



21世纪高等院校规划教材

数据库基础—— Access 2003应用教程

(第二版)

主 编 程伟渊 杨 海

副主编 张 进 倪 燃 迟增晓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

数据库基础——Access 2003 应用教程 (第二版)

主 编 程伟渊 杨 海

副主编 张 进 倪 燃 迟增晓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是在第一版的基础上,根据多年教学经验修订而成。本书按照教育部《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》,结合国家计算机二级考试(Access版)的特点进行编写。力求使学生在了解数据库基础知识的同时,熟练掌握 Access 2003 的主要功能和使用方法,具备程序设计、分析、调试的初步技能。

全书共分 11 章,主要内容包括:数据库基础知识、建立数据库、查询、报表、窗体、数据访问页、宏的设计与应用、VBA 的设计与应用、数据库的安全、数据库综合应用实例、计算机等级考试指南,并有 4 个附录(常用宏命令、常用函数、课后部分习题及参考答案、模拟试卷)。

本书在编写过程中力求深入浅出、通俗易懂,配有教学课件和应用实例素材。课后习题针对国家二级考试的要求设计。本书不仅适合作为普通高校本科文科相关专业学生和高职高专学生的教材,亦可作为计算机等级考试等相关培训班的教材或自学参考书。

本书配有免费电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

数据库基础: Access 2003应用教程 / 程伟渊, 杨海主编. -- 2版. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2013.2

21世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-5170-0591-9

I. ①数… II. ①程… ②杨… III. ①关系数据库系
统一高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第011848号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 李 燕 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材
作 者	数据库基础——Access 2003 应用教程(第二版)
出版发行	主 编 程伟渊 杨 海 副主编 张 进 倪 燃 迟增晓 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 18 印张 450 千字
版 次	2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷 2013 年 2 月第 2 版 2013 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

再版前言

Access 数据库管理系统是 Microsoft Office 套件的重要组成部分,是当今最优秀的数据库管理系统之一,具有强大的数据存储和处理功能,是迄今为止市场上开发中小型数据库首选的数据库软件。它还可以方便地利用各种数据源生成窗体(表单)、查询、报表和应用程序等。Access 是教育部普通高校文科专业计算机教学要求的内容之一。

目前市场上以 Access 为例来讲述关系数据库技术的教材很多。一部分以职业培训为目的,将重点放在 Access 数据库的基本操作训练上,对数据库的基本理论讲解很少;另一部分针对数据库开发的高级用户,对编程和系统开发进行了分析研究,这都不适合普通高校(包括高职、高专)文科学生的教学使用,出版这本教材就是为了满足普通高校文科学生学习和参加计算机等级考试的需要。亦可作为相关培训班的教材或自学参考书。

本书是在第一版的基础上,根据多年教学经验修订而成,具有以下特色:

- (1) 事件驱动,案例教学,重视操作和应用训练,示例富有趣味性和渐进性。
- (2) 依据教育部普通高校文科专业计算机教学要求,教材精心安排章节顺序,完全符合教学思路,便于广大师生使用。
- (3) 理论知识与实际应用相结合,注重计算机应用意识和能力的培养。
- (4) 专门用一章的篇幅介绍计算机二级考试的背景、形式和特点,提供模拟题,并对其进行了详细解析。附录内容丰富,并给出了课后练习题的参考答案,方便学生自我检验。
- (5) 根据实际教学情况,修订了第一版中存在的问题,重新编写了部分实例,更加便于学生理解,更加贴近实际应用,并完善了部分例题的步骤和配图说明。
- (6) 修改了章节后的部分练习题,增加了两套最新的计算机等级考试(二级 Access)真题和详细的解答过程,增加了最新的计算机等级考试(二级 Access)的考试大纲和公共知识要点,方便学生自学和备考。

本书共分 11 章,内容主要包括:数据库基础知识;在 Access 2003 平台上创建、使用、维护和管理数据库的基本操作;SQL 查询语言的功能;数据访问页;数据库安全;利用宏和 VBA 实现自动处理和创建应用系统的方法;国家二级考试(Access 版)指南(含模拟题解析)等。综合实例是开发一个考务管理系统,比较接近学生的生活,便于理解掌握。该系统融合了 Access 数据库的主要功能,为读者自行开发应用系统提供了一个可行的参考。书中语言简洁流畅,概念解释准确严谨,图文并茂,举例新颖,可操作性及实用性较强。

参加本书编写的人员均来自计算机技术教学的一线,具有丰富的教学经验。本书由程伟渊、杨海任主编,张进、倪燃、迟增晓任副主编。参加编写工作的还有王俊、徐成强、王德利、毛玉明、王明婷、王克彦等。在本书编写过程中作者参考了大量相关书籍和资料,在此我们对这些书籍和资料的编著者表示衷心的感谢。

本书第 1 章由程伟渊、王克彦编写,第 2 章由张进编写,第 3~5 章由杨海编写,第 6 章由倪燃编写,第 7 章由迟增晓编写,第 8 章由徐成强编写,第 9 章由王俊编写,第 10 章由毛玉明、王明婷编写,第 11 章由张进编写,附录 A 由樊保军编写,附录 B 由王德利编写,附录

C 和 D 由相伟编写。全书由杨海统稿。

最后要特别感谢沈祥玖教授，他对本书进行了细致审查，并提出许多宝贵意见。此外，闫德志老师也对本书的编写工作提供了大量帮助，西莎莎、丁琳、蒋玉婷等同学试做了习题和模拟题，在此表示感谢。

限于作者的水平，书中错误和不妥之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2012 年 11 月

目 录

再版前言

第1章 数据库基础知识	1	2.4.3 打开和关闭数据表	40
本章导读	1	2.5 编辑数据表	41
1.1 数据库的基本概念	1	2.5.1 编辑表结构	41
1.1.1 数据库	1	2.5.2 输入数据	41
1.1.2 数据库系统	2	2.5.3 编辑数据	44
1.1.3 数据库技术的发展	4	2.5.4 数据查找	46
1.2 数据库管理的实现	6	2.5.5 数据排序	47
1.2.1 三个世界的转化	6	2.5.6 数据筛选	47
1.2.2 数据模型	6	2.6 建立表关系	49
1.2.3 概念模型	7	2.6.1 表关系的概念	49
1.2.4 结构数据模型	9	2.6.2 创建表关系	50
1.2.5 关系运算	12	2.6.3 查看、编辑表关系	51
1.3 关系数据库设计	14	2.6.4 使用子数据表	52
1.3.1 数据库设计方法	14	2.7 数据库的管理	53
1.3.2 数据库设计步骤	14	2.7.1 数据表的管理	53
1.3.3 数据库设计规范	17	2.7.2 数据库的管理	54
本章小结	20	本章小结	55
习题一	20	习题二	56
第2章 建立数据库	24	第3章 查询	60
本章导读	24	本章导读	60
2.1 Access 2003 基础	24	3.1 查询的类型	60
2.1.1 Access 简介	24	3.2 创建选择查询	61
2.1.2 Access 数据库的构成	26	3.2.1 创建查询的方式	61
2.2 创建数据库	28	3.2.2 使用向导创建简单查询	62
2.2.1 创建数据库	29	3.2.3 使用“设计视图”创建选择查询	64
2.2.2 打开数据库	31	3.2.4 查询条件表达式	66
2.2.3 关闭数据库	31	3.2.5 编辑、修改查询	69
2.3 创建表	31	3.2.6 管理查询	70
2.3.1 使用向导创建表	31	3.2.7 在查询中进行计算	70
2.3.2 使用设计视图创建表	32	3.3 参数查询	73
2.4 定义字段	33	3.4 交叉表查询	75
2.4.1 字段名称和数据类型	34	3.5 操作查询	78
2.4.2 定义字段属性	35	3.6 其他查询	80

3.7 SQL 查询.....	82	5.4.1 启动设计视图.....	121
3.7.1 数据定义.....	83	5.4.2 认识设计视图.....	122
3.7.2 数据查询.....	84	5.4.3 控件操作.....	123
3.7.3 数据操纵.....	84	5.4.4 设置背景色.....	126
3.7.4 数据控制.....	85	5.4.5 设置背景位图.....	127
3.7.5 特定查询.....	85	5.4.6 保存窗体.....	127
本章小结.....	85	5.4.7 窗体的其他操作.....	127
习题三.....	86	5.5 设计切换面板.....	127
第4章 报表	91	5.5.1 使用切换面板管理器创建 切换面板.....	127
本章导读.....	91	5.5.2 在窗体中直接添加命令按钮创建 切换面板.....	129
4.1 报表基础知识.....	91	5.5.3 创建启动窗体.....	129
4.2 自动创建报表.....	92	本章小结.....	130
4.3 使用向导报表.....	94	习题五.....	130
4.3.1 报表向导.....	94	第6章 数据访问页	134
4.3.2 图表向导.....	95	本章导读.....	134
4.3.3 标签向导.....	97	6.1 数据访问页与 Access.....	134
4.4 使用设计视图报表.....	100	6.1.1 什么是数据访问页.....	134
4.4.1 启动设计视图.....	101	6.1.2 数据访问页对象.....	135
4.4.2 认识设计视图.....	101	6.1.3 创建数据访问页的方法.....	135
4.4.3 控件操作.....	104	6.2 自动创建数据访问页.....	136
4.4.4 设置报表背景色.....	106	6.2.1 自动创建数据访问页.....	136
4.4.5 报表属性设置.....	106	6.2.2 保存数据访问页.....	137
4.4.6 保存报表.....	106	6.2.3 打开数据访问页.....	137
4.4.7 报表中的其他操作.....	106	6.3 用向导创建数据访问页.....	139
4.5 报表的打印输出.....	110	6.3.1 启用数据页向导.....	139
4.5.1 页面设置.....	110	6.3.2 选择字段.....	139
4.5.2 打印预览.....	111	6.3.3 选择分组.....	140
4.5.3 打印报表.....	111	6.3.4 选择排序关键字.....	140
本章小结.....	111	6.3.5 完成任务.....	141
习题四.....	112	6.4 在设计视图中创建数据访问页.....	141
第5章 窗体	115	6.4.1 数据访问页设计工具.....	142
本章导读.....	115	6.4.2 添加标签和文本框.....	142
5.1 窗体基础知识.....	115	6.4.3 添加表或查询.....	142
5.2 自动创建窗体.....	116	6.4.4 添加命令按钮和滚动文字.....	143
5.3 使用向导创建窗体.....	117	6.4.5 添加 Office 组件.....	144
5.3.1 窗体向导.....	117	6.4.6 修改数据访问页的外观.....	144
5.3.2 图表向导.....	118	6.5 编辑现有网页.....	145
5.3.3 数据透视图向导.....	120		
5.4 使用设计视图创建窗体.....	121		

本章小结	146
习题六	146
第7章 宏的设计与应用	148
本章导读	148
7.1 宏的基础知识	148
7.1.1 宏的概念	148
7.1.2 宏设计窗口	148
7.2 宏的设计	150
7.2.1 常用宏介绍	150
7.2.2 创建宏	151
7.2.3 运行宏	151
7.2.4 编辑宏	152
7.2.5 多操作宏	152
7.2.6 条件宏	153
7.2.7 调试宏	155
7.3 使用宏组	156
7.3.1 什么是宏组	156
7.3.2 设计宏组	156
7.3.3 使用宏组	157
7.4 应用宏	157
7.4.1 事件触发宏	157
7.4.2 将宏添加到工具栏	158
7.4.3 将宏添加到菜单	159
7.4.4 热键触发宏	161
7.4.5 自动启动宏	162
7.4.6 访问对象中的数据	162
本章小结	163
习题七	164
第8章 VBA 的设计与应用	166
本章导读	166
8.1 认识 VBA	166
8.1.1 什么是 VBA	166
8.1.2 VBA 与宏	166
8.1.3 VBA 开发环境	167
8.2 VBA 语法基础	168
8.2.1 数据类型	168
8.2.2 常数	169
8.2.3 变量	169
8.2.4 符号常量	170

8.2.5 数组	170
8.2.6 函数	171
8.2.7 表达式	171
8.2.8 语句	173
8.3 模块和过程	173
8.3.1 模块	173
8.3.2 模块管理	173
8.3.3 过程	174
8.3.4 Sub 过程（子程序）	175
8.3.5 Function 过程（自定义函数）	176
8.3.6 使用参数	177
8.3.7 作用域	177
8.4 对象模型	178
8.4.1 Access 对象	179
8.4.2 对象属性	179
8.4.3 对象事件	180
8.4.4 对象方法	180
8.4.5 With 语句	180
8.4.6 用户自定义数据类型	181
8.5 流程控制语句	181
8.5.1 If/End If 结构	181
8.5.2 Select Case 结构	184
8.5.3 For/Next 结构语句	186
8.5.4 Do/Loop 语句	188
8.5.5 结构的嵌套	189
本章小结	190
习题八	190
第9章 数据库的安全	197
本章导读	197
9.1 数据库安全概述	197
9.1.1 加强数据库安全的意义	197
9.1.2 数据库安全措施	197
9.2 设置数据库密码	199
9.2.1 设置数据库密码	199
9.2.2 使用数据库密码	200
9.2.3 撤销数据库密码	200
9.2.4 对数据库进行加密与解密	200
9.3 数据库的管理安全机制	201
9.3.1 创建和加入工作组	201

9.3.2 设置用户与组的账号	202
9.3.3 设置用户与组的权限	203
本章小结	203
习题九	204
第 10 章 数据库综合应用实例	205
本章导读	205
10.1 考务管理系统的功能	205
10.2 设计数据库	205
10.2.1 建立表	206
10.2.2 建立表间关系	207
10.2.3 为表采集数据	207
10.3 设计查询	208
10.3.1 监考信息查询	208
10.3.2 考生信息查询	208
10.3.3 计算总成绩查询	209
10.4 创建报表	209
10.4.1 监考安排表	209
10.4.2 考生成绩表	210
10.4.3 考生准考证	210
10.4.4 考生成绩通知单	211
10.5 创建窗体	212
10.5.1 创建信息浏览窗体	212
10.5.2 创建数据维护窗体	212
10.5.3 创建切换窗体	213
10.5.4 创建登录窗体	214
本章小结	217
习题十	217

第 11 章 计算机等级考试指南	218
本章导读	218
11.1 全国计算机等级考试简介	218
11.2 二级公共基础知识考试大纲与要点	220
11.2.1 基本要求	220
11.2.2 考试内容	220
11.2.3 考试方式	230
11.3 二级 Access 数据库程序设计考试大纲	230
11.3.1 基本要求	230
11.3.2 考试内容	230
11.3.3 考试方式	233
11.4 复习应考方法	233
11.4.1 笔试应考方法	233
11.4.2 机试应考方法	234
11.5 考试题解析	234
2011 年 9 月全国计算机等级考试二级 笔试试卷 Access 数据库程序设计	234
参考答案及解析	241
2012 年 3 月全国计算机等级考试二级 笔试试卷 Access 数据库程序设计	246
参考答案及解析	251
本章小结	255
附录 A 常用宏命令	257
附录 B 常用函数	261
附录 C 课后部分习题参考答案	264
附录 D 模拟试卷	268
参考文献	280

第 1 章 数据库基础知识



从 20 世纪 60 年代开始,数据库技术作为数据处理的一门新技术迅速发展起来。本章主要介绍数据库和数据库系统的基本概念,回顾数据库技术的发展历史,分析实现数据库管理的基本过程和进行数据库设计的基本步骤等。其中,关系数据库是学习重点。初学者对暂时不能理解的概念可在后面的学习中进一步领会。通过本章学习,读者应掌握以下内容:

- 数据库的基本概念
- 数据库管理的实现
- 关系数据库的设计

1.1 数据库的基本概念

在工厂的生产过程中,需要把原材料和成品,按照一定的规格,分门别类地储存在仓库里面。计算机进行数据处理的过程和工厂生产的过程有相似之处,也同样需要把欲处理的原始数据和处理生成的结果数据储存在仓库即数据库当中。数据库技术是信息社会的重要基础技术之一,是计算机科学领域中发展最为迅速的分支。数据库技术是一门综合性技术,涉及到操作系统、数据结构、程序设计等知识。下面介绍一些相关的基本概念。

1.1.1 数据库

1. 数据

数据(Data)是一种物理符号序列,用来记录事物的情况。我们这里讲的数据不是仅指日常生活中人们说的数字,而是一个广义的概念,包括文字、图形、声音等,他们都是用来描述事物特性的。数据用类型和值来表示,不同的数据类型记录的事物性质不一样。

2. 数据处理

数据处理是对各种类型的数据进行收集、存储、分类、计算、加工、检索及传输的过程,包括收集原始数据、编码转换、数据输入、数据处理、数据输出等。

3. 数据库

数据库(Database, DB)是指长期存储在计算机内的、有结构的、大量的、可共享的数据集合。数据库可以直观地理解为存放数据的仓库,只不过这个仓库是建立在计算机的大容量存储器(如硬盘)上。数据不仅需要合理地存放,还要便于经常查找,因此相关的数据及其数据之间的联系必须按一定的格式有组织地存储。数据库不仅仅是创建者本人使用,还可以供多个用户从不同的角度共享,即多个不同的用户,为了达到不同的应用目的,使用多种不同的语言,同时存取数据库,甚至同时存取同一块数据。

数据库技术的特点：数据结构化，数据共享性高、冗余度低，数据独立性高、扩展性强。

例如，学籍管理数据库中有组织地存放了学生基本信息、课程信息、学生选课信息、开课信息、教师信息等内容，可供教务处、班主任、任课教师、学生等共同使用。图 1-1 显示了学籍管理数据库中学生基本信息表的结构和数据。

学号	姓名	性别	出生日期	民族	籍贯	照片	电话	入学成绩	简历
20051201	李进敏	女	1984-12-5	汉	内蒙赤峰	位图图像	(0534)-80687328	410	1988-94
20051202	李树财	男	1985-2-14	汉	北京大兴	位图图像	(0531)-80687328	226	1988-94
20051203	代沙沙	女	1983-8-2	回	上海浦东	位图图像	(0533)-85694562	343	1988-94
20051204	张敬秋	女	1984-6-5	回	山东济宁	位图图像	(0531)-56987456	352	1988-94
20051205	田文涛	男	1986-12-14	汉	山东菏泽	位图图像	(010)-56987845	299	1988-94
20051206	李相东	男	1985-2-3	汉	山东青岛	位图图像	(0235)-14569872	323	1986-92
20051207	徐光	男	1984-12-3	汉	山东济宁	位图图像	(0532)-56987854	454	1985-91
20051208	张坤	男	1986-4-5	汉	上海浦东	位图图像	(2365)-47856324	318	1987-92

图 1-1 数据库中数据表示例

4. ODBC（Open Database Connectivity，开放数据库连接）

ODBC 是由微软开发的数据库存取规格，可使所有依照 ODBC 规格设计的应用程序能够透过 ODBC 驱动程序来存取数据库，而不管使用何种数据库管理系统。

1.1.2 数据库系统

1. 数据库应用系统

数据库应用系统是指系统开发人员利用数据库系统资源开发出来的，面向某一类实际应用的应用软件系统。例如财务管理系统、人事管理系统等。

2. 数据库管理系统

为了让多种应用程序并发地使用数据库中具有最小冗余度的共享数据，数据与程序必须具有较高的独立性。这需要一个软件系统对数据实行专门管理，提供完整性和安全性等统一控制机制，方便用户对数据库进行操作，这个软件系统就是数据库管理系统（Database Management System，DBMS），它是数据库的核心。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件，可以对数据库的建立、使用和维护进行管理。具体包括以下功能：

（1）数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言（Data Definition Language，DDL），用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

（2）数据操纵功能。DBMS 还提供数据操纵语言（Data Manipulation Language，DML），用户可以使用 DML 操纵数据，实现对数据库的基本操作，如查询、插入、删除和修改等。

（3）数据库的运行管理。数据库在建立、运行和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制，以保证数据的安全性、完整性，以及用户对数据的并发使用和发生故障后的系统恢复。

（4）数据库的建立和维护功能。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性能监视、分析功能等。

数据库、数据库管理系统和数据库应用系统的关系如图 1-2 所示。

3. 数据库系统的组成

数据库系统（DataBase System，DBS）是指安装和使用数据库技术的计算机系统。它实

现了有组织地、动态地存储大量关联数据的功能,提供了数据处理和信息资源共享的便利手段。

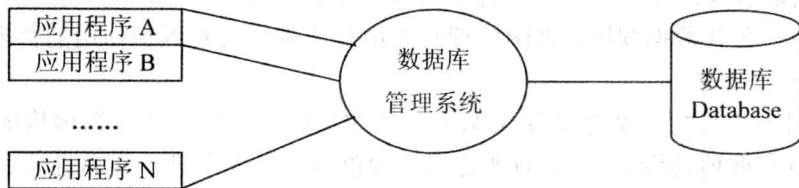


图 1-2 数据库与管理、应用系统间的关系

数据库系统由 5 部分组成: 硬件系统、数据库集合、数据库管理系统、应用系统和人员。其中人员包括: 数据库管理员、系统分析员、数据库设计员、应用程序员和最终用户等。数据库管理员是对数据库进行规划、设计、维护、监视等的专业人员。

数据库系统的结构如图 1-3 所示, 数据库在计算机系统中的地位如图 1-4 所示。

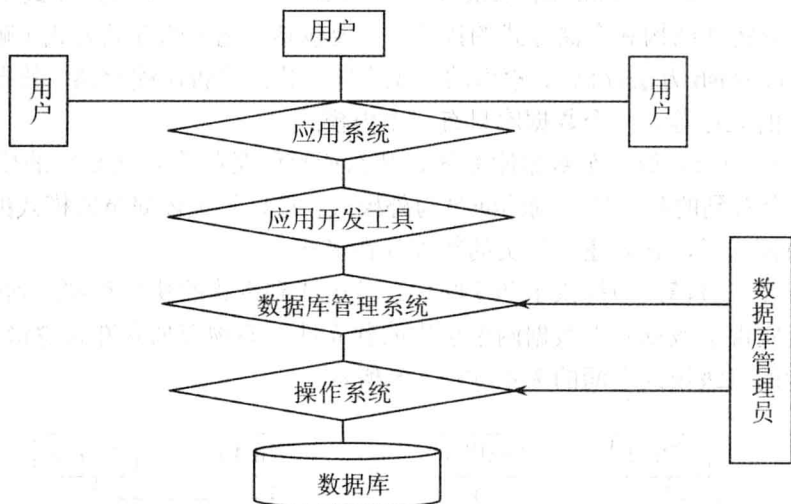


图 1-3 数据库系统的结构

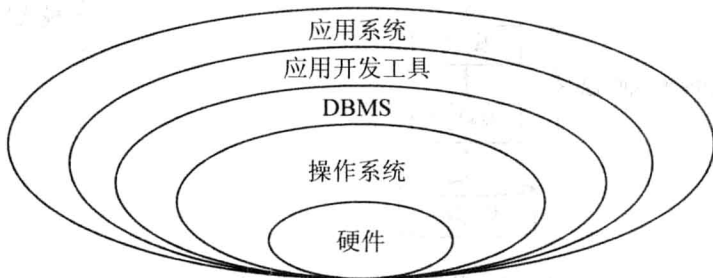


图 1-4 数据库在计算机系统中的地位

4. 数据库系统的结构

数据库系统在总体结构上一般都体现为三级模式的结构特征,即外模式、模式和内模式,分别反映了看待数据库的 3 个角度。

(1) 模式。模式 (Schema) 又称概念模式或逻辑模式,是数据库中全体数据的逻辑结构

和特征的描述。模式处于三级结构的中间层，模式以某一种数据模型为基础，表示了数据库的整体数据。模式是客观世界某一应用环境中所有数据的集合，也是所有个别用户视图综合起来的结果，又称用户公共数据视图。视图可理解为用户或程序员看到和使用的数据库的内容。一个数据库只有一个模式。

定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构（例如数据记录由哪些数据项构成，数据项的名字、类型、长度和取值范围等），而且要定义与数据有关的安全性、完整性要求，定义这些数据之间的联系。

（2）外模式。外模式（External Schema）也称子模式或用户模式，是数据库用户（包括应用程序员和最终用户）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。外模式是三级结构的最外层，个别用户只对整个数据库的一部分感兴趣，所以外模式是个别用户看到和使用的数据库内容。外模式是模式的子集或变形，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。一个数据库可以有多个外模式。

（3）内模式。内模式（Internal Schema）又叫做存储模式，是数据在数据库系统中的内部表示，即数据的物理结构和存储方式的描述。主要包括：记录的存储方式（顺序存储、按照 B 树结构存储、按 Hash 方法存储）、索引的组织方式、数据是否压缩存储、数据是否加密、数据存储记录结构的规定等。一个数据库只有一个内模式。

如果把一个话剧团看做一个数据库系统，那么所有演员的集合就是它的模式，它不同于其他话剧团；观众看到的某一场话剧的演员为外模式，它只是全体演员即模式的子集；演员的住宿方式就是内模式了，它表述了演员的物理存在形式。

数据库系统在三级模式中提供了两次映像：外模式到模式的映像和模式到内模式的映像，而这两次映像就实现了数据库中数据两个层次的独立性，即物理独立性和逻辑独立性。

数据库结构的三级模式之间的关系如图 1-5 所示。

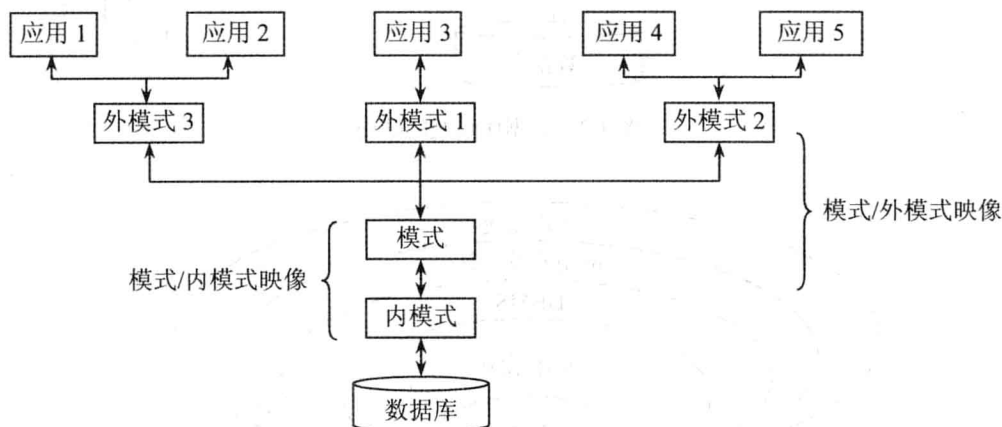


图 1-5 数据库系统的模式结构

1.1.3 数据库技术的发展

数据管理技术的发展经历了人工管理、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 年代中期以前为人工管理阶段，是计算机数据管理的初级阶段。这一阶段计算

机主要用于科学计算,硬件中的外存只有卡片、纸带、磁带,没有磁盘等直接存取设备;软件只有汇编语言,没有操作系统,更无统一的管理数据的软件;对数据的管理完全在程序中进行,数据处理的方式基本上是批处理。程序员编写应用程序时,要考虑具体的数据物理存储细节,即每个应用程序中都还要包括数据的存储结构、存取方法、输入方式、地址分配等,如果数据的类型、格式或输入输出方式等逻辑结构或物理结构发生变化,必须对应用程序做出相应的修改,因此程序员负担很重。另外,数据是面向程序的,一组数据只能对应一个程序,很难实现多个应用程序共享数据资源,因此程序之间有大量的冗余数据。

2. 文件系统阶段

20世纪50年代后期至60年代中期,随着计算机软硬件的发展,出现了文件系统,负责对数据进行管理。

这一阶段,计算机已大量用于信息管理。硬件有了磁盘、磁鼓等直接存储设备;在软件方面,出现了高级语言和操作系统;操作系统中有了专门管理数据的软件,一般称为文件系统,用户可以把相关数据组织成一个文件存放在计算机中,由文件系统对数据的存取进行管理,处理方式有批处理,也有联机处理。程序和数据之间具有设备独立性,数据不再属于某个特定的程序,可以重复操作,数据文件可以长期保存,但数据冗余度大,缺乏数据独立性,做不到集中管理数据。

3. 数据库系统阶段

20世纪60年代末数据管理进入新时代——数据库系统阶段。

数据库系统阶段出现了统一管理数据的专门软件系统,即数据库管理系统。数据库系统是一种较完善的高级数据管理方式,也是当今数据管理的主要方式,获得了广泛的应用。

4. 分布式数据库系统阶段

分布式数据库系统是由若干个站集合而成。这些站又称为节点,它们在通信网络中联接在一起,每个节点都是一个独立的数据库系统,它们都拥有各自的数据库、中央处理机、终端,以及各自的局部数据库管理系统。因此分布式数据库系统可以看做是一系列集中式数据库系统的联合。它们在逻辑上属于同一系统,但在物理结构上是分布式的。

分布式系统的类型大致可以归为三类:

(1) 分布式数据,但只有一个总数据库,没有局部数据库。

(2) 分层式处理,每一层都有自己的数据库。

(3) 充分分散的分布式网络,没有中央控制部分,各节点之间的联接方式又可以有多种,如松散的联接、紧密的联接、动态的联接、广播通知式联接等。

5. 面向对象数据库系统

面向对象程序设计(Object Oriented Programming, OOP)是一种计算机编程架构。OOP的一条基本原则是计算机程序是由单个能够起到子程序作用的单元或对象组合而成。OOP达到了软件工程的三个主要目标:重用性、灵活性和扩展性。面向对象数据库吸收了面向对象程序设计方法的核心概念和基本思想,采用面向对象的观点来描述现实世界实体(对象)的逻辑组织、对象之间的限制和联系等,克服了传统数据库的局限性,能够自然地存储复杂的数据对象以及这些对象之间的关系,从而大幅提高了数据库管理效率,降低了用户使用的复杂性。

1.2 数据库管理的实现

计算机只能对数据进行处理，不能直接对客观存在的事物进行管理，也就是说要实现数据库管理，必须经过对客观事物概念化、抽象化，然后再数据化的过程。例如对学生的管理，首先应把现实世界的“学生”抽象为学号、姓名、性别等属性，然后用具体数据描述这些属性，把这些数据按照一定的结构存入计算机，从而实现数据库管理。

1.2.1 三个世界的转化

1. 现实世界

数据库管理的对象存在于现实世界中，现实世界中的事物存在着各种各样的联系。这些联系是客观存在的，是由事物本身的性质决定的。例如，学校考务管理系统中有老师、学生、课程、教室等构成元素。按照学习课程的不同，学生被分配到不同的教室参加考试。老师、学生、课程、教室是相互关联的。

2. 概念世界

概念世界也叫做信息世界，是现实世界在人们头脑中的反映，是对客观事物及其联系的一种抽象描述。从现实世界到概念世界是通过概念模型来表达的。如对学生的描述可分为：学号、姓名、班级、籍贯、性别等概念。概念世界是通过概念模型对现实世界客观事物的描述来实现的。

3. 数据世界

存入计算机系统的数据是将概念世界中的事物数据化的结果。为准确地反映事物本身及事物之间的各种联系，数据库中的数据一定存在一个结构，数据模型可用来准确描述这种结构。

在实现数据库管理，也就是三个世界的转化过程中，概念模型和数据模型是实现现实世界数据化的桥梁，是对现实世界中的事物进行抽象的工具。转化过程如图 1-6 所示。

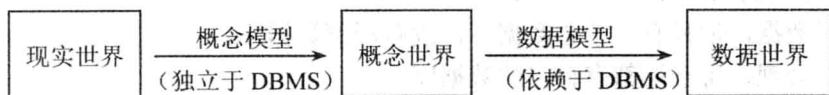


图 1-6 三个世界的转化

1.2.2 数据模型

1. 模型概念

一般而言，模型（model）是现实世界某些特征的模拟和抽象。模型可以分为实物模型与抽象模型。建筑模型，汽车模型，飞机模型等都是实物模型，它们通常是客观事物的某些外观特征或者功能的模拟与刻画；数学模型 $s=\pi r^2$ 是一种抽象模型，它抽象描述了圆的面积和圆的半径之间的数量关系，揭示客观事物的某些本质的、内部的特征。

2. 数据模型

在实现数据库管理的过程中，数据模型起着关键作用。整个数据库技术的发展就是沿着数据模型的主线展开的。现有的数据库均是基于某种数据模型，了解数据模型的基本概念是学

习数据库的基础。

数据模型的基本要求：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。在数据库系统中针对不同的使用对象和应用目的，采用不同的数据模型。不同的数据模型实际上是提供给我们模型化数据和信息的不同工具。根据模型应用的不同目的，可以将这些模型划分为两类，他们分属于两个不同的层次。

第一类模型是概念模型，也称信息模型。它是按用户的观点来对数据和信息建模，主要用于数据库设计。

另一类模型是数据模型，主要包括网状模型、层次模型、关系模型等，它是按计算机系统的观点对数据建模，主要用于 DBMS 的实现，这种数据模型也叫结构数据模型。人们常常将现实世界抽象为信息世界，然后将信息世界转换为机器世界。也就是说，首先把现实世界中的客观对象抽象为某一种信息结构，这种信息结构并不依赖于具体的计算机系统，不是某一个 DBMS 支持的数据模型，而是概念级的模型；然后再把概念模型转换为计算机上某一 DBMS 支持的数据模型，这一过程如图 1-6 所示。

下面首先介绍数据模型的共性，即数据模型的组成要素，然后分别介绍两类不同的数据模型——概念模型和数据模型。

数据模型的要素：

(1) 数据结构。

数据结构是所研究的对象类型的集合，这些对象是数据库的组成成分，它们包括两类：一类是与数据类型、内容、性质有关的对象；一类是与数据之间联系有关的对象。

(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）允许执行的操作的集合，包括操作及有关的操作规则。数据库主要有检索和更新（包括插入、删除、修改）两大类操作，数据模型必须定义这些操作的确切含义、操作符号、操作规则（如优先级）以及实现操作的语言。数据操作是对系统动态特性的描述。

(3) 数据的约束条件。

数据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模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则，用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效、相容，如入学年龄不超过 30 岁、成绩不得有三门以上不及格等。

1.2.3 概念模型

由图 1-6 可以看出，概念模型实际上是现实世界到数据世界的一个中间层次。是数据库设计人员进行数据库设计的有力工具，也是数据库设计人员与用户进行交流的语言。因此，概念模型应具有较强的语义表达能力和简单、清晰、易于理解的特点。

1. 概念模型的相关概念

(1) 实体 (Entity)：客观存在并相互区别的事物及其事物之间的联系。例如，一个学生、一门课程、学生的一次选课、一次考试等都是实体。

(2) 属性 (Attribute)：实体所具有的某一特性。例如，学生的学号、姓名、性别、出生年份、系、入学时间等。

(3) 码 (Key)：唯一标示实体的属性集。例如，学号是学生实体的码。

(4) 域 (Domain)：属性的取值范围。例如，年龄的域为 15~35。

(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。例如, 学生 (学号, 姓名, 性别, 出生年份, 系, 入学时间) 就是一个实体型。

(6) 实体集 (Entity Set): 同型实体的集合称为实体集。如, 全体学生就是一个实体集。

(7) 联系 (Relationship): 实体与实体之间以及实体与组成它的各属性间的关系。

说明: 实体的表示方法一般为: 实体名 (属性 1, 属性 2, ..., 属性 n)。如学生实体可表示为: 学生 (学号, 姓名, 性别, 籍贯)。

2. 实体间联系的三种情况

(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 中至少有一个 (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, 一个学生只能有一个学号, 而一个学号只能指向一个学生, 则学生与学号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, 一个班级中有若干名学生, 而每个学生只在一个班级中学习, 则班级与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, 一门课程同时有若干个学生选修, 而一个学生可以同时选修多门课程, 则课程与学生之间具有多对多联系。

实际上, 一对一联系是一对多联系的特例, 而一对多联系又是多对多联系的特例。

3. 概念模型的表示方法

概念模型的表示方法很多, 最常用的是实体—联系方法。该方法用 E-R (Entity-Relationship Approach) 图来描述现实世界的概念模型。

E-R 图提供了表示实体型、属性和联系的方法。E-R 图有三个要素:

(1) 实体型: 用矩形表示, 矩形框内写明实体名。

(2) 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。

(3) 联系: 用菱形表示, 菱形框内写明联系名, 用无向边分别与有关实体相连接, 并在无向边旁标上联系的类型 (1:1、1:n 或 m:n)。此外, 联系本身也可以附带属性。

例如: 如图 1-7 所示是学生与其属性的 E-R 图; 如图 1-8 所示是课程与其属性的 E-R 图, 如图 1-9 所示是学生与课程联系的 E-R 图。

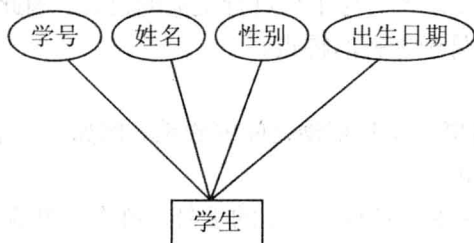


图 1-7 学生—属性 E-R

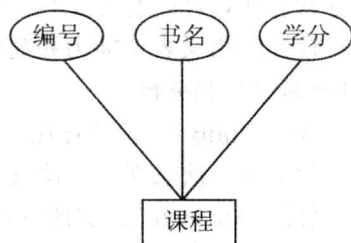


图 1-8 课程—属性 E-R 图