保护至关重要。DBMS 对数据库的保护通过 4 个方面来实现：数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制、数据库安全性控制。DBMS 的其他保护功能还有系统缓冲区的管理以及数据存储的某些自适应调节机制等。

(6) 数据库的维护：这一部分包括数据库的数据载入、转换、转储、数据库的重组、重构以及性能监控等功能，这些功能分别由各个使用程序来完成。

(7) 通信：DBMS 具有与操作系统的联机处理、分时系统及远程作业输入的相关接口，负责处理数据的传送。对网络环境下的数据库系统，还应该包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能以及数据库之间的互操作功能。

1.2.4 现实世界的数据描述

现实世界是存在于人脑之外的客观世界，要将现实世界转变为机器能识别的形式，必须经过两次抽象，即使用某种概念模型为客观事物建立概念级的模型，将现实世界抽象为信息世界，然后再把概念模型转变为计算机上某一 DBMS 支持的数据模型，将信息世界转变为机器世界，如图 1-4 所示。

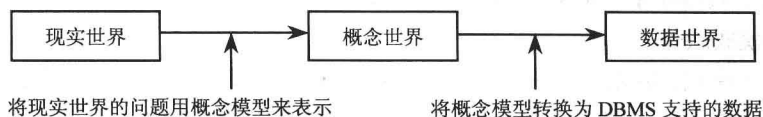


图 1-4 现实世界客观对象的抽象过程

1. 基本概念

(1) 实体 (Entity)

客观存在并相互区别的事物称为实体。实体可以是实际的事物，也可以是抽象的事物。例如，

学生、课程等都是属于实际的事物；学生选课、教师授课等都是抽象的事物。

(2) 实体的属性 (Attribute)

描述实体的特性称为属性。例如，学生实体用学号、姓名、性别、出生日期、民族、籍贯等属性来描述。

(3) 实体集和实体型 (Entity Set And Entity Type)

属性值的集合表示一个实体，而属性的集合表示一种实体的类型，称为实体型。同类型的实体的集合称为实体集。例如，学生（学号，姓名，性别，出生日期，民族，籍贯）就是一个实体型。对于学生来说，全体学生就是一个实体集。

在 Access 中，用表来存放同一类实体，即实体集。一个表包含若干个字段，表中的字段就是实体的属性。字段值的集合组成表的一条记录，代表一个具体的实体，即每一条记录表示一个实体。

2. 实体联系模型

实体联系模型也叫 E-R 模型或 E-R 图，它是描述概念世界、建立概念模型的实用工具。

E-R 图包括下面 3 个要素。

(1) 实体。用矩形框表示，框内标注实体名称。

(2) 属性。用椭圆形表示，并用边线与实体连接起来。

(3) 实体之间的联系。用菱形框表示，框内标注联系名称，用连线将菱形框与有关实体相连，并在连线上注明联系类型。图 1-5 所示为 E-R 图。

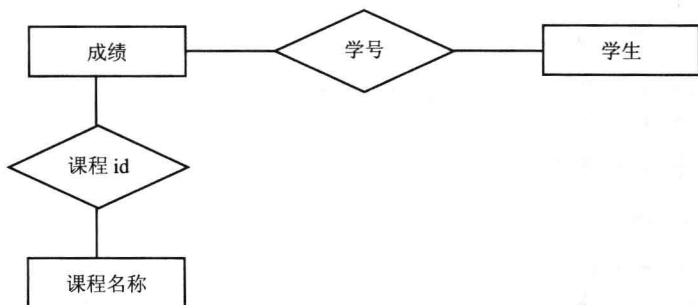


图 1-5 实体与实体 E-R 图

实体之间的对应关系称为联系，它反映现实世界事物之间的相互联系。两个实体（设 A，B）间的联系有以下 3 种类型。

(1) 一对一联系 (1:1)。如果 A 中的任一属性至多对应 B 中的唯一属性，且 B 中的任一属性至多对应 A 中的唯一属性，则称 A 与 B 是一对一联系。例如，电影院中电影票与座位之间的关系。

(2) 一对多联系 (1:N)。如果 A 中至少有一个属性对应 B 中一个以上的属性，且 B 中的任一属性至多对应 A 中的唯一属性，则称 A 对 B 是一对多联系。例如，学校对院系之间的关系。

(3) 多对多联系 (N:N)。如果 A 中至少对应 B 中一个以上的属性，且 B 中也至少有一个属性对应 A 中一个以上属性，则称 A 对 B 是多对多联系。例如，学生与课程之间的关系。

1.2.5 数据模型

数据模型是数据库系统的基石，任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据库

管理系统支持的传统数据模型分为层次模型、网状模型和关系模型三种。根据以上三种模型创建的数据库分别为层次数据库、网状数据库和关系数据库。其中层次数据库和网状数据库统称为非关系数据库。数据库的分类以数据模型为主线。

1. 层次数据库

层次模型是数据库系统中最早出现的数据模型，它用树形结构表示各类实体以及实体间的联系。层次模型数据库系统的典型代表是 IBM 公司的数据库管理系统 (Information Management Systems, LMS)，这是一个最早推出的数据库管理系统。

在数据库中，对满足以下两个条件的数据模型称为层次模型。

(1) 有且仅有一个节点无双亲，这个节点称为“根节点”。

(2) 其他节点有且仅有一个双亲。

若用图来表示，层次模型是一棵倒立的树。节点层次 (Level) 从根开始定义，根为第一层，根的孩子称为第二层，根称为其孩子的双亲，同一双亲的孩子称为兄弟。图 1-6 给出了一个系的层次模型。

层次模型对具有一对多的层次关系的描述非常自然、直观、容易理解，这是层次数据库的突出优点。

2. 网状数据库

在数据库中，对满足以下两个条件的数据模型称为网状模型。

(1) 允许一个以上的节点无双亲。

(2) 一个节点可以有多于一个的双亲。

网状数据模型的典型代表是 DBTG 系统，也称 CODASYL 系统，它是 20 世纪 70 年代数据系统语言研究会 (Conference On Data Systems Language, CODASYL) 下属的数据库任务组 (Data Base Task Group, DBTG) 提出的一个数据模型方案。若用图表示，网状模型是一个网络。图 1-7 给出了一个抽象的简单的网状模型。

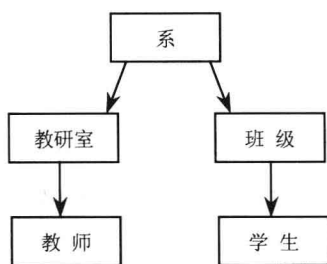


图 1-6 简单的层次模型

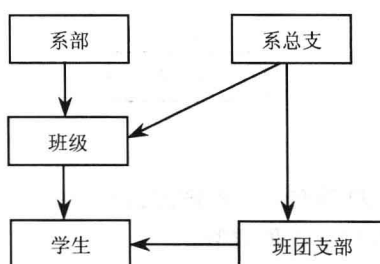


图 1-7 简单的网状模型

自然界中实体之间的联系更多的表现形式是非层次关系，用层次模型表示非树形结构是很不直观的，网状模型则可以克服这一弊端。

3. 关系数据库

关系模型是目前应用最广泛的一种数据模型。美国 IBM 公司的研究员 E.F.Codd 于 1970 年发表题为“大型共享系统的关系数据库的关系模型”的论文，文中首次提出了数据库系统的关系模型。20 世纪 80 年代以来，计算机厂商新推出的数据库管理系统 (DBMS) 几乎都支持关系模型，非关系系统的产品也大都加上了关系接口。当前数据库领域的研究工作都是以关系方法为基础的。