



数据库应用系列教材

# 数据库实用教程

聂培尧 赛英 李文继 杨孔雨 编著

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

数据库应用系列教材

# 数据库实用教程

聂培尧 赛 英 李文继 杨孔雨 编著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是《数据库应用系列教材》之一。本书系统全面、深入浅出地阐述数据库系统的基本原理、应用和最新技术。按照讲清理论、理顺体系、体现最新发展、加强实际应用的写作宗旨组织了本书的编写。本书主要内容包括：数据库系统的基本概念、E-R 模型设计、关系模型、关系数据库标准语言 SQL、关系数据库的规范化设计、关系数据库应用系统开发技术、数据库的存储结构、数据库管理和控制及数据库的新技术与新应用等。本书将几个实例的讲解系统化地贯穿全书。每章后面都附有丰富的习题，以供读者课后练习、上机操作。

本书可作为高等院校非计算机专业本、专科的数据库课程教材，也可供从事计算机软件及其相关工作的科技人员和工程技术人员参阅。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数据库实用教程/聂培尧等编著. —北京: 科学出版社, 2005  
(数据库应用系列教材)

ISBN 7-03-015952-7

I. 数… II. 聂… III. 数据库-教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 081130 号

责任编辑: 鞠丽娜/ 责任校对: 刘彦妮

责任印制: 吕春珉/ 封面设计: 三函设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年8月第一版 开本: B5 (720×1000)

2005年8月第一次印刷 印张: 16 1/2

印数: 1—4 000 字数 330 000

定价: 23.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8002 (HI06)

## 《数据库应用系列教材》编委会

主任 王 珊          中国人民大学

徐洁磐          南京大学

编 委 (按姓氏笔画排序)

马玉书          石油大学 (北京)

王能斌          东南大学

孙志挥          东南大学

许龙飞          暨南大学

李庆忠          山东大学

李昭原          北京航空航天大学

沈钧毅          西安交通大学

邵晓英          宁波大学

邵佩英          中国科学院研究生院

单启成          南京大学

唐世渭          北京大学

聂培尧          山东财政学院

郭景峰          燕山大学

黄上腾          上海交通大学

# 序

近年来,我国高等教育事业飞跃发展,在校学生人数突飞猛进,与此同时,高校教育改革逐渐冲破旧的计划经济模式,新的模式也正在建立。在这种形势下,旧的教材体系已不能适应新的需要,因此迫切需要建立新的教材体系。基于此种情况,我们以计算机相关专业中的数据库系统教材为依托,组织了一套适应不同需求、不同层次、不同目标的数据库系列教材,其组织依据是:

1. 在高等学校中随着老校的调整与改革,新校的不断涌现,过去计划经济的一刀切模式已逐渐改变,各校在培养目标、人才市场定位方面已出现多种模式(如研究型、应用型、开发型等),因此需要有多种不同数据库系统教材以适应不同模式的需求,而现有教材大多只能适应少数模式的需求。

2. 近年来计算机应用飞速发展,计算机与其他专业的交叉应用发展很快,如文科中的数量经济、信息管理、电子商务、财政金融等专业,理工科中的机械、建筑、城市规划、遥感遥测等都急需开设计算机及数据库等相应课程,也需相应的教材,而此方面的合适教材目前较为少见。

3. 随着教学改革的深入,数据库课程自身也需进行改革,它除了需要有主课程外,还需要有若干门配套的辅助性课程与教材,如数据库分析与设计、Web 数据库、数据库应用等课程,以及数据库实验课、实习课以及习题集等配套教材。此外,还需配合使用现代化手段如电子教案及课件等相关音像制品。所有这些教材都需构成一个以数据库主课程为核心的有机组合的系列教材,而此方面的组合教材正是目前所缺少的。

4. 数据库技术本身发展很快,而教材编写相对滞后,同时国内数据库教材又受国外教材影响较大,因此适合国情的本土化教材的建设尤为重要,因此,能编写出既适应目前技术发展水平,又能适应我国经济发展需要的数据库教材是当前之急需。

5. 本系列教材能适应不同模式、不同层次、不同系科(计算机及非计算机专业)的需求,它除追求基本原理的正确性外着重在它的应用性。由于数据库是一门实用性很强的课程,我们希望学生在学了此课程后能在实际应用中发挥作用。

本系列教材正是为适应上面所述的需要而编写的,目前它以计算机及非计算机专业的本科生教材为主,并将逐渐扩充到研究生及大专层次。本系列教材采取开放性组织方式,今后将根据学科发展陆续组织出版数据库领域的优秀图书。

本系列教材的编写人员涉及各个不同层次与专业,有大量实际经验与理论水平,相信这套教材的问世能对数据库教学起一定的促进作用。

《数据库应用系列教材》编委会

2004年9月

# 前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，也是应用最广的技术之一，是计算机信息系统的核心技术和重要基础。随着应用需求的扩大、数据本身的变化、硬件技术的进步和 Internet 网络的普及，数据库技术也不断发展和变化着。新课题的不断提出，新技术的不断涌现，使数据库技术仍然成为一个十分活跃、充满挑战的研究领域。我们遵循加强基础、紧密联系实际应用、为教学和社会及产业服务的原则组织了本教程的编写。

非计算机专业学生学习数据库课程的目的有以下三点：

(1) 掌握数据库系统的一般知识，包括关系数据库系统的基本概念、设计方法和使用方法，能够完成数据库的简单应用。

(2) 了解数据库应用系统的开发过程和开发方法，能够以最终用户或项目管理者身份参与项目开发。

(3) 了解数据库发展的新技术和新应用。

本书可作为高等院校财经类专业的数据库课程教材，讲解深入浅出，内容系统全面，既包括数据库系统基本概念、数据模型、数据库设计、数据库管理和控制等数据库的基本原理，又介绍了数据库的一般概念在实际数据库系统 Microsoft SQL Server 中的实现和关系数据库应用系统的开发技术，还反映了数据库技术的最新发展和数据库应用的最新进展。

考虑到本书面向的是非计算机专业，全书着重从应用的角度讲解而不是讨论复杂的理论和内部技术。书中的概念都将尽量以直观的方式加以描述，并用几个财经类的实例系统化地贯穿全书，使非计算机专业的读者能从直观的角度来理解复杂的理论，从而掌握设计、使用和实现数据库系统及其应用所需要的基本概念。

除了讲解基本原理，书中还介绍了具体的关系数据库管理系统产品 SQL Server 2000，给出了数据库的一般概念在 SQL Server 中的具体实现，以及客户机/服务器和浏览器/服务器结构的数据库应用系统开发技术。

全书共分 9 章：

第 1 章是数据库引论，包括数据库系统的基本概念、数据模型、数据库管理系统的体系结构以及设计、管理和使用数据库的人员组成。

第 2 章介绍实体-联系模型的组成元素、实体联系图和实体联系模型的设计方法。

第 3 章介绍关系模型的逻辑结构、关系约束和关系代数操作。

第 4 章介绍关系数据库标准语言 SQL。

第 5 章介绍关系数据库的规范化设计理论以及数据库设计的全过程。

第 6 章介绍关系数据库应用系统开发技术,包括关系数据库管理系统产品 SQL Server 2000, 以及客户/服务器和浏览器/服务器结构下的开发技术。

第 7 章介绍数据库的存储结构,包括存储介质、文件组织、索引和散列技术。

第 8 章介绍数据库管理与控制机制,包括数据库完整性、数据库安全性和数据库恢复的实现机制,以及 SQL Server 中的管理与控制机制。

第 9 章介绍数据库技术和应用的最新进展,包括数据仓库与 OLAP、数据挖掘和电子商务等。

书中每一章后面均附有一定数量的习题,供读者在学习过程中复习、巩固和加强对书中的基本原理和技术的理解和应用。

全书的教学时数建议设定为 40 至 60 学时,也可以根据具体情况做适当增减。由于本书的内容较丰富,讲授时可以根据课时情况及专业情况对本书的内容做适当取舍。比如,对于第 3 章的关系代数和关系演算以及第 5 章中理论性较强的内容可以适当压缩,对于第 2 章中 E-R 模型的扩充、第 7 章中的散列技术、第 8 章的数据库管理和控制机制以及第 9 章中的数据库新应用的一些内容可以进行选讲。这些内容已经在书中用\*号做了标记。

本书由聂培尧负责内容的取材、组织和审定。第 1 章至第 3 章以及第 8 章由赛英执笔,第 4 章至第 6 章由李文继执笔,第 7 章和第 9 章由杨孔雨执笔。

山东大学董继润教授和南京大学徐洁磐教授审阅了全稿,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2005 年 7 月

# 目 录

<b>第 1 章 引论</b> .....	1
1.1 数据库基本概念.....	1
1.1.1 基本概念.....	1
1.1.2 数据库系统与文件系统.....	3
1.2 数据模型.....	5
1.2.1 数据模型的分类.....	5
1.2.2 实体-联系模型.....	6
1.2.3 关系模型.....	7
1.3 数据库管理系统的体系结构.....	8
1.3.1 数据库管理系统的功能.....	8
1.3.2 三级模式.....	9
1.3.3 两级映像与数据独立性.....	10
1.4 设计、管理和使用数据库的人员.....	11
1.4.1 数据库设计人员.....	11
1.4.2 数据库管理员.....	11
1.4.3 数据库用户.....	12
习题.....	12
<b>第 2 章 实体-联系模型</b> .....	13
2.1 实体.....	13
2.1.1 实体和属性.....	13
2.1.2 实体集、实体类型和码.....	15
2.2 联系.....	16
2.2.1 联系、联系集和联系类型.....	16
2.2.2 联系类型的约束.....	18
2.2.3 联系类型的码.....	20
2.3 实体-联系图.....	21
2.3.1 E-R 图示法.....	21
*2.3.2 弱实体类型及其 E-R 图示.....	25
*2.4 E-R 模型的扩充.....	26
2.4.1 子类、超类和继承.....	26
2.4.2 特殊化/一般化的约束.....	27



2.4.3 聚集 .....	29
2.5 E-R 模型的设计 .....	30
2.5.1 E-R 模型设计的指导原则 .....	31
2.5.2 银行数据库的 E-R 模型设计 .....	32
习题 .....	35
<b>第 3 章 关系模型</b> .....	<b>37</b>
3.1 关系模型的基本概念 .....	37
3.1.1 关系的定义 .....	37
3.1.2 关系模式 .....	38
3.1.3 E-R 模型向关系数据库模式的转换 .....	38
3.1.4 关系模型的定义 .....	42
3.2 关系约束 .....	43
3.2.1 关系模型的完整性约束 .....	43
3.2.2 更新操作与关系约束 .....	45
*3.3 关系代数 .....	48
3.3.1 基本操作 .....	48
3.3.2 附加的操作 .....	53
*3.4 关系演算 .....	56
3.4.1 元组关系演算 .....	56
3.4.2 域关系演算 .....	57
习题 .....	57
<b>第 4 章 关系数据库标准语言 SQL</b> .....	<b>60</b>
4.1 SQL 的数据定义 .....	60
4.1.1 示例数据库 .....	60
4.1.2 数据库的定义 .....	63
4.1.3 SQL 的基本数据类型 .....	65
4.1.4 表的定义、删除和修改 .....	65
4.1.5 索引的建立和删除 .....	68
4.2 SQL 的数据更新 .....	70
4.2.1 数据插入 .....	71
4.2.2 数据修改 .....	72
4.2.3 数据删除 .....	72
4.3 SQL 的数据查询 .....	73
4.3.1 语句语法 .....	73
4.3.2 单表查询 .....	73
4.3.3 聚集函数 .....	78

4.3.4 多表查询.....	80
4.4 SQL 的视图.....	85
4.4.1 视图的概念与定义.....	85
4.4.2 视图的查询与更新.....	87
4.5 SQL 的其他特性.....	87
4.5.1 嵌入式 SQL.....	87
4.5.2 动态 SQL.....	91
习题.....	91
<b>第 5 章 关系数据库的规范化设计.....</b>	<b>94</b>
5.1 数据库设计概述.....	94
5.2 关系规范化理论.....	95
5.2.1 关系模式的设计问题.....	95
5.2.2 规范化理论的基本概念.....	96
5.2.3 关系模式的优化.....	98
5.3 数据库设计的全过程.....	101
5.3.1 需求分析.....	101
5.3.2 概念设计.....	106
5.3.3 逻辑设计.....	111
5.3.4 物理设计.....	114
5.3.5 数据库的实施与维护.....	116
习题.....	117
<b>第 6 章 关系数据库应用系统开发技术.....</b>	<b>119</b>
6.1 现代数据库应用结构.....	119
6.1.1 客户机/服务器结构.....	119
6.1.2 浏览器/服务器结构.....	121
6.2 SQL Server 2000.....	122
6.2.1 SQL Server 2000 特点.....	122
6.2.2 SQL Server 2000 体系结构.....	123
6.2.3 SQL Server 2000 安装.....	127
6.2.4 SQL Server 2000 编程.....	128
6.3 客户机/服务器结构开发技术.....	136
6.3.1 开发技术概述.....	137
6.3.2 应用程序接口.....	138
6.3.3 Visual Basic.....	140
6.3.4 PowerBuilder.....	142

---

6.3.5 用 Delphi 开发数据库应用 .....	145
6.4 浏览器/服务器结构开发技术 .....	149
6.4.1 开发技术概述 .....	150
6.4.2 动态网站技术 .....	151
习题 .....	153
<b>第 7 章 数据库的存储结构</b> .....	<b>155</b>
7.1 物理存储介质 .....	155
7.1.1 主存储器 .....	155
7.1.2 磁盘存储器 .....	155
7.1.3 其他存储器 .....	158
7.2 文件组织 .....	159
7.2.1 记录格式 .....	159
7.2.2 文件组织 .....	163
7.3 索引技术 .....	168
7.3.1 有序索引 .....	168
7.3.2 B+树索引 .....	172
*7.4 散列技术 .....	176
7.4.1 散列的概念 .....	176
7.4.2 静态散列 .....	177
7.4.3 动态散列 .....	179
7.4.4 可扩展散列 .....	180
习题 .....	181
<b>*第 8 章 数据库管理与控制</b> .....	<b>183</b>
8.1 数据库完整性 .....	183
8.1.1 SQL 中的完整性约束 .....	184
8.1.2 事务处理与并发控制 .....	188
8.1.3 SQL Server 对并发控制的支持 .....	196
8.2 数据库安全性 .....	198
8.2.1 用户鉴别 .....	198
8.2.2 视图与授权 .....	199
8.2.3 数据加密 .....	201
8.2.4 审计方法 .....	202
8.2.5 SQL Server 2000 安全性和用户管理 .....	202
8.3 数据库恢复 .....	208
8.3.1 恢复过程 .....	208
8.3.2 故障的种类及恢复方法 .....	211

---

8.3.3 SQL Server 中的备份与恢复 .....	212
习题 .....	215
<b>*第9章 数据库新技术及其应用 .....</b>	<b>218</b>
9.1 数据仓库 .....	218
9.1.1 从数据库到数据仓库 .....	218
9.1.2 数据仓库的体系结构 .....	222
9.1.3 数据仓库的数据组织 .....	224
9.1.4 数据仓库的设计 .....	227
9.2 OLAP 技术 .....	229
9.2.1 OLAP 概述 .....	229
9.2.2 OLAP 的数据模型 .....	231
9.2.3 OLAP 的实现技术 .....	233
9.2.4 OLAP 的多维数据分析 .....	234
9.3 数据挖掘 .....	236
9.3.1 数据挖掘概述 .....	237
9.3.2 数据挖掘的步骤 .....	238
9.3.3 数据挖掘的方法 .....	240
9.4 电子商务 .....	241
9.4.1 电子商务概述 .....	241
9.4.2 电子商务中的数据库技术 .....	243
9.4.3 数据库技术在电子商务中的应用 .....	245
习题 .....	249
主要参考文献 .....	250

# 第 1 章 引 论

在当今时代，数据库已经成为人们生活中不可缺少的一部分。例如，去银行存、取款，预定机票，查询高考成绩，在图书馆借阅图书等，这些活动都要涉及数据库的应用，这种应用是通过银行出纳员、售票人员、成绩管理员、图书管理员等专业人员间接进行的。因特网的出现，则急剧增加了用户对数据库的直接访问，比如，当你使用网上银行时，查询账户余额、转账等操作就要存取银行的数据库系统；当你在网上购物时，你所下的订单会保存在某个数据库中；当你在线阅读时，你所访问的数据也是来自某个数据库中的。尽管用户界面隐藏了访问数据库的细节，使大多数人并没有意识到自己正在与数据库打交道，而实际上使用数据库已成为几乎每个人生活中的基本组成部分。本章的 1.1 节首先介绍了数据库系统的基本概念和特征，1.2 节介绍数据模型及其分类，1.3 节介绍数据库管理系统的体系结构，1.4 节介绍了设计、管理和使用数据库的人员。

## 1.1 数据库基本概念

本节首先介绍一些数据库最常用的术语和基本概念，然后介绍与文件系统相比，数据库系统的特征与优势。

### 1.1.1 基本概念

#### 1. 数据与数据处理

数据是数据库系统研究和处理的对象。所谓数据，通常是指可以用符号记录下来的对事物的描述。描述事物的符号可以是数字，也可以是文字、图形、图像、声音等。例如，一篇文章、一幅地图、一首乐曲都是数据。当然，我们这里研究的数据是指经过数字化存入计算机中的数据。

数据处理也称为信息处理，是指从某些已知的数据出发，推导加工出一些新的数据的过程。数据处理不同于科学计算，通常计算比较简单，而数据处理比较复杂。数据管理是数据处理的基础，包括数据的收集、整理、存储、维护、检索等操作。

#### 2. 数据库

数据库 (database, 简称为 DB) 是长期存储在计算机中的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储，

能为各种用户共享，具有较小的冗余度、较高的数据独立性、数据间联系密切等特点。

数据库这个名词起源于 20 世纪 50 年代，当时美国为了战争的需要，把各种情报集中在一起，存储在计算机中，称为数据库。1963 年，美国 Honeywell 公司的 IDS (integrated data store) 系统投入运行，揭开了数据库技术的序幕。1965 年，美国利用数据存储系统帮助设计了阿波罗登月火箭，推动了数据库技术的发展。当时，在美国出现了形形色色的 Database 或 Databank，但它们基本上都是文件系统的扩充。1968 年，美国 IBM 公司推出层次模型的 IMS 数据库系统；1969 年，美国 CODASYL (Conference on Data System Language, 数据库系统语言协会) 组织的数据库任务组 (DBTG) 发表关于网状模型的 DBTG 报告；1970 年，IBM 公司的 E. F. Codd 发表论文提出关系模型。这三件事情奠定了现代数据库技术发展的基础。

### 3. 数据库管理系统

如图 1.1 所示，数据库管理系统 (database management system, 简称为 DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。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。

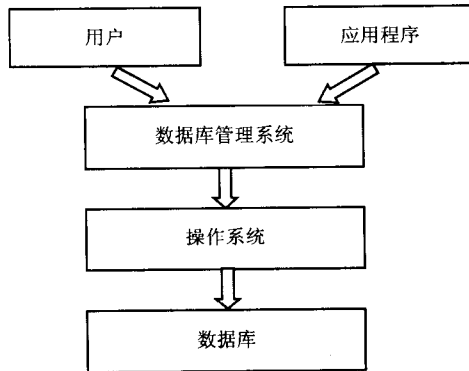


图 1.1 数据库管理系统

### 4. 数据库系统

数据库系统 (database system, 简称为 DBS) 是指引入数据库技术后的计算机系统。数据库系统是一个复杂的系统，不仅仅是一组对数据进行管理的软件 (DBMS)，也不仅仅是一个数据库 (DB)。DBS 是存储介质、处理对象和管理系统的集合体，由数据库、硬件、软件、数据库管理员和用户组成，是一个按照数据库方法存储、维护和向应用系统提供数据支持的系统。

### 1.1.2 数据库系统与文件系统

假设银行需要保存所有客户及其账户的信息。一种方法是将它们存储在操作系统文件中，应用程序通过文件系统对它们进行存取，但这种方法随着数据管理规模的扩大，数据量的急剧增加，则显露出一些缺陷：

#### (1) 数据的冗余和不一致

在传统的文件处理中，应用程序所需要的所有文件的定义是该应用编程的一部分，不同的应用会定义不同的文件，特别是如果这些应用是在很长的一段时间由不同的程序员创建的，这就造成相同的信息可能在不同的文件中重复存储。比如储蓄账户管理程序所定义的文件中包含客户地址和电话等信息，若银行又要开设支票账户，就要开发相应的程序，定义的文件中可能也包含客户地址和电话等信息，这就造成了数据的冗余存储。这种冗余除了导致存储和访问开销增大外，还可能导致数据的不一致。比如某个客户地址的变更可能在储蓄账户文件中得到反映，而在支票账户文件中却没有修改。

#### (2) 数据间联系弱

数据文件之间相互独立，缺乏联系，并且可能具有不同的格式，无法支持以一种方便而有效的方式获取数据。比如要找出某一邮编地区各个客户的所有储蓄账户和支票账户的信息，此需求涉及储蓄账户文件和支票账户文件两个孤立的文件，并且它们也可能具有不同的客户地址格式，编写这样一个应用程序是比较困难的。

数据库系统克服了文件系统的上述缺陷，提供了对数据更有效的管理。数据库系统具有以下几个特征。

#### (1) 数据库系统自描述特征

数据库系统不仅包含数据库本身，还通过系统目录（system catalog）定义了数据库的结构，每个数据项的类型以及加在数据上的各种约束条件。系统中的任何应用都可以通过数据库管理系统 DBMS 软件从系统目录中提取出数据库的定义，根据需求方便地获得对数据库全部或某些数据项的存取。比如，客户信息数据库中包括客户编号、姓名、住址、电话等信息，处理储蓄账户的应用、处理支票账户的应用以及打印客户列表的应用都可以使用该数据库获得所需要的某些客户信息。即数据是面向整个系统的，可以被多个应用、多个用户所共享。数据共享可以大大减少数据冗余，避免数据的不一致性。

在传统的文件处理中，数据文件的定义一般作为应用程序自身的一部分，数据是面向特定的某个或几个应用的，并且对数据的操作只能以记录为单位，不能以数据项为单位。

#### (2) 有较高的数据独立性

在传统的文件处理中，数据文件的结构是在存取它的应用程序中定义的。因

此,文件结构的任何改变将导致存取该文件的所有程序的改变。在数据库系统中,大多数情况下可以避免这种改变,即数据的逻辑结构改变了,应用程序可以不变,也就是说数据库的逻辑结构和用户的应用程序是相互独立的,通常把这种特性称为逻辑独立性。例如,要为客户信息数据库增加一个“生日”数据项,用户只需通过 DBMS 改变系统目录中客户数据库结构的描述,为其增加一个数据项,无需改变存取客户信息数据库的任何应用程序。

另外,数据库中的数据在磁盘上是如何存储的也是由 DBMS 管理的。DBMS 向用户隐藏起文件存储组织的细节,应用程序要处理的只是数据的逻辑结构。这样当数据的物理存储改变了,应用程序也不需改变,也就是说数据库的物理结构和用户的应用程序是相互独立的,通常把这种特性称为物理独立性。

### (3) 提供以下四个方面的数据控制功能

1) 数据完整性:保证数据库始终包含正确的数据。用户可以设计完整性规则以确保数据满足某些特定的约束。例如,银行账户的余额永远不会低于某个预定的值(如 10 元)。

2) 数据库的可恢复性:在发生故障时,系统有能力把数据库恢复到最近某时刻的正确状态。对很多应用来说,这样的保证是至关重要的。例如,要把 A 账户的 500 元转入 B 账户。假设我们首先从 A 账户上减去了 500 元,但在转入 B 账户之前系统发生了故障,这 500 元没来得及存入 B 账户,这就造成了数据库状态的不一致。此时,就需要把数据库恢复到未作转账之前的正确状态。为此,数据库系统采用事务的概念保证转账事务涉及的借和贷两个操作要么全部发生,要么根本不发生。

3) 数据的并发控制:避免并发操作之间相互干扰,防止破坏数据库的完整性。为了提高系统的总体性能和加快响应速度,许多系统允许多个用户同时更新数据。例如,某账户中原有余额 500 元,甲乙两个客户同时从该账户中取款,分别取出 50 元和 100 元。每个取款操作首先读取账户余额,在其上减去取款额,然后将结果写回。如果甲乙客户的取款操作并行执行,可能他们读到的余额都是 500 元,并将分别写回 450 元和 400 元。账户中到底剩下 450 元还是 400 元要视甲乙哪个操作最后写回结果而定,而实际上这两种结果都是错误的,正确的结果应该是 350 元。为了消除这种情况发生的可能性,数据库系统提供并发控制功能。

4) 数据安全性:保证数据的安全,防止数据丢失或被窃取、破坏。并非数据库系统的所有用户都可以访问所有数据。例如,用户通过 ATM 自动取款机只能访问自己的账户,而无权访问其他账户。

从文件系统发展到数据库系统是信息处理领域的一个重大变化。在文件系统下,信息处理的传统方式如图 1.2 所示,程序设计处于中心地位,数据只起着服从程序设计需要的作用;而在数据库方式下,信息处理的方式发生了改变,如图 1.3 所示,数据占据了中心地位。数据库的设计成为信息系统首先关心的问题,而



利用这些数据的应用程序的设计则要围绕既定的数据库结构来进行。

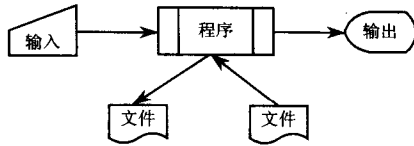


图 1.2 文件系统下的信息处理方式

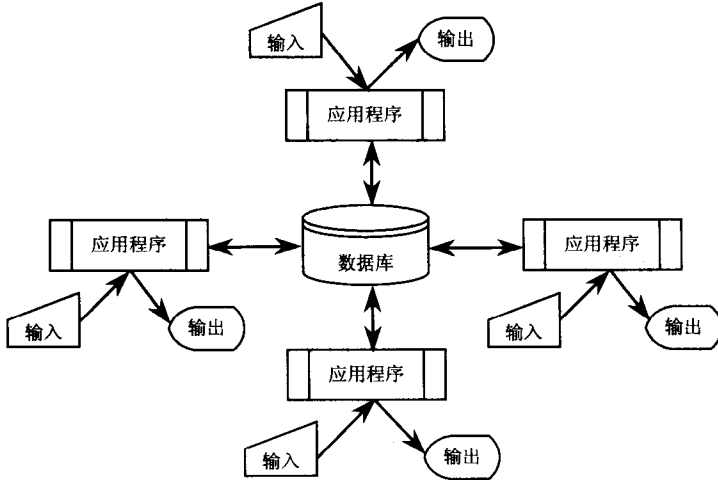


图 1.3 数据库系统下的信息处理方式

## 1.2 数据模型

### 1.2.1 数据模型的分类

数据库结构的基础是数据模型，数据模型描述数据的类型、数据间的联系和施加在数据上的约束条件。大多数数据模型还包括一个对数据库进行检索和更新的基本操作的集合。

根据不同的应用层次，数据模型可分为概念数据模型、逻辑数据模型和物理数据模型三类。

概念数据模型又称为概念模型，用于客观世界的建模，着重于刻画客观世界中复杂事物的结构和相互间的内在联系。概念模型与具体的数据库管理系统和计算机物理实现无关。它在数据库设计中广泛使用，是数据库设计人员和用户之间进行交流的语言。采用概念数据模型，数据库设计人员可以在设计的开始阶段，把主要精力用于了解和描述现实世界，而把涉及数据库管理系统和物理实现的一