

数据库原理 及应用

Access

谷葆春 崇美英 李颖 编著



机械工业出版社
China Machine Press

计算机基础课程系列教材

数据库原理 及应用

Access

谷葆春 崇美英 李颖 编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库原理及应用: Access/ 谷葆春, 崇美英, 李颖编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.1

(计算机基础课程系列教材)

ISBN 978-7-111-48877-4

I. 数… II. ①谷… ②崇… ③李… III. 关系数据库系统—高等学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 297784 号

本书首先介绍了数据库的基础理论和基本概念, 然后介绍了数据库的设计方法和过程, 后面几章分别对 Access 2010 的六个对象 (表、查询、窗体、报表、宏和模块) 的建立和使用进行了详细的讲解, 最后通过一个综合实例介绍了创建和使用数据库的整个过程。

本书覆盖全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计大纲内容, 又兼顾非计算机类专业对数据库知识学习的特点, 既适合作为文科类专业数据库教材, 也可作为全国计算机等级考试二级 Access 数据库科目的参考教材。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 余 洁

责任校对: 董纪丽

印 刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

版 次: 2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm×260mm 1/16

印 张: 12

书 号: ISBN 978-7-111-48877-4

定 价: 35.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

前 言

在信息技术不断发展的今天，人们对数据处理的要求越来越高，伴随着这种需求，数据库技术迅速地发展并形成了自己的理论体系。如今它的应用已渗透到各领域，成为用户存储和管理数据的核心技术。

Access 是微软公司办公软件 Office 的组件之一，作为一个数据库管理系统，它主要用于创建中小型数据库。相较于大型的数据库管理系统 Oracle、SQL Server 等，它的价格低廉、安装和操作简单、管理维护代价较小，更适合非计算机专业的普通用户使用。所以，它的应用对于数据库技术的普及和推广有着更加重要的意义和更为广阔的前景。

本书的作者就是本着推广和普及数据库技术的宗旨编写了此书。本书有两个特色：一是详细介绍了数据库的设计，因为数据库设计的好坏直接决定了数据库应用的效果。数据库设计得不好，不但用户体验不好，在数据库的使用过程中还会出现很多问题，所以数据库的设计比数据库的创建和使用更重要。二是本书覆盖了全国计算机等级考试二级 Access 科目除公共基础知识部分（数据结构与算法、程序设计基础、软件工程）之外的所有考点。

本书主要面对非计算机专业的广大用户，既可以作为高校非计算机专业本专科数据库课程的教材，也可以作为计算机等级考试二级 Access 科目的参考书，还可以供对数据库技术感兴趣特别是对 Access 感兴趣的读者使用。本书提供课后习题的参考答案和课件作为教学或学习之用，有需要的教师可登录华章网站（www.hzbook.com）下载。

本书由谷葆春、崇美英、李颖三位老师共同编写完成，其中谷葆春编写了第 1、2、3、4、9 章，崇美英编写了第 5、6 章，李颖编写了第 7、8、10 章。全书由谷葆春统稿。本书在编写过程中得到了何玉洁老师的大力帮助，在此表示感谢。

本书作者均从事该领域的教学近十年时间，深感数据库技术的博大和精深，在本书中希望能与读者分享该领域的一些心得，希望读者能获得自己所需要的知识，也希望读者对本书的缺陷和不足之处提出自己的看法和建议。让我们在求学的道路上共同进步，共同成长！

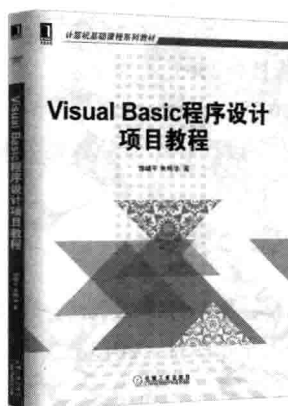
教学建议

教学章节	教学要求	课时
第 1 章 数据库基础	掌握数据库的基本概念	1
	掌握概念数据模型, 了解组织数据模型	1.5
	理解关系代数的运算	1
第 2 章 Access 2010 概述	了解 Access 2010 工作界面、数据库对象、启动与关闭	0.5
第 3 章 数据库设计与创建	掌握数据库的需求分析、概念设计和逻辑设计, 了解数据库物理设计、行为设计、实施和运行	3
	掌握数据库的创建和常见操作	0.5
第 4 章 表的建立与操作	掌握字段的数据类型、表的主键和外键	2
	掌握创建表、字段属性、建立表之间的关系	2
	了解数据表的使用、数据透视表和数据透视图	0.5
第 5 章 查询的使用	掌握选择查询	2
	掌握计算方式查询、查找重复项和不匹配项查询	2
	掌握参数查询、交叉表查询和操作查询	2
	掌握 SQL 查询	2
第 6 章 窗体的制作	理解窗体的结构和分类	0.5
	掌握用向导和设计视图建立窗体的方法	2.5
	理解窗体的修饰和操作	0.5
	掌握导航窗体	0.5
第 7 章 报表的建立和打印	理解报表的组成和分类	0.5
	掌握用向导和设计视图建立报表的方法	2
	掌握报表的排序和分组	0.5
第 8 章 宏	理解宏的概念, 掌握创建宏, 理解调试和运行宏	1
第 9 章 模 块	了解模块的分类和结构, 掌握 VBA 编程, 掌握数据库编程	2
第 10 章 综合实例	理解设计和建立数据库的整个过程	2
总课时	课程建议课时	32
	实验建议课时	16

说明:

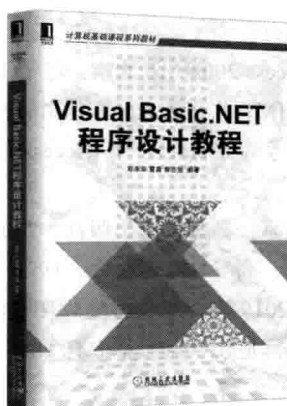
- 1) 建议课堂教学全部在多媒体机房内完成, 实现“讲-练”结合。
- 2) 建议教学学时为 32 学时, 不同学校可以根据各自的教学要求和计划学时数对第 1、3、9、10 章内容进行取舍。

推荐阅读



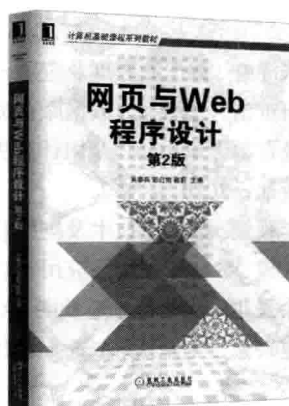
Visual Basic程序设计项目教程

作者：郭晓平等 ISBN：978-7-111-45733-6 定价：35.00元



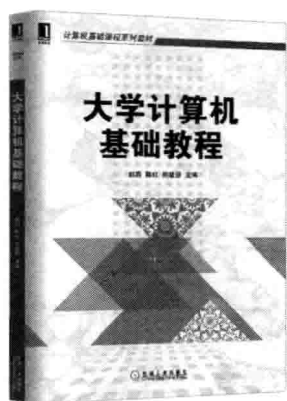
Visual Basic.NET程序设计教程

作者：邱李华等 ISBN：978-7-111-45092-4 定价：39.00元



网页与Web程序设计（第2版）

作者：吴黎兵等 ISBN：978-7-111-44819-8 定价：39.00元



大学计算机基础教程

作者：赵莉等 ISBN：978-7-111-47605-4 定价：37.00元



C语言程序设计教程

作者：黄苏雨等 ISBN：978-7-111-47622-1 定价：35.00元

计算机搜索技术及技巧

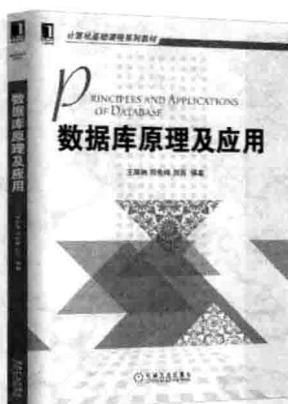
作者：朱俭 ISBN：978-7-111-41782-8 定价：35.00元

推荐阅读



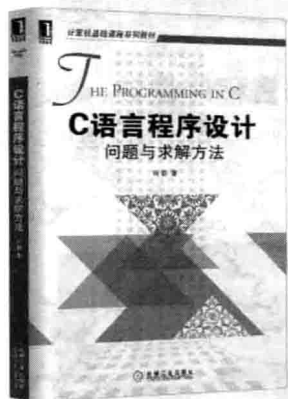
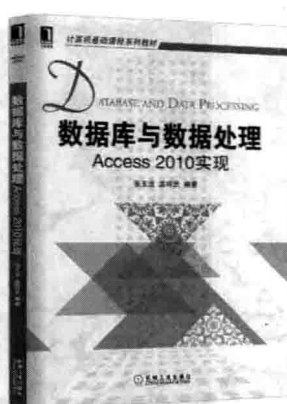
Access 2010数据库程序设计教程

作者：熊建强等 ISBN: 978-7-111-43681-2 定价：39.00元



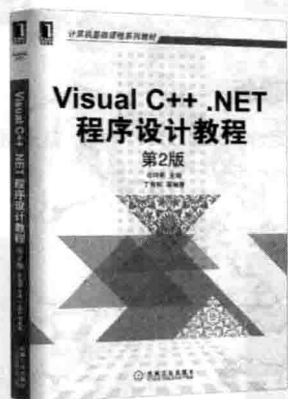
数据库原理及应用

作者：王丽艳等 ISBN: 978-7-111-40997-7 定价：33.00元



数据库与数据处理: Access 2010实现

作者：张玉洁等 ISBN: 978-7-111-40611-2 定价：35.00元



Visual C++ .NET程序设计教程 第2版

作者：郑阿奇等 ISBN: 978-7-111-40084-4 定价：36.80元



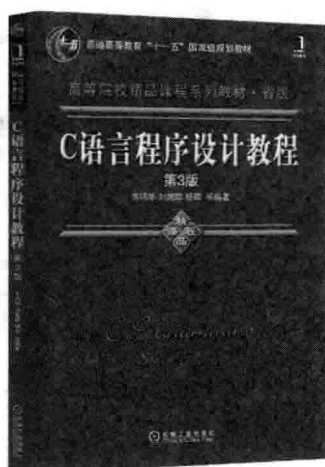
C语言程序设计: 问题与求解方法

作者：何勤 ISBN: 978-7-111-40002-8 定价：36.00元

计算机网络教程 第2版

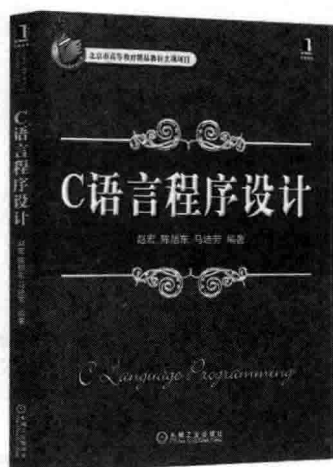
作者：熊建强等 ISBN: 978-7-111-38804-3 定价：39.00元

推荐阅读



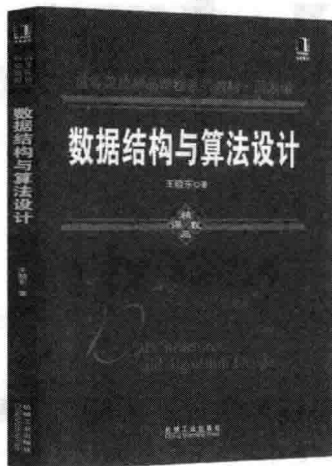
C语言程序设计教程 第3版

作者：朱鸣华等 ISBN: 978-7-111-44998-0 定价：35.00元



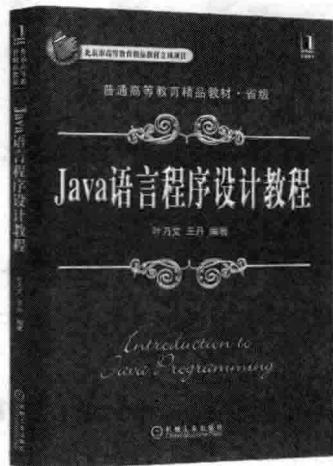
C语言程序设计

作者：赵宏等 ISBN: 978-7-111-40938-0 定价：35.00元



数据结构与算法设计

作者：王晓东 ISBN: 978-7-111-37924-9 定价：29.00元



Java语言程序设计教程

作者：叶乃文等 ISBN: 978-7-111-29197-8 定价：29.80元

目 录

前言

教学建议

第 1 章 数据库基础 1

1.1 数据库基本概念 1

1.1.1 数据与信息 1

1.1.2 数据管理的发展 1

1.1.3 数据库 2

1.1.4 数据库管理系统 2

1.1.5 数据库系统 3

1.1.6 数据库管理系统的内部结构 3

1.2 数据模型 4

1.2.1 概念模型 4

1.2.2 组织模型 5

1.3 关系代数 6

1.3.1 传统的集合运算 6

1.3.2 专门的关系运算 7

习题 1 9

第 2 章 Access 2010 概述 12

2.1 初识 Access 2010 12

2.1.1 Access 2010 的新增功能 12

2.1.2 Access 2010 的启动 13

2.1.3 Access 2010 的关闭 13

2.2 Access 2010 的工作界面 13

2.3 Access 2010 的数据库对象 17

2.4 Access 2010 的帮助系统 19

习题 2 20

第 3 章 数据库设计与创建 22

3.1 关系数据库的设计 22

3.1.1 需求分析 22

3.1.2 概念结构设计 23

3.1.3 逻辑结构设计 25

3.1.4 物理结构设计 26

3.1.5 行为设计 27

3.1.6 数据库实施 27

3.1.7 数据库的运行与优化 27

3.2 关系数据库的创建 28

3.2.1 建立空数据库 28

3.2.2 使用模板建立数据库 29

3.3 关系数据库的常见操作 30

习题 3 31

上机实验 32

第 4 章 表的建立与操作 33

4.1 表的结构 33

4.1.1 字段名 33

4.1.2 数据类型 33

4.1.3 主键和外键 34

4.2 创建表 35

4.2.1 使用设计视图建表 35

4.2.2 使用数据表视图建表 36

4.2.3 通过导入或链接数据建表 38

4.3 字段属性 40

4.3.1 字段大小 40

4.3.2 格式 41

4.3.3 输入掩码 43

4.3.4 有效性规则和有效性文本 44

4.3.5 标题 44

4.3.6 默认值 44

4.3.7 索引 44

4.4 建立表之间的关系 45

4.4.1 表之间关系的类型 45

4.4.2 数据完整性 45

4.4.3 建立关系 46

4.4.4 子数据表 47

4.5 向表中输入数据 47

4.6 表的基本操作与修改 48

4.6.1 表的基本操作 49

4.6.2 修改表的结构 49

4.6.3 修改表记录 50

4.6.4 修改表之间的关系 51

4.7 数据表的使用	51	5.10.4 追加查询	82
4.7.1 改变数据表的外观	51	5.11 SQL 查询	83
4.7.2 查找和替换	52	5.12 综合实例	85
4.7.3 记录的排序	53	习题 5	87
4.7.4 数据筛选	54	上机实验	89
4.8 数据透视表和数据透视图	55	第 6 章 窗体的制作	91
4.8.1 数据透视表	55	6.1 认识窗体	91
4.8.2 数据透视图	56	6.1.1 窗体的作用	91
习题 4	58	6.1.2 窗体的视图	91
上机实验	59	6.1.3 窗体的结构	92
第 5 章 查询的使用	61	6.1.4 窗体的分类	93
5.1 查询概念	61	6.2 使用向导快速创建窗体	93
5.2 Access 2010 查询类型	61	6.2.1 快速创建窗体	93
5.3 查询视图	62	6.2.2 使用窗体向导创建窗体	94
5.4 选择查询	63	6.3 使用设计视图创建窗体	97
5.4.1 使用查询向导创建查询	63	6.3.1 用设计视图创建窗体的过程	97
5.4.2 运行查询	65	6.3.2 窗体控件工具的使用	99
5.4.3 使用设计视图创建查询	65	6.4 窗体的修饰	108
5.5 修改查询	70	6.4.1 调整控件大小	108
5.5.1 添加表 / 查询	70	6.4.2 更改字体颜色	109
5.5.2 删除表 / 查询	70	6.4.3 对齐控件	109
5.5.3 添加字段	70	6.4.4 更改距离	109
5.5.4 删除字段	71	6.4.5 移动控件	109
5.5.5 重命名查询字段	71	6.4.6 添加页眉、页脚	109
5.6 创建计算方式查询	71	6.5 窗体中数据的操作	110
5.6.1 使用总计查询统计数据	71	6.5.1 查看数据	110
5.6.2 使用总计查询分组统计数据	72	6.5.2 输入数据	110
5.6.3 添加计算字段	73	6.5.3 修改数据	110
5.6.4 创建自定义查询	74	6.5.4 删除数据	110
5.7 查找重复项和不匹配项查询	74	6.6 设置控件和窗体的属性	110
5.7.1 查找重复项查询	74	6.6.1 设置控件的属性	110
5.7.2 查找不匹配项查询	75	6.6.2 设置窗体的属性	111
5.8 参数查询	76	6.7 创建导航窗体	111
5.9 交叉表查询	77	6.8 综合实例	112
5.9.1 使用交叉表查询向导建立交叉 表查询	77	习题 6	114
5.9.2 使用设计视图建立交叉表查询	79	上机实验	115
5.10 操作查询	79	第 7 章 报表的建立和打印	117
5.10.1 生成表查询	80	7.1 认识报表	117
5.10.2 删除查询	80	7.1.1 报表的分类	117
5.10.3 更新查询	81	7.1.2 报表的视图	118
		7.1.3 报表的组成	119

7.2 自动创建报表	120	习题 8	146
7.3 使用向导创建报表	120	上机实验	148
7.3.1 使用报表向导创建报表	120	第 9 章 模块	149
7.3.2 使用标签向导创建报表	123	9.1 VBA 简介	149
7.4 使用设计视图创建报表	125	9.2 模块的分类与结构	150
7.4.1 创建报表	125	9.2.1 模块的分类	150
7.4.2 设置节的属性	126	9.2.2 模块的结构	151
7.4.3 设置报表的属性	128	9.3 过程的分类	151
7.4.4 在报表中添加日期和时间	128	9.4 面向对象程序设计	152
7.4.5 在报表中添加页码	129	9.5 VBA 编程环境	153
7.5 排序和分组	129	9.6 编写代码	154
7.5.1 排序数据	130	9.6.1 数据类型	154
7.5.2 分组数据	132	9.6.2 变量与常量	154
7.5.3 在报表中添加计算型控件	134	9.6.3 数组	155
7.6 打印报表	135	9.6.4 VBA 中的常用函数	156
7.6.1 页面设计	135	9.6.5 运算符	157
7.6.2 打印	136	9.6.6 流程控制语句	158
习题 7	136	9.6.7 参数传递	165
上机实验	138	9.7 数据库编程	166
第 8 章 宏	139	习题 9	168
8.1 宏的基本概念	139	上机实验	171
8.2 设计宏	139	第 10 章 综合实例	172
8.2.1 创建宏	139	10.1 设计图书借阅管理数据库	172
8.2.2 创建宏组	142	10.2 确定系统功能	173
8.2.3 创建条件宏	143	10.3 建立图书借阅管理数据库	
8.2.4 设置宏操作参数	144	及数据表	174
8.3 调试宏	144	10.4 使用查询	175
8.4 运行宏	145	10.5 制作窗体	176
8.4.1 直接运行宏	145	10.6 创建报表	177
8.4.2 从另一个宏或 Visual Basic		10.7 人事档案管理系统实例	178
程序中运行宏	145	上机实验	179
8.4.3 通过响应窗体、报表或控件		参考文献	181
中发生的事件运行宏	146		

第 1 章 数据库基础

数据库是管理数据的一种技术，它的应用已经渗透到我们生活的各个方面。本章主要介绍数据库的基本概念，通过数据模型理解数据库技术如何管理数据，最后简单地介绍关系数据库的基础——关系代数中传统的集合运算和专门的关系运算。

1.1 数据库基本概念

1.1.1 数据与信息

人们在工作 and 生活中会接触到大量的数据，也需要对数据进行保存和处理工作，这些数据包括：文本、图形、图像、音频和视频等。从本质上说，数据（Data）是描述事物的符号记录。这些符号记录如果能被计算机接受，就可以在计算机中对数据进行相应地处理。

从数据中获得的有意义的内容称为信息，它是人们对客观事物属性和运动状态的反映。如（李明，18）为数据，若未经过解释，我们不明白它的含义。若经过解释，一个人的姓名为李明，18 表示他的年龄，则就获得了有意义的信息。

数据处理是利用计算机对数据进行采集、整理、存储、分类、排序、检索、维护、加工、统计和传输等一系列操作的过程。

数据与信息有着不可分割的联系，数据经过处理后可提炼出信息。

1.1.2 数据管理的发展

计算机出现后，人们希望通过它对数据进行适当的管理，包括分类、组织、存储和维护，它是数据处理的核心。而数据管理技术的发展主要经历了文件系统和数据库系统管理两个阶段。

1. 文件系统阶段

随着外存的出现和操作系统的的发展，计算机开始以“文件”的方式对数据进行管理。一方面，数据被组织成相互独立的数据文件，另一方面，用户可通过程序员编写的应用程序来访问和处理文件中的数据。

这一阶段管理的特点是：数据长期保存；应用程序与数据之间有了一定的独立性；一个数据文件可被多个应用程序使用，一个应用程序也可访问多个数据文件，它们之间的对应关系如图 1-1 所示。但这种数据管理方式会带来数据冗余，进而会导致数据不一致的情况。

如 F1 文件保存学生信息，包括学号、姓名、性别、出生日期、班级、电话等信息；F3 文件保存学生选课信息，包括学号、姓名、班级、课程号、课程名和成绩等信息。这两个文件中存有相同的学号、姓名、班级信息，造成了数据的重复存储，称为数据冗余。数据冗余会带来更严重的数据不一致问题，如某学生的班级发生了变更，若只修改了 F1 文件中的“班级”，而没有在 F3 文件中做相同的修改，这就造成了该学生的



图 1-1 文件系统阶段程序与数据多多对应

“班级”在 F1 和 F3 两个文件中不一样，也就是数据不一致的问题。

针对文件管理方式存在的这些缺陷，人们逐渐开发出以统一管理和共享数据为主要特征的数据库管理系统。

2. 数据库系统阶段

随着大容量磁盘的出现和数据量的不断增大，多种应用程序共享数据集合的要求也愈发强烈。伴随着联机实时处理和分布式处理需求的发展，数据库技术应运而生。在这种方式下，用户通过应用程序访问数据库时，由数据库管理系统统一处理，用户不再需要知道数据文件的逻辑和物理结构及物理存储位置。

有了数据库技术之后，用户只需要知道存储所需数据的数据库名，就可以对数据库对应的数据文件中的数据进行操作。

这一阶段管理的特点是：数据整体结构化，统一存储在数据库中，实行统一管理，每个应用程序都可访问；数据共享性高；具有较高的数据独立性；完备的数据控制功能；数据冗余较小。数据库系统中应用程序与数据库之间的关系如图 1-2 所示。



图 1-2 数据库系统阶段数据与程序一多对应

1.1.3 数据库

数据库（Database, DB）是相互联系的数据的集合，它用综合的方法组织数据，具有较小的数据冗余，可供多个用户共享，具有较高的数据独立性，具有安全控制机制，能够保证数据的安全可靠，允许并发地使用数据库，能及时有效地处理数据，并能保证数据的一致性和完整性。

在组织数据库中的数据时，往往将相互联系的数据组织在一起，如学号和姓名都描述学生的属性，它们会被组织在学生表中；另外，表之间如果有关联，也需要建立它们之间的联系，如学生表和选课表，它们都有学号字段，这样就建立了两个表之间的联系。若想知道某学号的学生选修课程的信息，可通过学号字段在选课表中查找。在数据库中，数据可采用不同的组织方式，如顺序或索引方式。

数据库中的数据可供多个用户访问，也就是被这些用户共享。当多个用户同时请求访问和操作数据库中的某个或某些数据时，系统需确定合理的顺序，分时响应用户的请求，这种响应策略称为并发技术。并发技术宏观上给用户的感觉是并行（即同时响应），但微观上是串行（即分时响应）。

由于数据库中一般都保存了重要的数据，所以其安全性是数据库中需要考虑和研究的问题。目前，许多数据库管理系统采用权限管理的方式解决这一问题，即给不同的用户赋予不同的权限，只有具有了连接、访问和操作权限的用户才能访问和操作数据库中特定的数据。另外，为了保证数据库中数据的正确性，数据库中采用数据完整性机制来满足这一要求。如考试成绩若要求是百分制时，可通过限制成绩的数据必须在 0 到 100 之间来保证其正确性。

1.1.4 数据库管理系统

数据库管理系统（Database Management System, DBMS）是位于用户应用程序与操作系统之间，对数据进行管理和维护的系统软件。

数据库管理系统的主要功能包括如下几个方面：

1) 数据库的建立与维护功能。该功能包括创建数据库、对数据库空间的维护、数据库的

转储与恢复、数据库的重组、数据库性能的监视与调整。

2) 数据定义功能。该功能主要定义数据库中的对象,如表、视图等,还可定义相关的约束条件等。该功能一般是通过数据定义语言 (DDL) 实现的。

3) 数据操纵功能。该功能用于实现对数据库中的数据进行查询、插入、修改和删除等操作。该功能一般是通过数据操作语言 (DML) 实现的。

4) 数据的组织、存储和管理功能。该功能确定数据的存储结构、存取方式、存储位置,并实现数据之间的关联。

5) 数据库的运行管理功能。该功能对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性检查和数据库的恢复操作。

1.1.5 数据库系统

数据库系统 (Database System, DBS) 是指在计算机中引入数据库后的系统,一般由数据库、数据库管理系统 (及相关的实用工具)、应用程序、数据库管理员和用户组成。

一个完整的数据库系统通常包括硬件、软件和人员三部分。

1. 硬件

硬件是运行数据库系统的硬件资源,包括 CPU、内存、外存及输入输出设备。系统的 CPU 应具有较高的速度、较短的响应时间和较强的处理能力,应有足够大的内存以存放操作系统、DBMS 核心模块、数据缓冲区和应用程序,应有足够的高速大容量存取设备存放和备份数据库,包括高速大缓存磁盘、磁带和光盘等,另外应有较高的数据传输能力,保持系统的吞吐能力。

2. 软件

软件包括数据库管理系统、支持数据库管理系统运行的操作系统软件、开发应用程序的高级语言及其开发环境、以数据库管理系统为核心的实用工具。其中,数据库管理系统是连接数据库与用户之间的纽带,是软件系统的核心,也是建立、使用和维护数据库的系统软件。

3. 人员

数据库系统的人员包括数据库管理员、系统分析人员、数据库设计人员、应用程序开发人员和最终用户。数据库管理员负责数据库的管理、维护和正常使用,包括参与设计数据库的结构和内容,决定数据库的存储和存取策略,优化存储空间,定义数据安全性和完整性,监控数据库的正常运转,及时处理数据库运行中出现的問題,必要时改进和重构数据库系统。而系统分析人员则负责整个应用系统的需求分析和规范说明。数据库设计人员主要负责确定数据库数据、设计数据库结构等。应用程序开发人员负责设计和编写使用与维护数据库的应用程序。最终用户通过应用程序访问数据库。

1.1.6 数据库管理系统的内部结构

数据库管理系统是用户应用程序与操作系统之间的系统软件,用户对数据的操作都是通过数据库管理系统实现的。

数据库管理系统内部通常采用三层模式结构和二级映像,如图 1-3 所示。三层模式包括外模式、模式和内模式,二级映像包括外模式与模式间的映像、模式与内模式间的映像。

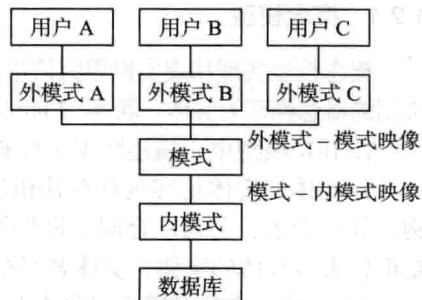


图 1-3 数据库的三层模式结构

1) 模式: 也称为逻辑模式或概念模式, 是对数据库中所有数据的逻辑结构和特征的描述, 它不涉及数据的物理存储细节和硬件环境, 也与具体的应用开发环境无关。如: 学生(学号, 姓名, 性别, 班级, 出生日期, 是否住宿, 电话号码)即为学生模式, 课程(课程号, 课程名称, 学时, 学分, 课程性质)为课程模式, 学生选课(学号, 课程号, 平时成绩, 考试成绩)为学生选课模式。这些模式描述了数据的逻辑结构, 包括数据项的名字、类型、取值范围等, 但不涉及存储字段的表示, 也不涉及与存储相关的访问细节。

2) 外模式: 也称为用户模式或子模式, 是对用户感兴趣的局部数据的描述。如: 宿舍管理部门对学生模式中的性别信息感兴趣, 所以将这些信息取出, 组成了新的模式, 学生性别信息(学号, 班级, 性别, 是否住宿)即为外模式, 为宿舍管理部门所用, 它是学生模式的子集。而教师关心的则是学生考试的成绩, 所以学生成绩(学号, 课程名, 考试成绩)构成了另一个外模式, 它为教师所用, 通过重构学生、课程、学生选课模式中的数据组成。

3) 内模式: 也称为存储模式, 是对整个数据库的底层表示, 它描述了数据的存储结构等。

4) 外模式-模式映像: 模式描述的是数据的全局逻辑结构, 外模式描述的是数据的局部逻辑结构。对应于同一模式, 可以有多个外模式, 对于每个外模式, 系统都建立了外模式到模式的映像, 它定义了外模式与模式间的对应关系。当模式改变时, 管理员通过外模式定义语句, 调整外模式到模式的映像, 从而保持外模式不变, 这保证了程序与数据的逻辑独立性。

5) 模式-内模式映像: 模式-内模式映像定义了数据库的逻辑结构和物理结构之间的对应关系, 该映像关系通常被保存在数据库的系统表中。当数据库的物理结构发生了改变, 只要对模式-内模式映像做相应的调整, 就可以保持模式不变, 这保证了数据与程序的物理独立性。

1.2 数据模型

模型是对客观存在的事物及其相互间联系的抽象与模拟。数据模型是对数据间联系与约束条件的全局性描述。数据模型分为两层, 分别为概念层数据模型(简称概念模型)和组织层数据模型(简称组织模型)。如图 1-4 所示, 欲将现实世界中的事物使用计算机描述和处理, 需首先采用概念层模型将其抽象到信息世界, 该过程不依赖于具体的计算机系统, 该层描述出来的数据属于逻辑结构数据, 与具体实现无关。然后, 采用组织层模型将逻辑结构数据转换为某具体 DBMS 支持的、能够保存和处理的物理结构数据。

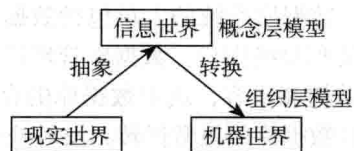


图 1-4 从现实世界到机器世界的过程

1.2.1 概念模型

概念模型实现从现实世界到信息世界的抽象, 它是从数据的应用语义角度来实现的抽象。最常用的概念模型为实体-联系(Entity-Relationship, E-R)模型, 使用该模型的工具称为 E-R 图。

在 E-R 模型中, 描述数据主要有三个方面的内容: 实体、属性和联系。

1) 实体。实体是客观存在并相互区分的同一类对象的集合。实体可以是具体的人、事和物。如: 学生、公司、合同、报告等。实体中每个具体的值称为一个实例, 在 E-R 图中, 用矩形框表示具体的实体, 实体名写在框内。

2) 属性。实体或联系可能有若干特性, 这些特性就称为属性, 因此属性是描述实体或联系的特性的数据项。在 E-R 图中, 属性用椭圆形框表示, 框内写上相应属性的名字, 并用直

线将其与所描述的实体或联系连接起来。

在实体的属性中,能够唯一标识实体的一个属性或最小的属性集称为实体的标识性属性,如“学生”实体的标识性属性就是“学号”。

3) 联系。实体之间的依赖关系,称为联系。在 E-R 图中,联系用菱形框表示,框内写上联系名,并用直线将其与所联系的实体连接起来。

联系也可以有自己的属性。联系的类型有三种:一对一、一对多、多对多。

□ 一对一 (1:1): 实体 A 中的每个实例在实体 B 中至多有一个 (也可以没有) 实例与之关联,反之亦然。则实体 A 与实体 B 间为一对一联系,记为 1:1。

□ 一对多 (1:n): 实体 A 中的每个实例在实体 B 中有 n 个 ($n \geq 0$) 实例与之关联,而实体 B 中的每个实例在实体 A 中最多只有 1 个实例与之关联,则实体 A 与实体 B 间为一对多联系,记为 1:n。

□ 多对多 (m:n): 实体 A 中的每个实例在实体 B 中有 n 个 ($n \geq 0$) 实例与之关联,实体 B 中的每个实例在实体 A 中有 m 个 ($m \geq 0$) 实例与之关联,则实体 A 与实体 B 间为多对多联系,记为 m:n。

如图 1-5 所示为描述现实世界中学生借书的 E-R 图,在校园生活中,学生可以借阅图书,欲将这样一个活动的数据记录下来,可采用 E-R 模型将需保存的数据抽象出来。该图中学生、图书为两个实体,学生有学号、姓名、性别和班级等属性,图书有书号、书名、出版社和价格等属性,而借书是这两个实体的联系,表示学生借阅图书,借书时会涉及借书日期和还书日期这样的属性,所以图中也画出了这两个属性以描述借书活动的特征。

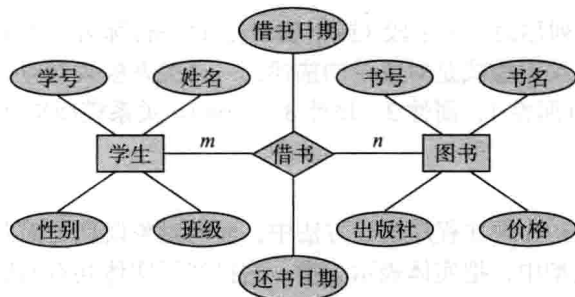


图 1-5 学生借书的 E-R 图

1.2.2 组织模型

组织模型实现从信息世界到机器世界的转换,它是从数据的组织方式角度来描述数据。在数据库发展过程中,出现的组织层数据模型有:层次模型、网状模型、关系模型、面向对象模型。

1. 层次模型

层次模型是最早发展起来的数据库模型,它用树形结构表示实体及实体之间的联系。这种一对多联系结构的方式在现实世界中很普遍,如家族结构、行政组织机构。图 1-6 为一个学院人事组织的层次模型示例。层次模型中有两点限制:

1) 有且仅有一个结点无父结点,这个结点即为树的根。

2) 其他结点有且仅有一个父结点。

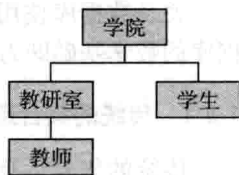


图 1-6 层次模型示例

层次模型只能表示一对多联系，不能直接表示多对多联系。

2. 网状模型

用图的结构表示实体以及实体之间的联系的数据模型即为网状模型。忽略层次模型中的两点限制，即允许一个以上的结点无父结点，并且每个结点可以有多个父结点，就形成了网状模型。如图 1-7 所示为描述学院组织机构及学生情况的网状模型。

网状模型可以直接表示多对多的联系，但实现起来过于复杂。

3. 关系模型

用二维表格形式表示实体以及实体之间联系的模型即为关系模型。一个二维表就是一个关系，二维表的名称就是关系的名称。表 1-1 和表 1-2 所示为学生选课系统中学生和选课两个关系，它们之间的联系是通过学号建立起来的。

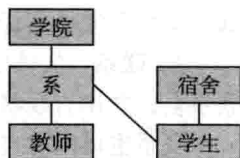


图 1-7 网状模型示例

表 1-1 学生表

学 号	姓 名	性 别	年 龄	班 级
20120001	李良青	男	20	信管 1201
20120002	薛红玲	女	19	会计 1203

表 1-2 选课表

学 号	课程号	成 绩	学 号	课程号	成 绩
20120001	001	80	20120002	002	70
20120001	002	95			

在二维表中，每一列称为一个字段（或叫属性），每一行称为一个记录（或叫元组），属性的取值范围称为值域。关系模式是对关系的描述，一个关系模式对应一个关系的结构。关系模式的格式是：关系名（属性 1，属性 2，属性 3，……）。关系模型是目前最重要的一种模型，也是最流行的一种模型。

4. 面向对象模型

面向对象的概念最初出现在程序设计方法中，面向对象模型是面向对象概念与数据库技术相结合的产物。该模型中，把实体表示为类，它描述了实体共有的属性和行为。类的实例即为对象，通过设置不同的属性值和行为模式来区分不同的个体（即对象）。

面向对象数据库基于把数据和与对象相关的代码封装成单一组件，它没有单一固定的数据库结构。

面向对象模型是用“面向对象”的观点来描述现实世界客观存在的事物的逻辑组织、对象间联系和约束的模型，它主要用于多媒体领域及复杂的难以在关系数据库管理系统中模拟和处理的关系。

1.3 关系代数

关系数据库使用关系数据模型组织数据，用数学的方法来处理数据库中的数据，关系数据库的数学基础即为关系代数。

1.3.1 传统的集合运算

传统的集合运算包括并、交、差和笛卡儿积运算，参加并、交、差运算的关系应具有相同的属性，且相应的属性值应取自同一个值域。如图 1-8 为两个关系 R 和 S。