

普通高等院校“十三五”精品规划教材

SHUJUKUYUANLIJINGYONG

数据库原理及应用



赠教学课件

明璆 刘宗平 周为 主编



煤炭工业出版社

普通高等院校“十三五”精品规划教材

数据库原理及应用

主 编 明 璆 刘宗平 周 为

副主编 杨燕艳

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库原理及应用/明鋆, 刘宗平, 周为主编.--

北京: 煤炭工业出版社, 2016

普通高等院校“十三五”精品规划教材

ISBN 978-7-5020-5518-9

I. ①数… II. ①明… ②刘… ③周… III. ①数据库

系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 227277 号

数据库原理及应用

著 者 明 鋆 刘宗平 周 为
责任编辑 刘少辉
责任校对 郭浩亮
封面设计 曾宪春

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010-84657898 (总编室)
010-64018321 (发行部) 010-84657880 (读者服务部)

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 北京文星印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 13.25 字数 300 千字

印 数 3000 册

版 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

社内编号 7970 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换, 电话: 010-84657880

前 言

数据库技术是计算机科学与技术中发展最快、应用最广的一项新技术,已经成为各类计算机应用系统进行业务数据处理与管理的核心技术和重要基础。数据库技术是数据处理与管理的高新技术,是计算机科学与技术学科的重要分支。数据库技术与计算机网络、人工智能一起被称为计算机三大热门技术,是现代信息化建设与管理的强有力工具。

进入 21 世纪以来,信息技术的快速发展为现代信息化社会带来了深刻的变革。信息(数据)、物资和能源已经成为人类赖以生存和发展的重要保障,数据已经日益成为重要信息资源和新拓展“能源”,数据处理与管理已经广泛应用于各个领域和各种业务,数据库技术及应用已经遍布各行各业的各个层面:电子商务、网络银行、业务管理信息系统、企业资源计划、供应链管理系统、客户关系管理系统、决策支持系统、数据挖掘信息系统等都离不开数据库技术强有力的支持,数据库技术具有广阔的发展和应用前景。

本书是作者在教学实践的基础上,结合一些院校数据库原理与应用课程学时短、实践性强的教学需要编写而成。本书共 10 章,主要包括数据库概述、关系数据库、关系数据理论、关系数据库标准语言 SQL、数据库设计、数据库完整性、数据库安全性、并发控制、数据库恢复技术、数据库设计案例——某高校教材管理系统。本书语言通俗、结构合理、图文并茂,具有较强的实用性。

本教材由华中师范大学武汉传媒学院明鋆、重庆水利电力职业技术学院刘宗平、东莞市广播电视大学周为担任主编,苏州托普信息职业技术学院杨燕艳担任副主编。具体编写分工如下:明鋆编写了第 4、5、6 章;刘宗平编写了第 1、2 章;周为编写了第 3 章;杨燕艳编写了第 7、8、9、10 章。全书由明鋆负责统稿。

由于作者编写水平有限,书中难免有不足和疏漏,敬请读者不吝指教。

编 者

目 录

第 1 章 数据库概述	1
1.1 数据库有关概念及特点	1
1.2 数据库的发展和趋势	3
1.3 数据库系统的组成和类型	5
1.4 数据库的模式结构	7
1.5 数据库管理系统概述	9
1.6 数据模型及应用	10
第 2 章 关系数据库	15
2.1 关系概述	15
2.2 关系操作与关系数据语言	17
2.3 关系的完整性	18
2.4 关系代数和关系演算	21
第 3 章 关系数据理论	32
3.1 问题的提出	32
3.2 函数依赖	35
3.3 范式	38
3.4 规范化小结	48
3.5 模式的分解	50
第 4 章 关系数据库标准语言 SQL	65
4.1 SQL 概述	65
4.2 学生-课程数据库	67
4.3 数据定义	68
4.4 数据查询	73

4.5	数据更新	82
4.6	视图	84
第 5 章	数据库设计	88
5.1	数据库设计概述	88
5.2	需求分析	92
5.3	概念模型设计	98
5.4	逻辑模型设计	102
5.5	数据库的物理设计	108
5.6	数据库的实施和维护	112
第 6 章	数据库完整性	114
6.1	实体完整性	115
6.2	参照完整性	117
6.3	用户自定义完整性	119
6.4	域完整性约束	121
6.5	完整性设计的原则	121
6.6	触发器	122
第 7 章	数据库安全性	126
7.1	安全性	126
7.2	安全性控制的一般方法	131
7.3	定义视图	142
7.4	审计	142
7.5	数据加密	143
7.6	统计数据库安全性	144
第 8 章	并发控制	146
8.1	事务的基本概念	146
8.2	并发控制概述	148
8.3	封锁	150
8.4	活锁和死锁	151
8.5	解决数据库不一致性的三级锁协议	153
8.6	并发调度的可串行性	155
8.7	两段锁协议	157

8.8 封锁的粒度	158
第9章 数据库恢复技术	162
9.1 数据库恢复概述	162
9.2 故障的种类	162
9.3 恢复的实现技术	165
9.4 恢复策略	168
9.5 具有检查点的恢复技术	170
9.6 数据库镜像	172
第10章 数据库设计案例——某高校教材管理系统	174
10.1 概述	174
10.2 调研结果	175
10.3 需求分析结果	187
10.4 数据库设计	195
参考文献	202



第1章 数据库概述

1.1 数据库有关概念及特点

1.1.1 信息和数据的概念

1. 信息的概念

信息(Information)是客观事物的状态和特征在人们头脑中的反映,是人们对现实事物的状态和特征的描述,是进行决策的重要依据。

实际上,信息是各种客观事物的存在方式、运动形态、具体特征及其之间的相互联系等要素在人脑中的反映,通过人脑的抽象后形成的概念及描述。

2. 数据的概念

数据(Data)是信息的表达方式和载体,是人们描述客观事物及其活动的抽象表示,是描述事物的符号化记录,是利用信息技术进行采集、处理、存储和传输的基本对象。数据的概念包括描述事物特性的数据内容和存储在某一种媒介上的数据形式。

数据通常分为数值数据和非数值数据两大类,如数字、文字、符号、图形、表格、图像、声音、录像、视频等。数据是数据库中存储与管理的基本对象。

计算机网络数据库中的数据具有两个特性:整体性和共享性。

1.1.2 数据库与数据库管理系统

1. 数据处理与数据管理

数据处理(Data Processing)是对数据进行加工的过程。对数据进行的查询、分类、修改、变换、运算、统计、汇总等都属于加工。其目的是根据需求,从大量的数据中抽取有意义、有价值的数据(信息),作为决策和行动的依据,其实质是信息处理。

数据管理(Data Management)是以对原有基本数据进行管理为目的,在数据处理过程中,数据收集、存储、检索、分类、传输等基本环节统称为数据管理。

2. 数据库与数据库系统

数据库(DataBase, DB)是存储在计算机上的结构化的相关数据集合,是在计算机内的、有组织(结构)的、可共享、长期存储的相关数据集合。

数据库系统(DataBase System, DBS)是指具有数据库功能特点的信息系统。是实现有组织地、动态地存储大量关联数据、方便多用户访问的软硬件和数据资源组成的信息系统。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是指建立、运用、管理和维护数据库,并对数据进行统一管理和控制的系统软件。DBMS 主要用于用户定义(建立)及操作、管理和控制数据库和数据,并保证数据的安全性、完整性、多用户对数据进行同时并发使用及发生意外时的数据库恢复等。DBMS 是整个数据库系统的核心,对数据库中的各种数据进行统一管理、控制和共享。常用关系型 DBMS 有 SQL Server、IBM 的 DB2、Oracle、Sybase 等。

1.1.3 数据库技术的特点、内容及应用

1. 数据库技术的主要特点

- (1) 数据高度集成。
- (2) 数据广泛共享。
- (3) 数据独立性强且冗余低。
- (4) 实施统一的数据标准。
- (5) 数据的完整性和安全性高。
- (6) 保证数据一致性。
- (7) 应用程序开发与维护效率高。

2. 数据库技术涉及的内容和应用

数据库技术研究和管理的对象是数据,所涉及的基本内容主要包括:通过对数据的统一组织和管理,按照指定的结构建立相应的数据库;利用 DBMS 设计出能够实现对数据库中的业务数据进行添加、修改、删除、查询、处理、分析、报表和打印等多种功能的数据库应用系统,并利用应用系统实现对数据的分析和处理。

随着信息技术的快速发展,数据库技术得到了广泛深入的应用。特别是,进入 21 世纪现代信息化社会,由于信息(数据)无处不在且无处不用,所以,数据库技术的应用更快、更广泛、更深入,遍布各个领域、行业、业务部门和各个层面。网络数据库系统及数据库应用软件已成为信息化建设和应用中的重要支撑性产业,得到极为广泛的应用,鉴于篇幅所限,在此仅概述一些典型的应用案例。

【例 1.1】数据库技术应用行业实例。

销售业、金融业、制造业、电信业、航空业、教育系统等。

数据库技术是数据处理及信息管理的最新技术,新的应用领域包括:

计算机辅助设计(机械部件、建筑、动画制作、3D 打印技术等设计)、人工智能(专家系

统、图像识别、机器人、商务智能、智能控制与通信、数据挖掘等)、决策支持系统(对各种决策提供数据信息支持、管理、预测和协助等)和网络云服务与大数据应用(电子商务、网银、证券交易、电子政务、移动通信等)等。

1.2 数据库的发展和趋势

1.2.1 人工管理阶段

1946年世界上第一台电子计算机诞生,它以电子管为主要元器件,主要依靠硬件系统,工作效率极低,只能计算并输入/输出很少的数据。人工管理数据的特点包括:

- (1) 计算机不存储数据。
- (2) 数据面向应用。
- (3) 数据不独立。
- (4) 无数据文件处理软件。

1.2.2 文件管理阶段

从20世纪50年代中期到60年代中期,计算机以晶体管取代了运算器和控制器中的电子管,出现了操作系统、汇编语言和一些高级语言。这个阶段的计算机不仅限于科学计算,还大量用于管理等,在操作系统中有专门的数据管理软件,称为文件系统。

1. 文件系统管理数据的特点

- (1) 数据可长期保存。
- (2) 数据不能共享。
- (3) 数据无独立性。
- (4) 具有简单的数据管理功能。

2. 文件系统的不足

文件系统的不足主要包括:数据冗余大不共享、数据不一致、数据文件缺乏关联。

1.2.3 数据库管理阶段

从20世纪60年代中期开始,操作系统得到了发展,而且各种DBMS软件不断涌现,使得数据库管理技术不断发展和完善,成为计算机领域最具影响力和发展潜力、应用范围广、成果显著的技术之一,形成了“数据库时代”。此阶段的主要特点包括:

- (1) 数据结构化集成。

- (2) 数据共享冗余低。
- (3) 数据具有独立性。
- (4) 统一管理和控制数据。

1.2.4 高级数据库管理阶段

20 世纪 80 年代以后,数据库技术在商业领域取得巨大成功,激发开辟了很多新的应用领域和业务,极大地推动了数据库技术的发展,特别是面向对象数据库系统。同时不断与其他技术结合,形成高级数据库技术。

1. 分布式数据库技术

分布式数据库技术具有 5 个主要特点:

- (1) 本地为主处理大部分数据。
- (2) 减少中心数据库及数据传输压力。
- (3) 提高系统的可靠性,局部系统发生故障,其他部分仍可继续工作。
- (4) 数据通信网络将各地终端互连。
- (5) 数据库发布明确,便于系统扩充。

分布式数据库系统兼顾集中管理和分布处理两项任务。

2. 面向对象数据库技术

面向对象数据库技术主要具有 2 个特点:

- (1) 对象数据模型可完整地描述现实世界的数据结构,表达数据间嵌套及递归的联系。
- (2) 具有面向对象技术的封装性(数据与操作定义一起)和继承性(继承数据结构和操作)的特点,提高了软件的可重用性。

1.2.5 数据库技术的发展趋势

- (1) 混合数据快速发展。
- (2) 数据集成与数据仓库倾向内容管理。
- (3) 大数据应用及主数据管理。
- (4) 数据仓库将向内容展现和战术性分析方面发展。
- (5) 基于网络的自动化管理。
- (6) PHP 将促进数据库产品应用。
- (7) 数据库将与业务语义的数据内容融合。

1.3 数据库系统的组成和类型

1.3.1 数据库系统的组成

数据库系统是一个具有数据库功能的计算机系统,是按照数据库方式存储、管理、维护并可提供数据支持的系统。一个广义的数据库系统包括:用户、应用系统、应用程序员、应用系统开发工具(开发运行环境、数据库管理系统(DBMS)、数据库管理员(DBA)、操作系统和数据库。一个典型的数据库系统包括数据库、DBMS、软件(应用系统)和数据库管理员(DBA)四个部分,如图 1.1 所示。

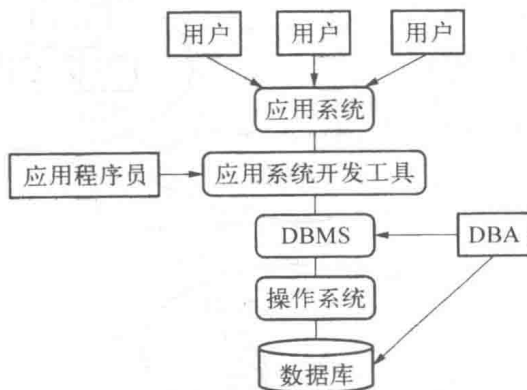


图 1.1 数据库系统的组成

1.3.2 数据库系统的结构类型

1. 集中式系

集中式(Centralized)结构是指一台主机带有多个用户终端的数据库系统。终端一般只是主机的扩展(如分显示屏),并非独立的计算机。终端本身并不能完成任何操作,完全依赖主机完成所有的操作。

2. 客户机/服务器系统

在客户机/服务器(Client/Server, C/S)结构中,将计算机应用任务分解成多个子任务,由多台计算机分工完成,即采用“功能分布”原则。客户端完成数据处理、数据表示和用户接口功能,服务器端完成 DBMS 的核心功能。这种数据库系统的应用模式如图 1.2 所示。



图 1.2 C/S 系统的一般结构

3. 分布式系统

分布式 (Distributed) 数据库具有“逻辑整体性和物理存储分布性”特点。将分布在各地 (节点) 的业务数据逻辑上作为一个整体, 由计算机网络、数据库和多个节点构成, 用户通过网络使用时如同一个集中式数据库, 这是与分散式数据库的区别。例如, 分布在不同地域的大型银行或企事业单位, 采用的都是这种数据库系统。系统结构如图 1.3 所示。

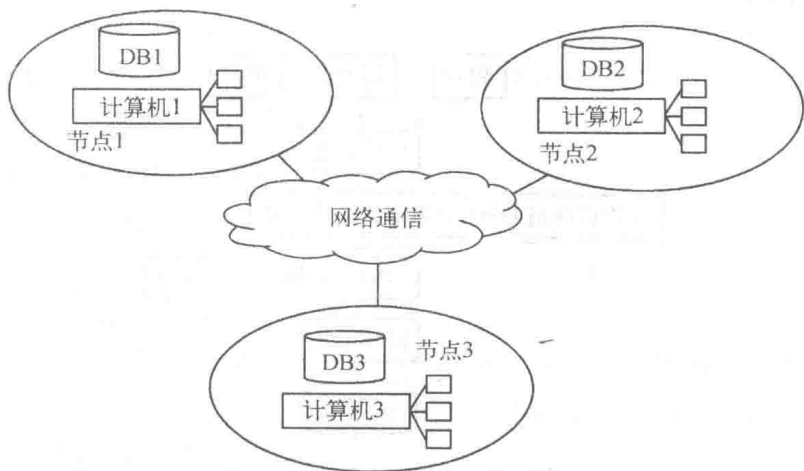


图 1.3 分布式数据库系统结构

4. 并行式系统

并行式 (Parallel) 数据库系统同时使用多个机器的 CPU 和多个磁盘进行并行操作, 提高数据处理和 I/O 速度。并行处理时, 许多操作同时进行, 而不是采用分时方法。

并行 DBS 有两个重要的性能指标:

- (1) 吞吐量;
- (2) 响应时间。

1.3.3 拓展交流

1. 数据库用户和数据库管理员

用户 (User) 是指使用数据库的各类人员, 包括终端用户、应用程序员和数据库管理员。终端用户 (End User) 是指在终端按权限操作业务数据库的人员。应用程序员 (Application Programmer) 负责为终端用户设计和编制数据库应用程序, 以便终端用户对数据库进行

操作。

数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)是数据库所属机构的专职管理人员。DBA的主要职责如下:

- (1) 参与数据库分析、设计或引进的整个过程,决定数据库的结构和数据内容。
- (2) 定义数据的安全性和完整性,负责分配用户对数据库的使用权限和口令管理。
- (3) 监督控制数据库的使用、运行和维护,改进和重新构造数据库系统。当数据库受到意外破坏时,负责进行恢复;当数据库的结构需要改变时,负责对其结构进行修改。

2. 现代数据处理的主要方式

现代数据处理的主要方式是将 DBMS 作为数据库系统的核心。数据库系统由 DBMS 统一管理,DBMS 直接面向应用程序和数据库,数据面向自身集成,并以结构化组织存放在数据库中,具体参见 1.5 节介绍,数据库与应用程序的关系如图 1.4 所示。

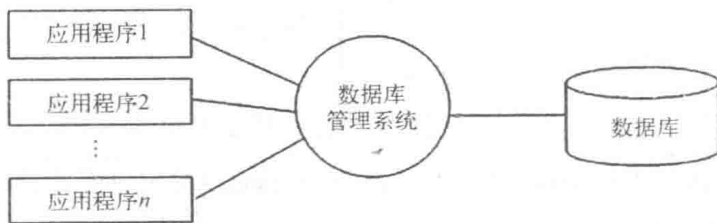


图 1.4 数据库与应用程序的关系

1.4 数据库的模式结构

1.4.1 数据库的三级模式结构

1. 数据模式

数据模式(Data Schema)是数据库中所有数据的逻辑结构和特征的描述。型(Type)是对某一类数据的结构和属性的描述说明,值(Value)是型的一个具体值,如货物记录定义为(货物编号,名称,种类,型号,颜色,产地,价格),称为记录型,而(K01101,服装,西服,XXL,黑色,上海,2800)则是该记录型的一个记录值。

模式只涉及型的描述,而不涉及具体的值。某数据模式下的一组具体的数据值称为数据模式的一个实例(Instance)。

2. 数据库的三级模式结构

数据库系统的三级模式结构,从逻辑上主要是指数据库系统由内模式、模式(概念模式)和外模式三级构成,且在这三级模式之间还提供了外模式/模式映像、模式/内模式映像,分

别反映了看待数据库的三个角度。数据库系统的三级模式结构如图 1.5 所示。

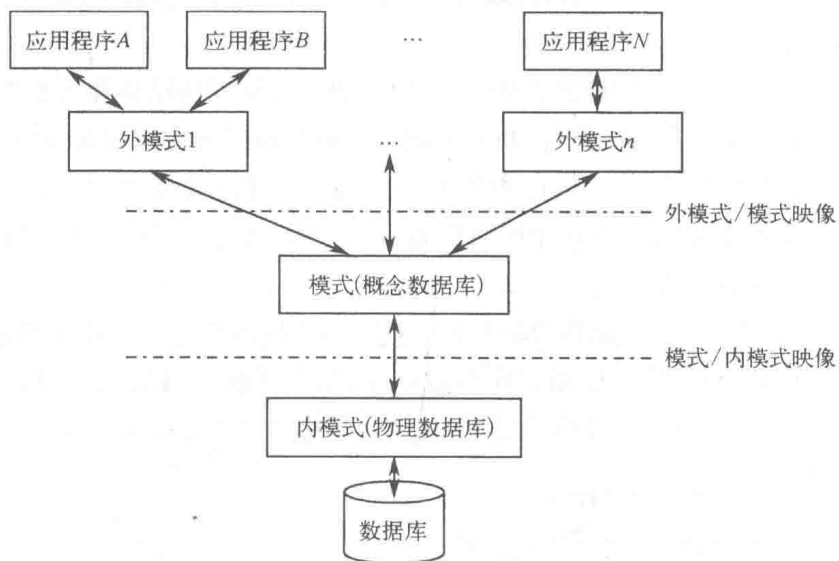


图 1.5 数据库系统的三级模式结构

- (1) 外模式 (External Schema) 也称子模式 (Subschema) 或用户模式、外视图, 用于描述数据库数据的局部逻辑结构和特征。
- (2) 模式 (Schema) 也称逻辑模式 (Logic Schema)、概念模式 (Conceptual Schema) 或概念视图, 是数据库中所有数据的逻辑结构和特征的描述。
- (3) 内模式 (Internal Schema) 也称内视图或存储模式 (Storage Schema), 是三级模式结构中的最内层, 是靠近物理存储的一层, 即与实际存储的数据方式有关的一层, 是数据在数据库内部的表示方式, 详细描述了数据复杂的物理结构和存储方式, 由多个存储记录组成, 不必关心具体的存储位置。
- (4) 三级模式结构的优点: ①三级模式结构是数据库系统最本质的系统结构; ②数据共享; ③简化用户接口。

1.4.2 数据库的二级映像

数据的独立性由 DBMS 的二级映像功能实现, 一般分为物理独立性和逻辑独立性两种。物理独立性是指数据的物理结构 (包括存储结构、存取方式等) 的改变, 如更换存储设备或物理存储、改变存取方式等都不影响数据库的逻辑结构, 从而不引起应用程序的改变。逻辑独立性是指数据的总体逻辑结构改变时, 如修改数据模式、改变数据间的联系等, 不需要修改相应的应用程序。

1. 外模式/模式映像

外模式/模式映像位于外部级和概念级之间, 用于定义外模式和概念模式之间的对应

性。外模式描述数据的局部逻辑结构,模式描述数据的全局逻辑结构。数据库中的同一模式可以有任意多个外模式,对于每一个外模式,都存在一个外模式/模式映像。

2. 模式/内模式映像

模式/内模式映像位于概念级和内部级之间,用于定义概念模式和内模式之间的对应性。数据库中的模式和内模式都只有一个,所以模式/内模式映像唯一的,确定了数据的全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。

1.5 数据库管理系统概述

1.5.1 数据库管理系统的工作模式

数据库管理系统是对数据库及其数据进行统一管理控制的软件系统,是数据库系统的核心和关键,用于统一管理控制数据库系统中的各种操作,包括数据定义、查询、更新及各种管理与控制。DBMS 的查询操作工作示意图如图 1.6 所示。

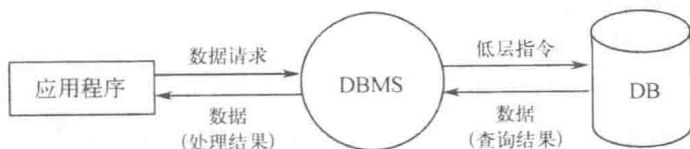


图 1.6 DBMS 的查询操作工作示意图

DBMS 的查询操作工作模式如下:

- (1) 接收用户通过应用程序的查询数据请求和处理请求。
- (2) 将用户的查询数据请求转换成复杂的机器代码。
- (3) 实现对数据库的操作。
- (4) 从对数据库的操作中接收查询结果。
- (5) 对查询结果进行处理。
- (6) 将处理结果返回给用户。

【例 1.2】用户利用 DBMS 查询数据的操作过程。为了对数据库系统工作有个整体的概念,现以查询为例概述访问数据库的主要步骤,其过程如图 1.7 所示。

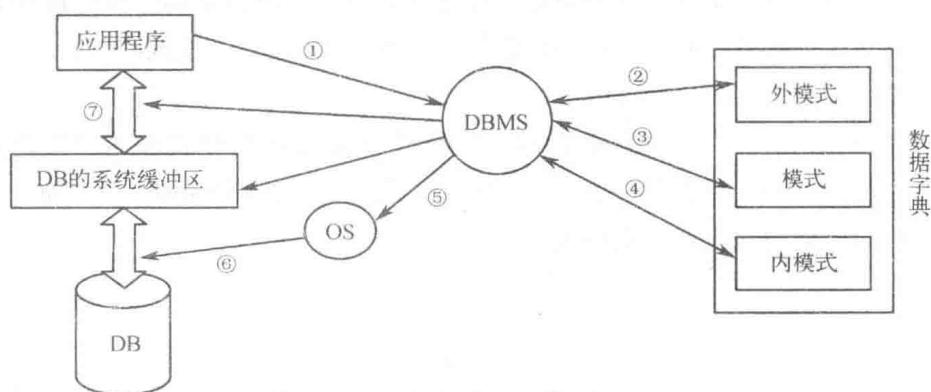


图 1.7 用户访问数据的过程

1.5.2 数据库管理系统的功能和机制

1.DBMS 的主要功能

- (1) 数据定义功能。
- (2) 数据操作功能。
- (3) 事务与运行管理。
- (4) 组织、管理和存储数据。
- (5) 数据库的建立和维护功能。
- (6) 其他功能。

2.DBMS 的工作机制

DBMS 的工作机制是将用户对数据的操作转化为对系统存储文件的操作,有效地实现数据库三级模式结构之间的转化。数据库管理系统的主要职能有数据库的定义和建立、数据库的操作、数据库的控制、数据库的维护、故障恢复和数据通信。

1.6 数据模型及应用

1.6.1 数据模型的概念和类型

1.数据模型的基本概念

各种业务数据从现实世界进入数据库需要经历三个阶段,包括现实(客观)世界阶段、信息世界阶段和机器世界阶段,也称为数据的三个范畴,其关系如图 1.8 所示。

- (1) 现实世界。现实世界是客观存在的事物及联系。
- (2) 信息世界。信息世界是对现实世界的认识和抽象描述,按用户的观点对数据和信息