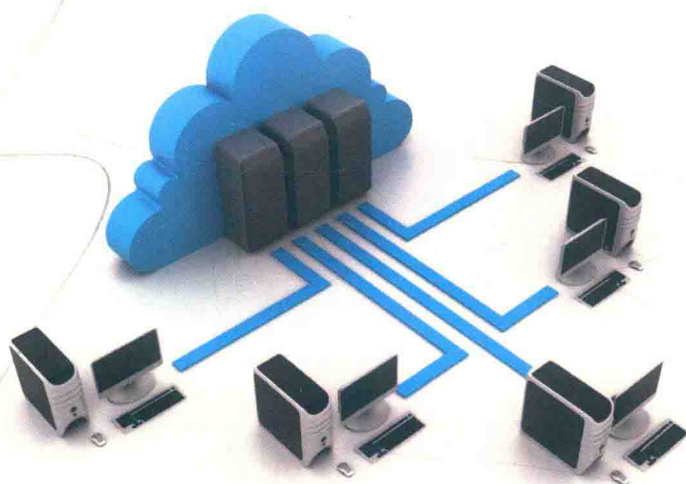


“十三五”高等学校规划教材

数据库**技术**及**应用**

SHUJUKU JISHU JI YINGYONG

谷 伟 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十三五”高等学校规划教材

数据库技术及应用

谷 伟 主 编

徐方勤 戴春妮 高 夏 张 芊 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书以 SQL Server 2014 数据库管理系统为例介绍了数据库设计和开发技术的原理与方法, 主要内容包括数据库基础知识, 数据库设计、SQL 语言相关知识, 存储过程、触发器、数据库权限及安全管理、事务控制、数据备份与恢复等。

本书注重理论与实践相结合, 内容系统全面, 并提供了大量实例, 突出应用能力的培养, 将一个项目的知识点分解到各章进行讲解, 实用性较强。同时, 把 SQL Server 的操作单独作为附录讲解, 从而既保证了 SQL 语言的独立性, 也让学生掌握 SQL Server 的操作过程。

本书在深入调研的基础上, 根据课程内容特点采取项目分解教学模式, 注重理论与实践相结合, 突出应用能力的培养。

本书适合作为普通高等学校计算机类相关专业、信息管理类相关专业的数据库技术课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术及应用/谷伟主编. —北京: 中国铁道出版社, 2017. 9 (2018. 1 重印)

“十三五”高等学校规划教材

ISBN 978-7-113-23785-1

I. ①数… II. ①谷… III. ①数据库系统-高等学校-教材 IV. ①TP311. 132. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 225586 号

书 名: 数据库技术及应用
作 者: 谷 伟 主编

策 划: 秦绪好 王春霞
责任编辑: 王春霞 徐盼欣
封面设计: 付 巍
封面制作: 刘 颖
责任校对: 张玉华
责任印制: 郭向伟

读者热线: (010) 63550836

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com/51eds/>

印 刷: 虎彩印艺股份有限公司

版 次: 2017 年 9 月第 1 版 2018 年 1 月第 2 次印刷

开 本: 787mm×1 092mm 1/16 印张: 13. 5 字数: 325 千

书 号: ISBN 978-7-113-23785-1

定 价: 32. 00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话: (010) 63550836

打击盗版举报电话: (010) 51873659

“ 十 三 五 ” 高 等 学 校 规 划 教 材

编 审 委 员 会

主 任：周健儿 （上海建桥学院）

委 员：（按姓氏笔画排序）

王占全 （华东理工大学）

刘 垚 （华东师范大学）

苏庆刚 （上海电机学院）

苏前敏 （上海工程技术大学）

严丽军 （上海师范大学）

胡巧多 （上海商学院）

徐方勤 （上海建桥学院）

徐伯庆 （上海理工大学）

秘 书：陈莲君 （上海建桥学院）

数据库技术是信息技术中应用最广泛的一项技术,已经成为计算机的核心技术和重要发展方向,与人工智能、物联网技术一起被称为三大热门技术。

目前,市面上有许多数据库技术的相关教材,从近年计算机类教育研究来看,许多任课教师提出教材不是很适用。首先,有的教材罗列大量关于数据库方面的专业术语,其中有些术语需要在高年级专业课程中才能理解,而数据库课程基本在低年级开设,很多内容学生学习起来具有一定难度;而且,由于数据库原理的内容较多,因此大量课时花费在此,很多操作性的内容学生不能深入掌握。其次,很多书籍缺少具体的和学生生活经验相关的案例和具体操作过程,很多案例学生不了解业务流程,不能理解相关需求,使得学生学习完数据库相关知识之后,不能很好地设计数据库和创建数据库表,不能正确书写 SQL 语句。因此,针对应用型本科学校的特点编写教材十分必要。

本书就是针对以上问题编写的。它围绕一个和学生密切相关的教学管理系统项目组织和设计,该案例涵盖数据库技术中各个模块的理论知识,包括数据库系统的基本概念,数据库设计流程、SQL 语言应用、存储过程和触发器、数据库安全管理、事务与并发控制、数据库备份和恢复等内容。通过项目实践,可以对技术应用有明确的目的性(为什么学)、对技术原理更好地融会贯通(学什么),也可以更好地检验学习效果(学得怎么样)。

本书特点如下:

(1) 重视实际操作。IT 相关知识的学习,必须要以很多实际操作过程为基础。理论很重要,但一定要为实践服务,以实际操作带动相关理论的学习是最快、最有效的方法。本书以实际项目案例为基础,通过案例的讲解,使学生能够对数据库整体的设计和应用开发有全面的了解和掌握,减少只会画 E-R 图,只会按照要求创建表,不知这些表是如何从 E-R 图得到的,不知整体是什么的盲目感。

(2) 重理论要点。本书介绍数据库理论部分中最重要的部分,并理清相关理论之间的关系和对实际应用的作用。学生首先从整体了解数据库设计的过程和步骤,之后深入局部细节,系统学习相关理论,并在此基础上不断优化和扩展细节,完善整体框架。

(3) SQL 语句和 SQL Server 操作分开讲解。本书采用数据库技术通用的 SQL 语句作为操作数据库的基础,从而使学生对 SQL 语句有一个完整的概念。而 SQL Server 界面操作部分,单独放在附录中进行讲解,学生学习相关知识后,也可以根据附录中的相关操作内容,自己去使用 SQL Server 界面形式创建案例中的数据库,从而达到融会贯通的目的,也提高了自学能力。

本书由上海建桥学院信息技术学院的相关老师编写,全书由谷伟任主编,由徐方勤、戴春妮、高夏、张芊任副主编。具体编写分工如下:第 1 章、第 2 章、第 7 章、附录部分内容由谷伟执笔,第 3 章由徐方勤、高夏执笔,第 4 章由张芊执笔,第 5 章、第 6 章由戴春妮执笔,全书由谷伟统

稿。在本书的编写过程中，得到了上海建桥学院、上海电机学院、上海海洋大学等学校专家和专家教师的大力支持，在此一并衷心感谢。

本书配套有上海市优质在线课程“数据库原理”视频网站，如有需要，可以和作者联系。

由于作者水平有限，书中肯定存在疏漏和不足之处，恳请广大读者不吝赐教，如对本书内容有任何疑问或其他意见，可以和作者联系。

E-mail: guwdx@126.com

编 者

2017年7月

第 1 章 数据库概述 1

- 1.1 数据库发展阶段 1
 - 1.1.1 人工管理阶段 1
 - 1.1.2 文件系统阶段 2
 - 1.1.3 数据库系统阶段 2
 - 1.1.4 数据库发展新技术 3
- 1.2 数据库系统的组成与类型 4
 - 1.2.1 数据 4
 - 1.2.2 数据库 4
 - 1.2.3 数据库管理系统 4
 - 1.2.4 数据库系统的组成 6
 - 1.2.5 数据库系统的类型 7
- 1.3 数据库系统的模式结构 9
- 1.4 数据模型 11
 - 1.4.1 数据模型的概念和类型 11
 - 1.4.2 概念数据模型 13
 - 1.4.3 逻辑数据模型 15
- 1.5 关系型数据模型 17
 - 1.5.1 关系模型概述 17
 - 1.5.2 关系型数据的组织 17
 - 1.5.3 关系模型的数据完整性约束 19
 - 1.5.4 关系代数 21
- 【本章小结】 29

第 2 章 数据库设计基础 30

- 2.1 数据库设计概述 30
 - 2.1.1 数据库设计的任务和特点 31
 - 2.1.2 数据库设计方法 31
- 2.2 数据库设计过程 32
 - 2.2.1 数据库设计流程 32
 - 2.2.2 概念结构设计 33

- 2.2.3 基于 E-R 模型的概念结构设计 35
- 2.2.4 逻辑结构设计 40
- 2.2.5 E-R 图转换为关系模式的方法 41
- 2.2.6 物理结构设计 42
- 2.2.7 数据库实施与维护 43
- 【本章小结】 46

第 3 章 SQL 语言基础 47

- 3.1 SQL 语言概述 47
- 3.2 数据定义语言 50
 - 3.2.1 创建语句 51
 - 3.2.2 修改语句 58
 - 3.2.3 删除语句 59
- 3.3 数据操纵语言 61
 - 3.3.1 简单数据查询 61
 - 3.3.2 复杂数据查询 70
 - 3.3.3 数据插入 79
 - 3.3.4 数据更新 83
 - 3.3.5 数据删除 89
- 3.4 视图与索引 92
 - 3.4.1 视图的作用 92
 - 3.4.2 视图的创建 93
 - 3.4.3 视图的修改与删除 95
 - 3.4.4 索引简介 97
 - 3.4.5 索引的创建与删除 100
- 【本章小结】 102

第 4 章 数据库编程 103

- 4.1 T-SQL 语言 103
 - 4.1.1 脚本 103
 - 4.1.2 注释 104
 - 4.1.3 常量和变量 104

4.1.4	流控制语句	105
4.2	存储过程	108
4.2.1	创建及执行存储过程	109
4.2.2	修改存储过程	112
4.2.3	删除存储过程	113
4.3	触发器	113
4.3.1	触发器创建	113
4.3.2	后触发型触发器	114
4.3.3	前触发型触发器	117
4.3.4	查看及维护触发器	119
4.3.5	删除触发器	119
【本章小结】		122
第5章 关系规范化设计		123
5.1	规范化设计概述	123
5.2	函数依赖	125
5.2.1	函数依赖的基本概念	125
5.2.2	函数依赖的推理规则	126
5.2.3	属性集闭包	126
5.2.4	候选键的求解	127
5.2.5	最小函数依赖集	128
5.3	范式定理	128
5.3.1	第一范式	129
5.3.2	第二范式	130
5.3.3	第三范式	131
5.3.4	BC 范式	132
5.4	关系模式规范化过程	133
【本章小结】		135
第6章 数据库安全管理		136
6.1	事务	136
6.1.1	事务的概念	136
6.1.2	事务的基本特征	137
6.1.3	数据并发操作	138
6.1.4	数据并发控制技术	140
6.2	数据库用户权限与管理	140
6.2.1	用户管理	140
6.2.2	角色和权限管理	143
6.3	数据备份与恢复	144
6.3.1	数据备份与恢复概念	145
6.3.2	数据库备份	145
6.3.3	数据库恢复	148
6.3.4	数据的导入与导出	149
【本章小结】		155
第7章 数据库应用系统项目案例		156
7.1	教学管理系统项目案例	156
7.1.1	项目需求介绍	156
7.1.2	教学管理系统设计 过程	157
7.1.3	教学管理系统系统 实现	159
7.2	数据库应用程序设计案例	163
7.2.1	需求分析	163
7.2.2	数据库设计	164
7.2.3	数据库实施与维护	166
【本章小结】		168
附录 A SQL Server 2014 数据库环境 的建立与配置		169
附录 B 使用 SQL Server 创建 数据库		181
附录 C SQL Server 2014 数据库的 附加与分离		193
附录 D SQL Server 2014 安全 管理		195
附录 E SQL Server 2014 的数据 类型		206

第1章

数据库概述

【学习目标与要求】

本章主要介绍数据库的发展、数据库的基本概念、数据模型的概念及应用、关系型数据库的基本概念和关系代数的基础。通过本章的学习，学生可以掌握数据库的基本概念、数据库系统的构成和特点、数据模型的基本概念和应用、关系型数据库的基础知识和应用。

【本章主要内容】

- 数据库的发展及其重要性。
- 数据库系统的基本构成。
- 数据模型。
- 关系型数据库的基本概念。
- 关系代数。

随着信息化发展，信息技术已经成为人类赖以生存和发展的支柱，而各种大数据的广泛应用，使得数据库技术已成为各种业务数据处理、数据资源共享、信息化服务的重要基础和核心。数据库技术与计算机网络、人工智能一起被称为计算机界三大热门技术。通过学习数据库有关知识和技术，可以为未来的业务数据处理和就业奠定重要基础。

1.1 数据库发展阶段

在现实世界中，信息无处不在，数据无处不用，数据库技术是各种业务数据处理系统的核心。数据库的建设规模、数据量和应用深度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志，世界各国高度重视数据资源和数据库技术，并将其纳入重要优先发展战略。

1.1.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期前，以电子管为元器件的电子计算机主要用于科学计算，以打孔纸带机、磁带机、卡片机为外存储设备，无操作系统与数据文件管理软件，只依靠手工方式用纸卡片或表格等记载、存储、查询和修改数据。

人工数据管理阶段的主要特点为：

- ① 数据面向应用。数据对应不同的应用程序，数据改变时程序也随之变更，不同应用程序间不能共享数据，造成数据冗余且不一致。
- ② 数据不独立。当应用程序改变时，数据的逻辑结构和物理结构也随着变化。
- ③ 数据无法存取。数据同程序一起输入，处理结果不能长期保存及重复使用。

④ 没有数据文件管理软件。由程序员设计并安排数据组织方式，数据由应用程序管理，无数据文件处理软件。

案例举例：设计程序计算 $321+657+89$ 的值。

1.1.2 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期，计算机以晶体管为主要元器件，磁盘作为存储设备，数据可用文件的形式存储，操作系统、汇编等语言的出现，促进了对文件的管理。计算机不仅用于科学计算，还扩展到预订机票等多种业务数据的管理。此阶段的特点为：

① 数据以文件形式保存。各种数据以文件保存在计算机，只能以文件存取，如同电子表格。

② 数据无法共享。文件在文件系统中仍面向应用，各种文件用同一数据时需建立各自的文件，而不能共享，致使数据冗余度大且占用更多存储空间。

③ 数据不独立。软件同业务数据及结构互相关联影响，难以修改维护。

④ 数据管理功能简单。数据管理用文件系统，可减少程序员的工作。

随着数据量的急剧增加，文件系统的缺点逐渐突显，主要包括：数据不共享、冗余度大、数据不一致、数据文件缺乏关联。

如用文件管理学校职工档案系统，由于各个部门需要的职工信息不尽相同，除了需要职工的基本信息外，还需保存职工各方面的信息，因此需要不同的文件进行存储，从而导致有些信息不能共享，数据独立性差，具体如图 1-1 所示。



图 1-1 学校职工信息管理
(文件系统阶段数据管理)

1.1.3 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期到 80 年代，业务数据快速发展及迫切需求极大地促进了数据库技术产生、发展和数据库管理系统的研发，数据库成为计算机领域中最具影响力和发展潜力、应用范围最广、成果最显著的技术之一，开始进入“数据库时代”。

数据库阶段的主要特点为：

① 数据共享。数据面向整个系统，不再面向单一应用，数据可被多用户、多应用共享。数据库与网络技术结合扩展应用，数据共享程度高且冗余度小，节约存储空间。

② 数据统一管理控制。数据库管理系统自动检测用户身份及操作合法性、数据一致性和相容性，保证数据符合完整性约束条件、数据安全性和完整性，以并发控制多用户同时对数据操作，保证共享及并发操作，恢复功能保障及出现意外时的自动恢复。

③ 独立性强。应用程序与数据库中数据相互独立，当数据的物理结构和逻辑结构更新变化时，不影响应用程序使用数据，修改应用程序也不影响数据。

④ 结构化集成。数据库系统以统一数据结构方式，使数据结构化；全局的数据结构由多个应用程序共同调用共享，各程序可以调用局部结构的数据，全局与局部的结构模式构成数据集成。

1.1.4 数据库发展新技术

借鉴数据库应用及多家分析机构的评估,数据库技术将以社会需求为导向,面向实际应用,并与计算机网络和人工智能等技术结合,为新型服务提供多种支持。

(1) 云数据库和混合数据快速发展

云数据库 (cloud database) 简称云库,是在云计算环境中部署和虚拟化的数据库。将各种关系型数据库看成一系列简单的二维表,并基于简化版本的 SQL 或访问对象进行操作。使传统关系型数据库通过提交一个有效的链接字符串即可加入云数据库,云数据库可解决数据集中更广泛的异地资源共享问题。

(2) 数据集成与数据仓库

数据仓库 (data warehouse) 是面向主题、集成、相对稳定且反映历史变化的数据集合,是决策支持系统和联机分析应用数据源的结构化数据环境。以面向主题、集成性、稳定性和时变性为特征。它主要侧重对企事业单位历史数据的综合分析利用,找出对机构发展有价值的信息,协助决策支持提高效益。新一代数据库使数据集成和数据仓库的实施更简捷。从数据应用逐步过渡到了数据服务,开始注重处理关系型与非关系型数据的融合、分类、国际化多语言数据等问题。

(3) 主数据管理和商务智能

在企事业单位内部业务整合和系统互联中,许多机构具有相同业务应用的数据被多次反复定义和存储,导致数据大量冗余,成为 IT 环境发展的障碍,为了有效使用和管理这些数据,主数据管理已经成为一个新的研究热点和方向。

商务智能 (business intelligence) 是指利用数据仓库及数据挖掘技术对业务数据分析处理并提供决策信息和报告,促进企业利用现代信息技术收集、管理和分析商务数据,改善决策水平,提升绩效,增强综合竞争力的技术。它主要融合了先进信息技术与创新管理理念,集成了企业内外的数据,处理并从中提取能够创造商业价值的信息,面向企业战略并服务于管理层。

(4) 大数据促进新型数据库

进入大数据时代,产生了大数据量、高并发、分布式和实时性的需求,由于传统的数据库技术的数据模型和预定义的操作模式时常难以满足实际需求,致使新型数据库在大数据的场景下,将取代传统数据库成为主导。

(5) 其他新技术的发展方向

部分观点认为,面向对象的数据库技术与关系数据库技术结合,将成为下一代数据库技术的发展主流。数据库技术与多学科技术的有机结合、非结构化数据库、演绎面向对象数据库技术将成为数据库技术发展的新方向。

课后评量

1. 下列关于文件管理阶段的描述错误的是 ()。
 - A. 用文件管理数据,难以提供应用程序对数据的独立性
 - B. 当存储数据的文件名发生变化时,必须修改访问数据文件的应用程序
 - C. 用文件存储数据的方式难以实现数据访问的安全控制
 - D. 将相关的数据存储在一个文件中,有利于用户对数据进行分类,因此也可以加快用户操作数据的效率

2. 下列说法中, 不属于数据库管理系统特征的是 ()。
- A. 提供了应用程序和数据的独立性
 - B. 所有的数据作为一个整体考虑, 因此是相关联的数据的集合
 - C. 用户访问数据时, 需要知道存储数据的文件的物理信息
 - D. 能保证数据库数据的可靠性, 即使在存储数据的硬盘出现故障时, 也能防止数据丢失

1.2 数据库系统的组成与类型

一个完整的数据库系统应包含可以反复使用的数据, 可以管理数据的工具以及数据库管理员和具体的应用程序和使用者, 即数据、数据库、数据库管理、数据库管理员、应用程序和用户。

1.2.1 数据

数据是指对现实世界的抽象表示, 是描述客观事物特征或性质的某种符号。即把许多发生在现实世界的现象, 转化为象征性的符号, 这些符号可以是文字、数字、图形、图像、声音、视频等。

给出某个数据的表现形式还不能完全表达其内容, 需要经过解释才能确定其含义。数据的含义称为数据的语义, 数据和它的语义是不可分的。例如, 93 是一个数据, 它可以是学生某门课的成绩, 也可以是某人的体重, 或者是学生人数, 因此在给出数据的同时, 必须给出该数据的语义, 才能正确使用该数据。

1.2.2 数据库

数据库 (database, DB) 是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合, 表现为一个或多个文件 (如 SQL Server 中的 .mdf 文件, Access 中的 .mdb 文件)。数据库中的数据是按一定的数据模型进行组织、描述和存储的, 具有最小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性, 并且可被各种用户共享。图 1-2 所示就是一个有组织的数据集合。

学生登记表

学 号	姓 名	年 龄	性 别	系 名	年 级
95004	王小明	19	女	社会学	95
95006	黄大鹏	20	男	商品学	95
95008	张文斌	18	女	法学	95
...	...	...	...	...	...

图 1-2 学生基本信息数据表示

1.2.3 数据库管理系统

1. 数据库管理系统的主要功能

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。它主要用于定义 (建立)、操作、管理、控

制数据库和数据,并保证其安全性、完整性、多用户并发操作及出现意外时的恢复等。DBMS 是整个数据库系统的核心,对数据库中的各种业务数据进行统一管理、控制和共享。DBMS 的重要地位和作用如图 1-3 所示。

DBMS 的主要功能包括六个方面。

(1) 数据定义(创建)功能

数据定义功能主要是通过 DBMS 的数据定义语言(data definition language, DDL)提供的,主要定义数据库及其组成元素的结构。用户利用 DDL 可以方便地对数据库中相关内容进行定义,如对数据库、基本表、视图和索引进行定义。

(2) 数据操作(操纵)功能

数据操作(操纵)功能主要是通过 DBMS 的数据操作语言(data manipulation language, DML)进行提供。用户可用 DML 实现对数据库的基本操作,如对数据库中数据进行查询、插入、删除和修改等。有的书将 DML 称为数据操纵语言,并将数据查询语言(data query language, DQL)单列。

(3) 事务与运行管理

事务与运行管理是 DBMS 的核心功能。数据控制语言(data control language, DCL)、事务管理语言(transact management language, TML)和系统运行控制程序等,在数据库的建立、运行和维护时,可由 DBMS 统一管理和控制具体事务操作与运行,并保证数据的安全性、完整性、多用户对数据并发使用及意外时的系统恢复。

(4) 组织、管理和存储数据

DBMS 可对各种数据的分类组织、管理和存储,包括用户数据、数据字典、数据存取路径等。确定文件结构种类、存取方式(索引查找、顺序查找等)和数据的组织,实现数据之间的联系等,提高了存储空间利用率和存取效率。

(5) 数据库的建立和维护功能

数据库的建立是指数据的载入、存储、重组与恢复等。数据库的维护是指数据库及其组成元素的结构修改、数据备份等。数据库的建立和维护主要包括数据库初始数据的输入、转换,数据库的转储与恢复,数据库的重新组织功能,以及性能监视、分析功能等。可利用相关的应用程序或管理工具实现。

(6) DBMS 的其他功能

DBMS 的其他功能主要包括 DBMS 同其他软件系统的数据通信功能,不同 DBMS 或文件系统的数据转换功能,不同数据库之间的互访和互操作功能等。

支持关系型数据模型的 DBMS 称为关系型数据库管理系统(relational database management system, RDBMS),如 SQL Server、Oracle、MySQL、Sybase、DB2、Informix 和 Office Access 等。

2. 数据库管理系统工作模式

DBMS 是对数据库及数据进行统一管理控制的系统软件,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,

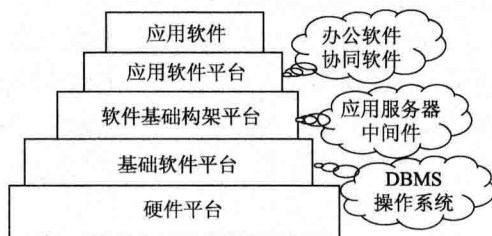


图 1-3 DBMS 的重要地位和作用

都是通过 DBMS 进行的。DBMS 的工作模式如图 1-4 所示。

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。通过 DBMS 可以进行数据库及数据的定义和建立、数据库和数据的操作（输入、查询、修改、删除、统计、输出等）与管理，以及数据库的控制与维护、故障恢复和交互通信等。DBMS 的工作原理如图 1-5 所示。

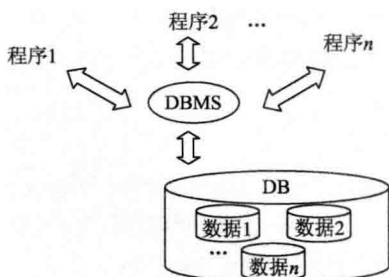


图 1-4 DBMS 的工作模式

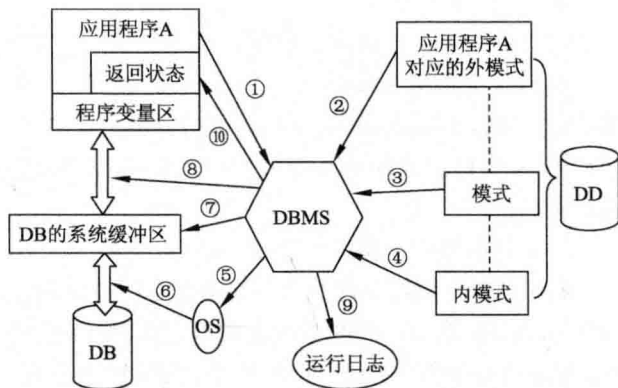


图 1-5 DBMS 的工作原理

具体工作原理如下：

① 用户在应用程序中安排一条读记录的 DML 语句。执行到 DML 语句时，立即启动 DBMS。

② DBMS 接到命令后，分析，并从数据字典（DD）中调出程序 A 对应的外模式，检查该操作是否在合法的授权范围内，决定是否执行命令。

③ 在决定执行 A 命令后，DBMS 调出相应的概念模式描述，并从外模式映像到概念模式（决定概念模式应读入哪些记录）。

④ DBMS 调出相应的内模式描述，并把概念记录格式映像成内模式的内部记录格式（决定应读入哪些物理记录以及相应的地址信息）。

⑤ DBMS 向操作系统（OS）发出从指定地址读取物理记录的命令。

⑥ OS 执行读命令，按指定地址从 DB 中把记录读入 OS 的系统缓冲区，随即读入 DB 的系统缓冲区，并在操作完成后向 DBMS 做出回答。

⑦ DBMS 收到 OS 读操作结束的回答后，将读入缓冲区中的数据转换成概念记录、外部记录。

⑧ DBMS 把导出的外部记录从系统缓冲区送到应用程序 A 的变量区中。

⑨ DBMS 向运行日志文件写入读一条记录的信息。

⑩ DBMS 将读记录操作的成功与否信息返回给程序 A，应用程序 A 根据返回的状态信息决定是否使用程序变量区的数据。

1.2.4 数据库系统的组成

数据库系统（database system, DBS）是指在计算机系统中引入数据库后的系统，一般由数据库、操作系统、数据库管理系统、支持数据库运行的硬件、应用系统、数据库管理员

(database administrator, DBA) 和终端用户构成。数据库系统构成如图 1-6 所示。

1.2.5 数据库系统的类型

数据库系统的类型可以从不同的角度进行划分。通常,从用户的角度,数据库系统的部署结构分为集中式、客户机/服务器式、浏览器/服务器、分布式和并行式。

1. 集中式数据库系统

集中式数据库系统 (centralized database system) 的结构是指一台主机带有多个用户终端的数据库系统。终端通常只是主机的扩展 (如教师机使用教学管理软件广播功能时,学生的终端只能利用显示屏收看),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,如图 1-7 所示。

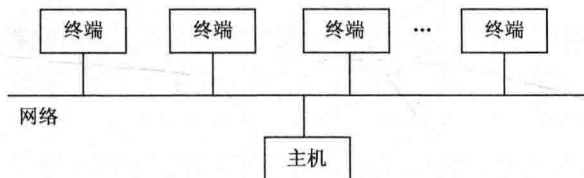


图 1-7 集中式数据库系统结构

在集中式结构中, DBMS、DB 和应用程序都集中存放在主机上。用户通过终端并发地访问主机上的数据,共享其中的数据,所有处理数据的工作都由主机完成。用户若在一个终端上提出要求,主机可根据用户的要求访问数据库,并对数据进行处理,再将结果回送该终端输出。集中式结构的优点是简单、可靠、安全;缺点是主机的任务压力大且终端数较少,当主机出现故障时,整个系统将瘫痪。

2. C/S 及 B/S 数据库系统

在客户机/服务器 (client/server, C/S) 结构中,采用“功能分布”原则,将实际业务应用分解成多个子任务,由多台客户机分别完成。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。客户请求服务、服务器提供服务的处理方式是现有常用的网络数据库应用模式,如图 1-8 所示。

在 C/S 结构中,可以减少网络上的数据传输量,从而提高系统的性能。此外,客户机的硬件及软件平台也可多种多样,使应用更广泛简捷。

三层结构的 C/S 体系结构在二层结构中插入一个功能层,如图 1-9 所示。客户机上只安装具有操作界面和简单数据处理功能的应用程序,负责处理与用户的交互和应用服务器的交互。将业务应用逻辑的处理功能移至应用服务器,由其负责处理,并接收客户端应用程序的请求,然后将此请求转化为数据库请求后与数据库服务器交互,数据库服务器软件根据应用服务器发送的请求进行数据库操作,并将操作的结果传送给应用服务器,最后将结果传送给客户端。

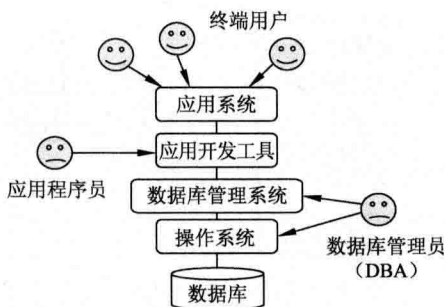


图 1-6 数据库系统构成

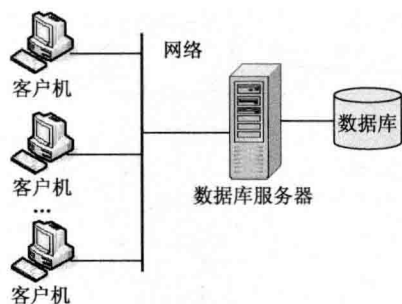


图 1-8 C/S 系统的一般结构

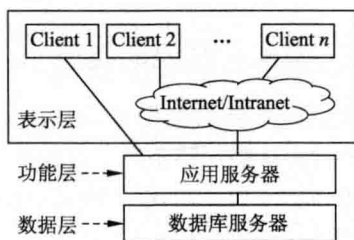


图 1-9 三层 C/S 体系结构图

浏览器/服务器 (B/S) 结构是一种由在三层 C/S 体系结构在 Web 上应用的特例。其中，中间功能层的应用服务器极为重要。

3. 分布式数据库系统

分布式数据库系统 (distributed database systems) 其数据具有“逻辑整体性和物理存储分布性”。将分布在各地 (结点) 的业务数据逻辑上作为一个整体，由网络、数据库和多个结点构成，用户通过网络调用时如同一个集中式数据库，可区别于分散式数据库。例如，分布在不同地域的大型银行或企事业单位，采用的都是这种分布式数据库系统。

4. 并行式数据库系统

目前，各种业务数据量急剧增加，巨型数据库的容量已达到太字节 (terabyte) 甚至拍字节 (petabyte)。需要事务处理速度更快，每秒处理上千万个事务才能满足需求。集中式 DBS 和 C/S 式 DBS 都无法应付这种情况，只有并行式数据库系统 (parallel database systems) 才可以解决这类问题。并行数据库系统可以同时使用多个 CPU 和存储设备，多个处理操作进程同时进行，从而提高数据处理、存取和传输的速度。在大规模并行数据库系统中，处理机 (服务器) 的 CPU 可达数百或数千个。

课后评量

1. 下列说法中，不属于数据库管理系统特征的是 ()。

- A. 提供了应用程序和数据的独立性
- B. 所有的数据作为一个整体考虑，因此是相互关联的数据的集合
- C. 用户访问数据时，需要知道存储数据的文件的物理信息
- D. 能够保证数据库数据的可靠性，即使在存储数据的硬盘出现故障时，也能防止数据丢失

2. 数据库管理系统是数据库系统的核心，它负责有效地组织、存储和管理数据，它位于用户和操作系统之间，属于 ()。

- A. 系统软件
- B. 工具软件
- C. 应用软件
- D. 数据软件

3. 下列不属于数据库系统组成部分的是 ()。

- A. 数据库
- B. 操作系统
- C. 应用程序
- D. 数据库管理系统

4. 下列关于客户机/服务器结构和文件服务器结构的描述，错误的是 ()。

- A. 客户机/服务器结构将数据库存储在服务器端，文件服务器结构将数据存储在客户端
- B. 客户机/服务器结构返回给客户端的是处理后的结果数据，文件服务器结构返回给

