

21
世纪

21世纪高等院校规划教材

Access 2010

数据库技术基础及应用

主 编 饶拱维 杨贵茂



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

Access 2010 数据库技术基础及应用

主 编 饶拱维 杨贵茂

巫满秀 房宜汕 吴华光 温凯峰

副主编

伍春晴 温 文 刘 航 郭其标



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会最新制订的教学大纲、2013 年全国计算机等级考试调整后的考试大纲,并结合高等学校非计算机专业培养目标和最新的计算机数据库技术而编写。

本书分理论篇和实验篇。理论篇共 10 章,内容包括:数据库系统基础知识、Access 2010 概述、表、查询、窗体、报表、宏、VBA 程序设计、Web 数据库、小型应用系统开发等。各章均配有精心设计的习题。实验篇是与理论篇内容配套的实验,共 13 个实验。本书提供了丰富的实例,实例与知识点相结合,注重实用性和可操作性,突出能力培养。

本书可作为高等学校非计算机专业计算机基础课程教材,也可作为全国计算机等级考试二级 Access 数据库的参考书及广大计算机爱好者的自学用书。

本书配有电子教案,读者可以到中国水利水电出版社网站和万水书苑上免费下载,网址为 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Access 2010数据库技术基础及应用 / 饶拱维, 杨贵茂主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2015.6
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5170-3090-4

I. ①A… II. ①饶… ②杨… 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(2015)第074517号

策划编辑: 陈宏华

责任编辑: 李 炎

封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 Access 2010 数据库技术基础及应用
作 者	主 编 饶拱维 杨贵茂
出版发行	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
经 售	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
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 23 印张 579 千字
版 次	2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	45.00 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

前 言

随着计算机技术的飞速发展和社会信息化进程的加速，对信息化的处理要求越来越高，对数据库的管理、应用、开发提出了更高的标准和要求。当代大学生都要学习和掌握数据库的基本知识和管理数据库的基本方法，为日后在工作、学习、生活中使用计算机进行数据库管理打下坚实的基础。

本书是根据教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会最新制订的教学大纲、2013 年全国计算机等级考试调整后的考试大纲，并结合高等学校非计算机专业培养目标和最新的计算机数据库技术而编写的。

Access 2010 是 Office 2010 套件中被广泛使用的产品之一。它是基于 Windows 的小型桌面关系数据库管理系统，提供了表、查询、窗体、报表、页、宏、模块等 7 种用来建立数据库系统的对象；提供了多种向导、生成器和模板把数据存储、数据查询、界面设计、报表生成等操作规范化；为建立功能完善的数据库管理系统提供了方便，也使得普通用户不必编写代码，就可以完成大部分数据管理的任务。Access 2010 通过最新添加的 Web 数据库，可以增强运用数据的能力，从而可以更轻松地跟踪、报告和与他人共享数据。

本书分理论篇和实验篇。理论篇共 10 章，内容包括：数据库系统基础知识、Access 2010 概述、表、查询、窗体、报表、宏、VBA 程序设计、Web 数据库、小型应用系统开发等。各章均配有精心设计的习题。实验篇是与理论篇内容配套的实验，共 13 个实验。

本书由饶拱维、杨贵茂担任主编、审稿，全书由饶拱维终审、定稿。第 1 章由伍春晴、刘伟峰编写；第 2 章由温文编写；第 3 章由房宜汕编写；第 4 章由杨贵茂编写；第 5 章由温凯峰编写；第 6 章由郭其标编写；第 7 章由刘航编写；第 8 章由饶拱维、何文全编写；第 9 章由巫满秀、钟秀玉编写；第 10 章由吴华光编写。实验篇是与理论篇内容配套的实验，共 13 个实验，各实验由理论篇对应编者分别完成。

由于编者水平有限，加之时间仓促，教材中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2015 年 3 月

目 录

前言

理论篇

第1章 数据库系统基础知识	1	2.2 Access 2010 数据库对象	24
1.1 数据库系统的基本概念	1	2.2.1 表	24
1.1.1 数据管理技术的发展	1	2.2.2 查询	25
1.1.2 数据、数据库、数据库管理系统	3	2.2.3 窗体	26
1.1.3 数据库系统发展的主要特征	4	2.2.4 报表	27
1.1.4 数据库系统的体系结构	6	2.2.5 宏	27
1.2 数据模型	8	2.2.6 模块	28
1.2.1 E-R 模型	8	2.3 Access 2010 新增功能简介	28
1.2.2 层次模型	9	2.3.1 新的宏生成器	28
1.2.3 网状模型	9	2.3.2 专业的数据库模板	29
1.2.4 关系模型	10	2.3.3 应用程序部件	30
1.2.5 面向对象数据模型	10	2.3.4 改进的数据表视图	30
1.3 关系数据库系统	11	2.3.5 Backstage 视图	31
1.3.1 关系模型的基本概念	11	2.3.6 新增的计算字段	31
1.3.2 关系模型的组成	12	2.3.7 合并与分割单元格	32
1.3.3 关系运算的基本概念	12	2.3.8 条件格式功能	32
1.3.4 关系数据库管理系统的功能	14	2.3.9 增强的安全性	33
1.3.5 常见的关系数据库管理系统及分类	14	2.4 Access 2010 界面	33
1.3.6 关系数据库管理系统——Access	14	2.4.1 Backstage 视图	33
1.4 关系数据库设计	15	2.4.2 功能区	33
1.4.1 关系的键	15	2.4.3 快速访问工具栏	35
1.4.2 数据库关系完整性设计	16	2.4.4 导航窗格	35
1.4.3 数据库规范化设计	17	2.4.5 选项卡式文档	35
1.4.4 Access 数据库应用系统设计实例	18	2.4.6 状态栏	35
本章小结	19	2.4.7 浮动工具栏	36
习题 1	19	2.5 创建数据库	36
第2章 Access 2010 概述	22	2.5.1 使用模板创建数据库	36
2.1 Access 2010 简介	22	2.5.2 创建空白数据库	37
2.1.1 概述	22	2.6 数据库的打开与使用	38
2.1.2 Access 2010 功能及特点	22	2.6.1 打开 Access 数据库	38

2.6.2 根据模板使用数据库	39	本章小结	83
2.6.3 添加表	39	习题 3	84
2.6.4 向表中添加数据	40	第 4 章 查询	86
2.6.5 关闭数据库	43	4.1 查询概述	86
本章小结	44	4.1.1 查询的功能	86
习题 2	44	4.1.2 查询的种类	86
第 3 章 表	46	4.1.3 查询的主要视图	87
3.1 表的概念	46	4.1.4 查询条件(准则)	89
3.1.1 表的结构	46	4.2 选择查询	93
3.1.2 表的记录	48	4.2.1 使用查询向导创建查询	93
3.2 创建数据表	48	4.2.2 用查询设计器创建查询	100
3.2.1 使用数据表视图创建数据表	48	4.3 参数查询	106
3.2.2 使用表设计视图创建数据表	50	4.4 交叉表查询	108
3.2.3 使用表模板创建数据表	51	4.4.1 应用向导创建交叉表查询	109
3.2.4 使用其他文件创建数据表	52	4.4.2 在交叉表查询设计视图中修改和 创建交叉表查询	109
3.3 字段属性设置	53	4.5 操作查询	110
3.3.1 字段大小	54	4.5.1 生成表查询	111
3.3.2 格式	55	4.5.2 删除查询	112
3.3.3 输入掩码	60	4.5.3 追加查询	113
3.3.4 设置有效性规则和有效性文本	61	4.5.4 更新查询	113
3.3.5 其他字段属性	61	4.6 SQL	114
3.4 表的编辑	62	4.6.1 SQL 简介	114
3.4.1 修改表结构	62	4.6.2 SQL 查询语句	114
3.4.2 编辑表中的数据	63	4.6.3 SQL 定义语句	117
3.4.3 工作表外观的调整	64	4.6.4 SQL 操纵语句	118
3.4.4 表的复制、删除和重命名	67	本章小结	119
3.5 主键和索引	68	习题 4	119
3.5.1 主键	68	第 5 章 窗体	124
3.5.2 索引	69	5.1 窗体的简介	124
3.6 创建表与表之间的关系	70	5.1.1 窗体类型	124
3.6.1 表间关系的概念	70	5.1.2 窗体的视图	125
3.6.2 编辑关系中的约束条件	71	5.2 创建窗体	127
3.6.3 创建表间关系	72	5.2.1 使用“窗体”工具创建窗体	128
3.6.4 编辑表间关系	73	5.2.2 使用“空白窗体”工具创建窗体	129
3.6.5 子数据表	74	5.2.3 使用“窗体向导”创建窗体	130
3.7 表的使用	75	5.2.4 创建数据透视图窗体	133
3.7.1 记录排序	75	5.2.5 分割窗体	134
3.7.2 筛选	78	5.2.6 多个项目窗体	134
3.7.3 记录的查找与替换	82		

5.3 窗体控件及属性	135	7.2 宏的创建	193
5.3.1 控件概述	135	7.2.1 宏的设计视图	193
5.3.2 常用控件	136	7.2.2 宏的创建	195
5.3.3 属性	146	7.3 Access 2010 常用宏操作	201
5.3.4 窗体布局与格式调整	148	7.3.1 向宏添加、移动和删除操作	201
5.4 窗体的设计	150	7.3.2 创建子宏	202
5.4.1 使用设计视图创建窗体	150	7.3.3 展开和折叠宏操作或块	204
5.4.2 创建选项卡式窗体	152	7.3.4 将宏转换为 VBA 代码	204
5.4.3 创建导航窗体	158	7.4 宏的调试与运行	204
5.4.4 图表窗体	160	7.4.1 宏的调试	204
5.4.5 主子结构窗体	161	7.4.2 运行宏	205
5.4.6 窗体综合应用	163	本章小结	206
本章小结	165	习题 7	206
习题 5	165	第 8 章 VBA 程序设计	208
第 6 章 报表	168	8.1 模块和 VBA 简介	208
6.1 认识 Access 报表	168	8.1.1 模块的概念	208
6.1.1 报表的类型	168	8.1.2 VBA 标准模块的创建	208
6.1.2 报表的视图	169	8.1.3 VBA 简介	210
6.2 报表的创建	170	8.1.4 VBA 编程环境	210
6.2.1 使用“报表”按钮创建报表	170	8.2 面向对象程序设计	212
6.2.2 使用“空报表”按钮创建报表	171	8.2.1 对象	212
6.2.3 使用“报表向导”创建报表	172	8.2.2 类	212
6.2.4 使用“标签”按钮创建标签报表	174	8.2.3 对象的属性	212
6.3 使用“设计视图”创建报表	176	8.2.4 对象的方法	212
6.3.1 报表的节	176	8.2.5 对象的事件	213
6.3.2 “报表布局工具”选项卡	177	8.3 VBA 编程基础	214
6.3.3 在设计视图中创建和修改报表	177	8.3.1 数据类型	214
6.3.4 创建图表报表	181	8.3.2 常量	215
6.4 报表的排序、分组和计算	184	8.3.3 变量	216
6.4.1 报表的分组和排序	184	8.3.4 表达式	218
6.4.2 在报表中使用计算和汇总	185	8.3.5 数组	221
6.5 创建子报表	187	8.3.6 VBA 常用函数	221
本章小结	189	8.4 VBA 程序语句	228
习题 6	189	8.4.1 语句书写规定	228
第 7 章 宏	191	8.4.2 注释语句	228
7.1 宏的概述	191	8.4.3 赋值语句	228
7.1.1 宏的基本概念	191	8.4.4 打印语句	229
7.1.2 事件	192	8.5 VBA 程序流程控制语句	229
7.1.3 宏的组成	192	8.5.1 顺序结构	229

8.5.2 选择结构	229	本章小结	261
8.5.3 循环结构	234	习题 9	261
8.5.4 退出和结束语句	238	第 10 章 小型应用系统开发	264
8.6 过程和自定义函数	238	10.1 应用系统的开发步骤	264
8.6.1 Sub 过程	239	10.1.1 系统分析阶段	264
8.6.2 VBA 自定义函数	239	10.1.2 系统设计阶段	264
8.6.3 参数传递	241	10.1.3 系统实施阶段	264
本章小结	242	10.1.4 系统维护阶段	265
习题 8	242	10.2 系统的需求分析	265
第 9 章 Web 数据库	247	10.2.1 系统调查	265
9.1 创建 Web 数据库	247	10.2.2 系统的功能需求	265
9.1.1 使用模板创建 Web 数据库	247	10.3 系统设计	265
9.1.2 创建空白 Web 数据库	251	10.3.1 系统功能目标	266
9.2 设计 Web 表	252	10.3.2 数据库设计	266
9.2.1 创建“Web_专业”表	252	10.4 系统的实现	268
9.2.2 创建“Web_学生”表	253	10.4.1 各模块窗体界面设计	268
9.3 创建 Web 查询	255	10.4.2 几个主要程序的编码实现	272
9.4 创建 Web 窗体	257	10.5 程序的系统设置	276
9.5 Web 数据库设计说明	260	10.5.1 自动启动“登录”窗体	276
9.5.1 Web 表的数据类型	260	10.5.2 解除各种限制	278
9.5.2 控件事件	260	10.5.3 生成 ACCDE 文件	279
9.5.3 查阅字段数据类型	261	本章小结	280
9.5.4 命名规则	261	习题 10	280

实验篇

实验 1 Access 2010 数据库操作基础	283	实验 8 报表设计	323
实验 2 表操作	288	实验 9 宏设计与应用	332
实验 3 表与表之间关系	297	实验 10 模块操作	339
实验 4 查询操作	300	实验 11 数据类型与表达式	342
实验 5 SQL 应用	303	实验 12 VBA 程序设计	345
实验 6 窗体操作基础	304	实验 13 Web 数据库设计与应用	351
实验 7 窗体设计	312		

理 论 篇

第 1 章 数据库系统基础知识

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代，它的出现得益于计算机技术的产生和发展，而它又使计算机得到更广泛的应用。数据库技术是一门研究如何存储、使用和管理数据的技术，是计算机数据管理的最新发展阶段，它能把大量的数据按照一定的结构存储起来，在数据库管理系统的集中管理下实现数据共享。数据库技术是计算机领域的一个重要分支。在计算机应用的三大领域（科学计算、数据处理和过程控制）中，数据处理约占其中的 70%，而数据库技术就是作为一门数据处理技术发展起来的。在信息技术日益普及的今天，现代信息社会各行各业中都涉及对数据的运用和管理，数据库技术的作用变得越来越重要。作为信息系统的核心技术和基础，数据库系统几乎触及到人类社会生活的各个方面，成为信息技术中一种必备的技能。

1.1 数据库系统的基本概念

1.1.1 数据管理技术的发展

对数据进行加工计算，产生出新数据的过程称为数据处理。数据处理的核心是数据管理，即对数据进行收集、分类、组织、存储、编码、检索和维护等操作。随着计算机软硬件技术的发展，数据管理技术也在不断发展，计算机进行数据管理大概经历了如下三个阶段。

1. 人工管理阶段（20 世纪 50 年代）

人工管理阶段处于 20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于数值计算。在这一阶段，硬件方面，外存储器只有卡片机、纸带机或磁带机，没有像硬盘一样可以快速、随时存储的外存储器；软件方面，没有操作系统和数据管理软件支持，数据处理方式是批处理。在这一管理方式下，应用程序与数据之间不可分割，当数据有所变动时，程序则随之改变，数据的独立性差；另外，各个应用程序之间的数据不能相互传递，数据无法共享。在人工管理阶段，数据作为应用程序的组成部分不能独立存在，由程序员在应用程序中进行管理，无专门的软件对数据进行管理。

人工管理阶段的数据处理具有以下特点：

- (1) 数据不能保存。
- (2) 数据不具有独立性。
- (3) 数据不能共享。
- (4) 数据的冗余度极大。
- (5) 没有相应的软件系统负责数据的管理工作。

2. 文件管理阶段（20 世纪 60 年代）

20 世纪 50 年代后期至 20 世纪 60 年代中、后期，随着硬件方面磁鼓、磁盘等存储器的研制并投入使用，以及软件方面高级语言和操作系统软件的出现，计算机的应用不仅仅局限于数值计算，同时也开始以“文件”的方式介入数据处理。在文件管理阶段，是把有关的数据组织成数据文件，这种数据文件可脱离应用程序而独立存在，可长期保存在硬盘中并多次存取。由于使用专门的文件管理系统实施数据管理，应用程序与数据文件相互独立，同时数据的逻辑结构与物理结构之间也具有一定的相对性。

在文件管理阶段，数据可以以操作系统文件的形式长期存在计算机中，操作系统的文件管理系统提供了对数据的输入和输出操作接口，进而提供数据存取方法，但没有专门的应用软件对数据进行管理。

文件管理阶段的数据处理具有如下特点：

- (1) 数据由专门的软件（文件系统）负责管理。
- (2) 数据有了一定的独立性。
- (3) 数据能长期保存。
- (4) 数据文件不再只从属于一个应用程序。
- (5) 数据仍有一定的冗余。
- (6) 数据有可能存在不一致性。

3. 数据库管理阶段（20 世纪 60 年代后期）

进入 20 世纪 60 年代后期，随着计算机应用的日益发展，计算机用于数据处理的范围越来越广，数据处理的数据量也越来越大，仅仅基于文件系统的数据库管理技术已很难满足应用的需求。与此同时，计算机硬件技术也在飞速发展，磁盘存储技术取得重大突破，大容量磁盘开始进入市场，数据库管理软件的改善成为许多软件公司的重要目标。在实际需求迫切、硬件与软件竞相拓展的环境中，数据库系统应运而生。在数据库系统阶段，应用程序独立于数据，实现了数据的独立性，并且出现了专门管理数据的软件——数据库管理系统（Data Base Management System，简称 DBMS）。数据由数据库管理系统统一管理和控制，数据库管理系统还提供了数据的安全性、完整性、并发控制和数据库恢复等功能。数据管理中数据的定义、操作及控制统一由数据库管理系统来完成。其特点如下：

(1) 数据结构化

文件系统中的文件不存在联系，从总体上看其数据是没有结构的，而在数据库系统中将各种应用的数据按一定的结构形式（即数据模型）组织到一个结构化的数据库中，不仅考虑了某个应用的数据结构，而且考虑了整个组织（即多个应用）的数据结构。也就是说数据库中的数据不再仅仅针对某个应用，而是面向全组织；不仅数据内部是结构化的，整体也是结构化的；不仅描述了数据本身，也描述了数据间的有机联系，从而较好地反映了现实世界事物间的自然联系。

(2) 数据的高共享性与低冗余性

数据的结构化使得数据可为多个应用所共享，而数据共享又可极大地减少数据冗余，不仅减少了不必要的存储空间，更为重要的是可以避免数据的不一致性。所谓数据的一致性是指在系统中同一数据的不同出现场合应保持相同的值，减少数据冗余是保证系统一致性的基础。

(3) 数据独立性

数据独立性是数据与程序间的互不依赖性，即数据库中的数据独立于应用程序而不依赖

于应用程序。也就是说,数据的逻辑结构、存储结构与存取方式的改变不会影响应用程序,即物理独立性和逻辑独立性。当然,数据独立性的实现需要模式间的映射关系作为保障。

(4) 用户接口

数据库管理系统作为用户与数据库的接口,对数据进行集中管理,并支持其他程序设计语言,方便用户编程需要。

1.1.2 数据、数据库、数据库管理系统

1. 数据 (Data)

数据是数据库系统研究和处理的对象,从本质上讲是描述事物的符号记录。符号不仅是指数字、字母和文字,而且包括了图形、图像、声音等。因此数据有多种表示形式,都是经过数字化处理后存入计算机并能够反映或描述事物的特征。

2. 数据库 (DataBase, 简称 DB)

数据库是将数据按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户共享的数据集合。

通常,收集并抽取一个应用所需要的大量数据之后,应该将其保存起来以供进一步加工处理和抽取有用信息。保存方法有多种,尤其以保存在数据库中最佳。因为它一般由相互关联的数据表组成,能使数据冗余度尽可能得小。

3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS)

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,属于系统软件。它是数据库系统的一个重要组成部分,是使数据库系统具有数据共享、并发访问、数据独立等特性的根本保证,主要提供以下功能:

- (1) 数据定义功能。
- (2) 数据操纵及查询优化。
- (3) 数据库的运行管理。
- (4) 数据库的建立和维护。

Microsoft Access 就是一个关系型数据库管理系统(简称 RDBMS),它提供一个软件环境,利用它用户可以方便快捷地建立数据库,并对数据库中的数据实现查询、编辑、打印等操作。

4. 数据库管理员 (DataBase Administrator, 简称 DBA)

由于数据库的共享性,因此对数据库的规划、设计、维护、监视等需要有专人管理,从事这方面工作的人员称为数据库管理员。其主要工作如下:

(1) 数据库设计。DBA 主要任务之一是进行数据库设计,具体地说就是进行数据模式的设计。由于数据库的集成与共享性,因此需要有专门人员对多个应用的数据需求进行全面的规划、设计与集成。

(2) 数据库维护。DBA 必须对数据库中的数据安全性、完整性、并发控制及系统恢复、数据定期转储等进行实施与维护。

(3) 改善系统性能,提高系统效率。DBA 必须随时监视数据库运行状态,不断调整内部结构,使系统保持最佳状态与最高效率。当数据库运行效率下降时,DBA 需采取适当的措施,如进行数据库的重组、重构等。

5. 数据库系统 (DataBase System, 简称 DBS)

数据库系统通常是指带有数据库的计算机应用系统。它一般由数据库(DB)、数据库管理

系统（及其开发工具）（DBMS）、软件（应用）系统、硬件系统、数据库管理员和用户几部分组成。在不引起混淆的情况下常把数据库系统简称为数据库。

6. 数据库应用系统（DataBase Application System, 简称 DBAS）

利用数据库系统进行应用开发可构成一个数据库应用系统，数据库应用系统是数据库系统再加上应用软件和用户界面组成，具体包括数据库、数据库管理系统、数据库管理员、硬件平台、软件平台、应用软件、应用界面，其结构如图 1-1 所示。

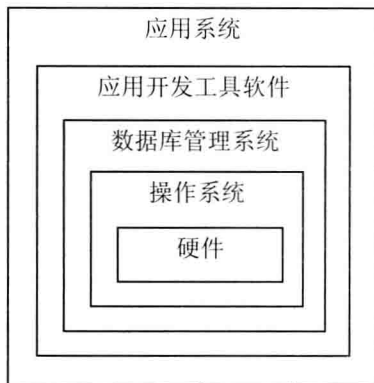


图 1-1 数据库系统软硬件层次结构图

1.1.3 数据库系统发展的主要特征

计算机技术迅速发展，其主要应用领域从数值计算转移到数据事务处理，从而出现了数据库技术，它是数据管理的最新技术，是计算机科学中发展最快、应用最广泛的重要分支之一。在短短的三十几年里，数据库技术的发展经历了三代：第一代为层次、网状数据库系统，第二代为关系数据库系统，第三代为以面向对象模型为主要特征的数据库系统。目前，数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算机技术等相互渗透，成为数据库系统发展的主要特征。

1. 第一代数据库系统——层次、网状数据库系统

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（包括层次数据模型和网状数据模型）、关系数据模型两个阶段，并正向面向对象的数据模型等非传统数据模型阶段发展。实际上层次数据模型是网状数据模型的特例，层次数据库系统和网状数据库系统在体系结构、数据库语言和数据存储管理上均具有相同特征，并且都是在 20 世纪 60 年代后期研究和开发的，属于第一代数据库系统。

第一代数据库系统具有如下特点：

（1）支持三级模式的体系结构。三级模式通常指外模式、模式、内模式，模式之间具有转换功能。

（2）用存取路径来表示数据之间的联系。数据库系统不仅存储数据，而且存储数据之间的联系。在层次和网状数据库系统中，数据之间的联系是用存取路径来表示和实现的。

（3）独立的数据定义语言。层次数据库系统和网状数据库系统有独立的数据定义语言，用以描述数据库的外模式、模式、内模式以及相互映像。三种模式一经定义，就很难修改。这就要求数据库设计人员在建立数据库应用系统时，不仅要充分考虑用户的当前需求，还要充分

了解可能的需求变化和发展。

(4) 导航的数据操纵语言。层次数据库和网状数据库的数据查询和数据操纵语言是一次一个记录的导航式的过程化语言。这类语言通常嵌入某一种高级语言如 COBOL、Fortran、PL/1 中,其优点是存取效率高;缺点是编程繁琐,应用程序的可移植性较差,数据的逻辑独立性也较差。

第一代数据库系统的代表是:

(1) 1969 年,IBM 公司开发的层次模型的数据库系统 (Information Management System, IMS), 它可以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 Data 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(Data 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。

2. 第二代数据库系统——关系数据库系统

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,奠定了关系数据库技术的理论基础,为数据库技术开辟了一个新时代。

20 世纪 70 年代,关系方法的理论研究和软件系统的研制均取得了很大成果。IBM 公司的 San Jose 实验室研制出关系数据库实验系统 System R。与 System R 同期,美国 Berkeley 大学也研制了 INGRES 数据库实验系统,并发展成为 INGRES 数据库产品,使关系方法从实验室走向了市场。

关系数据库产品一经问世,就以其简单清晰的概念、易懂易学的数据库语言,使得用户不需了解复杂的存取路径细节,不需说明“怎么干”,只需指出“干什么”,就能操作数据库,从而深受广大用户喜爱。

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、DB2、Oracle 及 Sybase 等都是关系型数据库管理系统 (简称 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。

关系数据库是以关系模型为基础的,具有以下特点:

(1) 关系数据库对实体及实体之间的联系均采用关系来描述,对各种用户提供统一的数据结构形式,使用户容易掌握和应用。

(2) 关系数据库语言具有非过程化特性,将用户从数据库记录的导航式检索编程中解脱出来,降低了编程难度,可面向非专业用户。

(3) 数据独立性强,用户的应用程序、数据的逻辑结构与数据的物理存储方式无关。

(4) 以关系代数为基础,数据库的研究更加科学化,尤其在关系操作的完备性、规范化及查询优化等方面,为数据库技术的成熟奠定了很好的基础。

3. 第三代数据库系统

第一代和第二代数据库技术基本上是处理面向记录、以字符表示为主的数据,能较好地满足商业事务处理的需求,但远远不能满足多种多样的信息类型处理需求。新的数据库应用领域如计算机辅助设计/制造 (CAD/CAM)、计算机集成制造 (CIM)、办公信息系统 (OIS) 等需要数据库系统能支持各种静态和动态的数据,如图形、图像、语音、文本、视频、动画、音

乐等,并且还需要数据库系统具备处理复杂对象、实现程序设计语言和数据库语言无缝集成等能力。这种情况下,原有的数据库系统就暴露出了多种局限性。正是在这种新应用的推动下,数据库技术得到进一步发展。

1990年高级DBMS功能委员会发表了《第三代数据库系统宣言》,提出了第三代数据库应具有的三个基本特征,并从三个基本特征导出了13个具体特征和功能。

经过多年的研究和讨论,对第三代数据库系统的基本特征已有了如下共识:

(1) 第三代数据库系统应支持数据管理、对象管理和知识管理。以支持面向对象数据模型为主要特征,并集数据管理、对象管理和知识管理为一体。

(2) 第三代数据库系统必须保持或继承第二代数据库系统的技术,如非过程化特性、数据独立性等。

(3) 第三代数据库系统必须对其他系统开放,如支持数据库语言标准、在网络上支持标准网络协议等。

4. 数据库技术的新进展

20世纪80年代以来,数据库技术经历了从简单应用到复杂应用的巨大变化,数据库系统的发展呈现出百花齐放的局面,目前在新技术内容、应用领域和数据模型三个方面都取得了很大进展。

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,从而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。

数据库技术发展的核心是数据模型的发展。数据模型应满足三方面的要求:一是能比较真实地模拟现实世界;二是容易为人们所理解;三是便于在计算机上实现。目前,一种数据模型要很好地满足这三方面的要求是很困难的。新一代数据库技术则采用多种数据模型,例如面向对象数据模型、对象关系数据模型、基于逻辑的数据模型等。

1.1.4 数据库系统的体系结构

数据库系统的体系结构包括三级模式和两级映射,三级模式分别为外模式、概念模式和内模式;两级映射分别为外模式与概念模式间的映射以及概念模式与内模式间的映射,其抽象结构关系如图1-2所示。

1. 数据库系统的三级模式

数据模式是数据库系统中数据结构的一种表示形式,它具有不同的层次与结构方式。

(1) 外模式(External Schema)。外模式又称为用户模式或子模式,是某个或某几个数据库用户所看到的数据库的数据视图。外模式是与某一应用有关的数据的逻辑结构和特征描述,也就是前面所介绍的局部结构,它由概念模式推导而来。概念模式给出了系统全局的数据描述,而外模式则给出每个用户的局部数据描述。对于不同的数据库用户,由于需求的不同,外模式

的描述也互不相同。一个概念模式可以有若干个外模式，每个用户只关心与其有关的外模式，这样有利于数据保护，对数据所有者和用户都极为方便。

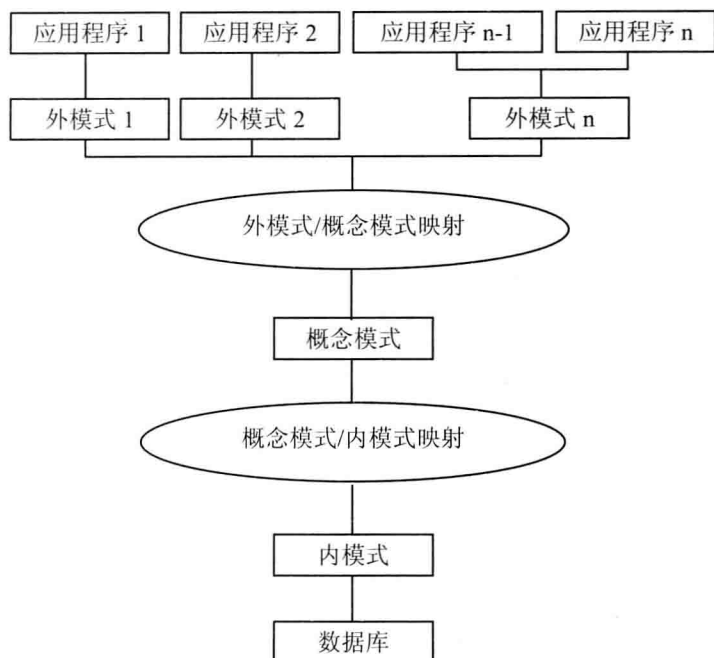


图 1-2 数据库三级模式结构与两级映射

(2) 概念模式 (Conceptual Schema)。概念模式又称为模式或逻辑模式，它介于内模式与外模式之间，是数据库设计者综合各用户的数据，按照统一的需求构造的全局逻辑结构，是对数据库中全部数据的逻辑结构和特征的总体描述，是所有用户的公共数据视图。外模式涉及的仅是局部的逻辑结构，通常是概念模式的子集。概念模式是用模式描述语言来描述的，在一个数据库中只有一个概念模式。

(3) 内模式 (Internal Schema)。内模式又称为存储模式或物理模式，是数据库中全体数据的内部表示，它描述了数据的存储方式和物理结构，即数据库的“内部视图”。它是数据库的底层描述，定义了数据库中各种存储记录的物理表示、存储结构与物理存取方式，如数据存储文件的结构、索引、集簇等存取方式和存取路径等。内模式是用模式描述语言严格定义的，在一个数据库中只有一个内模式。

在数据库系统体系结构中，三级模式是根据所描述的三层体系结构的三个抽象层次来定义的，外模式处于最外层，它反映了用户对数据库的实际要求；概念模式处于中间层，它反映了设计者对数据的全局逻辑要求；内模式处于最内层，它反映了数据的物理结构和存取方式。

2. 数据库系统的两级映射

数据库系统的三级模式是数据的三个级别的抽象，使用户能逻辑地、抽象地处理数据而不必关心数据在计算机中的表示和存储。为实现三个抽象层次间的联系和转换，数据库系统在三个模式间提供了两级映射。

(1) 外模式与概念模式间的映射。该映射定义了外模式与概念模式之间的对应关系，保

证了逻辑数据的独立性，即外模式不受概念模式变化的影响。

(2) 概念模式与内模式间的映射。该映射定义了内模式与概念模式之间的对应关系，保证了物理数据的独立性，即概念模式不受内模式变化的影响。

1.2 数据模型

数据模型是表示事物以及事物之间联系的模型，是数据库系统中用以提供信息表示和操作手段的形式构架。数据模型是数据库系统的核心和基础，现有的数据库系统均是基于某种数据模型的。

数据模型有三个基本组成要素：数据结构、数据操作和完整性约束。

(1) 数据结构：是目标类型的集合，用于描述系统的静态特性，研究的对象包括两类，一类是与数据类型、内容、性质有关的对象；另一类是与数据之间的联系有关的对象。

(2) 数据操作：是指对数据库中各种对象（型）的实例（值）允许执行的所有操作，即操作的集合，包括操作及有关的操作规则。数据库主要有检索和更新两类操作。

(3) 完整性约束：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，用以限定数据库的状态及状态的变化，以保证数据的正确、有效和相容。

数据模型按不同的应用层次分成三种类型：概念数据模型、逻辑数据模型、物理数据模型。

概念数据模型简称概念模型，它是一种面向客观世界、面向用户的模型，与具体的数据库管理系统和计算机平台无关。概念模型着重于对客观世界复杂事物的结构及它们之间的内在联系的描述。概念模型是整个数据模型的基础，设计概念模型常用的方法是 E-R 方法，也就是 E-R 模型（实体—联系模型）。

逻辑数据模型又称为数据模型，它是一种面向数据库系统的模型，该模型着重于数据库系统级别的实现。概念模型只有在转换成数据模型后才能在数据库中表示。数据库领域中过去和现在最常见的数据模型有四种：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），其中层次模型和网状模型统称为非关系模型。在关系模型出现以前，它们是非常流行的数据模型。

物理数据模型又称为物理模型，它是一种面向计算机物理表示的模型，此模型给出了数据模型在计算机上物理结构的表示。

1.2.1 E-R 模型

概念模型的表示方法很多，其中最为著名和被广泛使用的是 P.P.S.Chen 于 1976 年提出的实体—联系方法（Entity-Relationship approach, E-R），简称 E-R 模型。该模型将现实世界的要求转化成实体、联系、属性等几个基本概念，以及它们之间的两种基本联接关系，E-R 模型可用图形直观地表示，称为 E-R 图。

(1) 实体（集）用矩形来表示，在框内标注实体（集）的名字，如图 1-3 中的学生、课程实体（集）。

(2) 属性用椭圆形来表示，在框内标注属性名，并用无方向箭头线段连接属性框与实体（集）框，如图 1-3 中的学号、姓名等属性。

(3) 联系用菱形表示，在框内标注联系名，并用无方向箭头线段连接联系框和实体（集）框，同时在连线段上标注联系的类型，如图 1-3 中的选课联系。



图 1-3 学生选课 E-R 图

1.2.2 层次模型

层次模型 (Hierarchical Model) 用树形结构来表示数据间的从属关系结构, 其主要特征如下:

- 有且仅有一个无双亲结点, 这个结点称为根结点。
- 其他结点向上仅有一个双亲结点, 向下有若干子结点。

如图 1-4 所示的层次模型就像一棵倒置的树, 根结点在上, 层次最高; 子结点在下, 逐层排列。同一双亲的子结点称为兄弟结点, 没有子结点的结点称为叶结点。

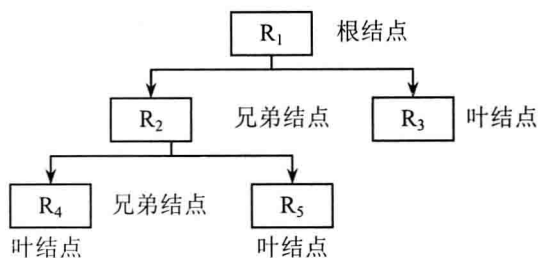


图 1-4 层次模型示例

层次数据模型比较简单, 结构清晰, 容易理解。但由于现实世界中很多联系是非层次的, 采用层次模型表示这种非层次的联系很不直接, 只能通过冗余数据或创建非自然的数据组织来解决。

1.2.3 网状模型

网状模型 (Network Model) 是层次模型的扩展, 呈现一种交叉关系的网络结构, 可以表示较复杂的数据结构。其主要特征如下:

- 可以有一个以上的结点无双亲结点。
- 一个结点可以有多个双亲结点。

在网状模型中, 子结点与双亲结点的联系可以不唯一。因此, 要为每个联系命名, 并指出与该联系有关的双亲记录和子记录。

学生选课数据库可以采用网状模型。学生选课时一个学生可以选修多门课程, 一门课程也可以被多个学生选修, 学生与课程是多对多的联系。尽管网状模型不支持多对多联系, 但由于一个多对多联系可以转化为两个一对多联系, 所以网状模型可以间接地描述多对多联系。图 1-5 是学生选课系统数据库网状模型。

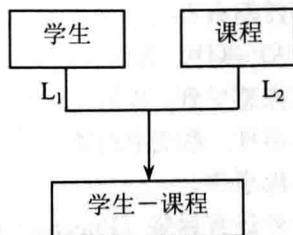


图 1-5 学生/学生-课程/课程网状模型

同层次模型相比, 网状模型能更好地描述复杂的现实世界, 但网状模型结构比较复杂, 到达一个结点