

数据库系统

原理及应用

孙永明 安艳辉 李海鸽 主编



中央广播电视大学出版社

数据库系统

原理及应用

第 2 版

数据库系统原理及应用

孙永明 安艳辉 李海鸽 主 编

中央广播电视大学出版社

北 京

内容简介

全书内容由浅入深，循序渐进，通俗易懂，力求具有实用性和可操作性。书中提供了大量任务，通过各个任务的实现有助于读者理解概念、掌握使用数据库专业知识解决实际问题的技能。全书共分为 10 个项目，具体包括：数据库系统概论、关系模型、数据库设计、SQL Server 2008 简介、创建数据库和表、管理数据表中的数据、数据查询、视图、使用 Transact-SQL 编程、数据库应用系统开发技术。

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库系统原理及应用 / 孙永明, 安艳辉, 李海鸽
主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2014.1
ISBN 978-7-304-05557-8

I. ①数… II. ①孙… ②安… ③李… III. ①数据库系统IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 092695 号

版权所有, 翻印必究。

数据库系统原理及应用

孙永明 安艳辉 李海鸽 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-58840200 总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 苏 醒

责任编辑: 冯 欢

印刷: 北京市全海印刷厂

印数: 0001~3000

版本: 2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 2 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 14.25 字数: 338 千字

书号: ISBN 978-7-304-05557-8

定价: 39.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

PREFACE

数据库技术是现代信息技术的重要组成部分。随着计算机技术的广泛应用与发展,无论是数据库技术基础理论、数据库技术应用、数据库系统开发,还是数据库软件利用,都在发展中不断地创新。同时,作为IT行业发展最快的领域之一,数据库技术已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中,了解并掌握数据库知识已经成为各类科技和管理人员的基本要求。

本书根据数据库技术领域和数据库应用系统开发职业的任职要求,参照相关的职业资格标准,贯彻“应用为目的,必需够用为度”的原则,坚持以能力为本位、工学结合的职业教育思想,采用项目教学、任务驱动组织课程内容。

全书内容由浅入深,循序渐进,通俗易懂,力求具有实用性和可操作性。书中提供了大量任务,通过各个任务的实现有助于读者理解概念、掌握使用数据库专业知识解决实际问题的技能。全书共分为10个项目,具体包括:数据库系统概论、关系模型、数据库设计、SQL Server 2008简介、创建数据库和表、管理数据表中的数据、数据查询、视图、使用Transact-SQL编程、数据库应用系统开发技术。

本书由孙永明、安艳辉、李海鸽任主编,杜歆、史林林、张帆任副主编,此外,李川也参加了本书的编写。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中不免存在错误和疏漏之处,恳请学界同仁和广大读者批评指正。

编 者

2013年4月

目 录

CONTENTS

项目一 数据库系统概论

任务一 数据库系统概述	1
任务二 数据管理技术的演变	4
任务三 数据库系统结构	7
任务四 数据库系统的发展	14
练习与思考	16

项目二 关系模型

任务一 数据模型	17
任务二 关系的定义和性质	30
任务三 关系代数	32
练习与思考	41

项目三 数据库设计

任务一 数据库设计概述	44
任务二 需求分析	48
任务三 概念模型设计	54
任务四 逻辑模型设计	57
任务五 数据库的物理设计	63
任务六 数据库的实施和维护	66
练习与思考	67

项目四 SQL Server 2008 简介

任务一 SQL Server 2008 概述	69
任务二 安装和配置	72
练习与思考	81

项目五 创建数据库和表

任务一 创建数据库	82
任务二 创建表	93
练习与思考	104

项目六 管理数据表中的数据

任务一 用命令方式管理表中数据	108
任务二 用界面操作方式管理表中数据	111
练习与思考	117

项目七 数据查询

任务一 简单查询	119
任务二 高级查询	135
练习与思考	147

项目八 视图

任务一 视图的创建	149
任务二 视图的查询和管理	153
练习与思考	157

项目九 使用 Transact-SQL 编程

任务一 Transact-SQL 基础	158
任务二 变量的使用	170
任务三 流程控制语句	173
任务四 错误处理	176
任务五 存储过程	178
任务六 触发器	185
练习与思考	190

项目十 数据库应用系统开发技术

任务一 数据库应用系统开发概述	192
任务二 C/S 体系结构	193
任务三 B/S 结构	198
任务四 开放式数据库开发	199
任务五 ADO.NET 技术	207
练习与思考	220
参考文献	222

项目一 数据库系统概论

学习目标

掌握数据库的基本概念；了解数据管理技术发展的各个阶段；掌握数据库系统的特点；了解数据库系统的外部体系结构；理解并掌握数据库系统的三级模式结构；了解数据库技术的发展等。

项目重点

数据库的基本概念；数据库系统的特点；数据库系统的三级模式结构。

项目难点

数据库系统的三级模式结构。

任务一 数据库系统概述

一、数据库系统基本概念

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是与数据库技术密切相关的4个基本概念。

1. 数据

数据(data)是数据库中存储的基本对象。可以将其定义为：描述事物的符号记录。描述事物的符号很多，可以是数字、文字，也可以是图形、声音等信息，它们都可以经过数字化后存入计算机。

数据与其语义是不可分的，数据的语义也称数据的含义，就是指对数据的解释。例如：高速公路上路边的标牌通常会有80这样一个数字。如果不做任何解释，人们很难了解这个数字的意思。但在交通规则里对这个标牌上的数字做了解释，表示限制最高速度不能高于80千米/小时。所以，数据和关于数据的解释是不可分的。

2. 数据库

数据库(Database, DB)，顾名思义就是存放数据的仓库，是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。只不过这个仓库具有抽象性，它表现为计算机系统中的一个或多个文件(如SQL Server中的MDF文件、Access中的MDB文件等)。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存，并且可被各种用户共享。

3. 数据库管理系统

数据库仅仅是一个存放数据的仓库，但如何来管理好这个仓库(如科学地组织、存储

数据和高效地获取、维护数据等) 还得由数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 来完成。

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。它主要包括 4 个方面的功能:

- (1) 数据定义功能。方便地对数据库中的数据对象进行定义。
- (2) 数据操纵功能。实现对数据库查询、插入、删除、修改等基本操作。
- (3) 数据库的运行管理。实现对数据库安全性、完整性、一致性的保障。
- (4) 数据库的建立和维护功能。实现数据库的初始化、运行维护等。

4. 数据库系统

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、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) 和用户构成。

其中, 数据库是一个结构化的数据集合。数据库管理系统则是专门对数据进行管理的一个软件。硬件是数据库赖以存在的物理设备。应用系统则是用户为了满足特定的应用环境而开发的系统。数据库管理员是工作在数据库管理系统之上的人员, 而用户则是应用系统的使用者。数据库各个组成部分及其相互关系如图 1-1 所示。

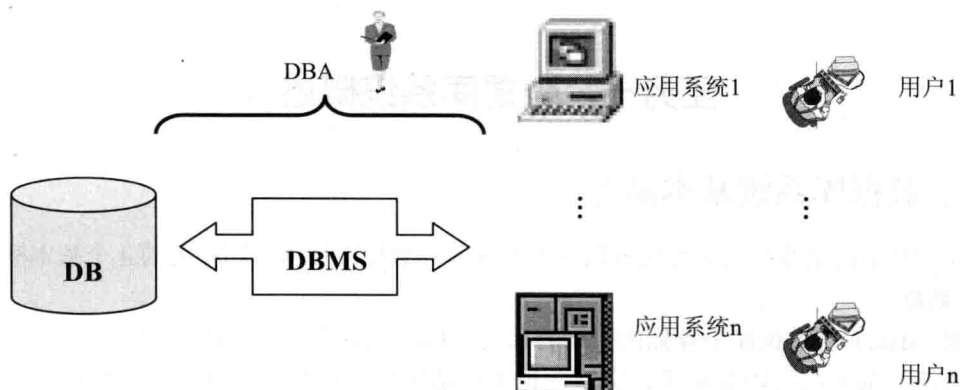


图 1-1 数据库系统的构成

二、数据库系统应用实例

下面通过几个数据库系统应用的实例, 来带领读者认识数据库。

1. 学校学生管理信息系统

学校学生管理信息系统 (Management Information System, MIS) 主要是对学生的人事、学籍、选课等信息进行管理。该系统包括的最典型的数据内容有:

- (1) 学生基本信息: 学号、姓名、性别、年龄、系别等。
- (2) 学生人事记录: 家庭出身、籍贯、政治面貌等。
- (3) 学生学籍记录: 日期、地点、学历等。
- (4) 学生选课记录: 课程号、学号、学分等。

学生管理信息系统除了对以上学生的一些基本信息进行管理外，还要对考试、排课以及与学生相关联的教师信息进行管理。学生管理信息系统的实施不但能大大提高学校各项管理工作的效率，更重要的是为不同的部门提供了正确、一致的数据。在目前各大高校中，已经普遍采用了学生管理信息系统，为学生和教师都提供了方便、快捷的服务。

2. 银行业务系统

银行业务系统是最早使用数据库技术的系统之一，将业务人员从烦琐的手工记账中解放出来。特别是随着计算机、电子等新技术的发展，银行业务也变得丰富多彩，网上银行、信用卡都给人们带来了方便。比如，信用卡管理系统中，需要管理的典型数据包括：

- (1) 客户基本信息：身份证号码、姓名、通信地址、邮编、电话等。
- (2) 信用卡基本信息：卡号、账号、账户余额、交易种类、交易金额、交易日期等。
- (3) 客户和卡的关联：身份证号、账号等。

在以上所述的银行卡业务系统中，客户可以利用信用卡到营业网点、ATM (Automated Teller Machine, 自动取款机) 提取现金，也可以在商场进行刷卡消费，此外还可以利用信用卡进行水电气以及电话交费等。该系统除了可以为客户提供以上业务服务外，还可以为客户提供查询业务，让客户及时掌握自己的账户信息。这种系统的关键在于保证数据的正确性和一致性。当前的银行已经离不开数据库系统，因为数据库系统不但为其处理了大量烦琐的业务数据，也大大提高了银行业务工作的效率，为客户提供了快捷及时的服务。

3. 网上论坛

网上论坛是互联网中应用非常广泛的应用系统，几乎所有稍具规模的网站都提供自己的网上论坛。网上论坛都需要有后台数据库的支持。数据库系统在网上论坛的应用中，包括的典型数据有：

- (1) 用户信息：用户 ID 号、用户名、密码、用户姓名、电子邮箱等。
- (2) 论坛留言信息：留言 ID 号、留言标题、留言内容、留言人用户名、创建回复的日期和时间、点击数等。

用户可以查询、修改、删除论坛数据库系统中的个人信息，在网上发表自己感兴趣的话题，也可以通过数据库按时间、主题等查询当前论坛的留言内容，数据库为论坛的交流提供了极大的方便。除了网上论坛，网上的其他系统（比如电子商务等），数据库系统作为其后台支持也是必不可少的。

以上是几个数据库系统应用的实例。数据库在这些应用系统中的作用主要包括：

- (1) 定义数据库架构。应用系统中的数据库本身就是为了存储大量应用数据，因此需要定义数据库的架构来存放这些数据。
- (2) 对各种数据进行管理。无论是学校学生管理系统还是银行业务管理系统，或者是网上论坛，它们需要存储的数据量都是非常大的，数据库技术就是要把这大批的数据组织起来并进行有效的管理。
- (3) 执行数据库的操纵功能。数据库把应用系统中的数据存储后，还要能为用户所使用。数据库系统提供了数据库查询语言，使用户能方便地对数据库中的数据执行查询、插入、修改以及删除等多种操作。
- (4) 控制多用户的访问。对于存储大量数据的数据库应用系统来说，也必定存在各种

各样的用户，因此需要保证各种用户所使用的数据的正确性、一致性以及完整性等。

任务二 数据管理技术的演变

随着数据处理量的增长，产生了数据管理技术。数据管理技术的发展与计算机硬件、系统软件及计算机应用的范围有密切的联系。数据管理技术的发展经历了人工管理、文件系统、数据库和高级数据库 4 个阶段。

一、人工管理阶段

在人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前），计算机主要用于科学计算，对于数据保存的需求尚不迫切，数据的管理是靠人工进行的，计算机不保存数据，也没有专用的数据管理软件，只有程序的概念，没有文件的概念，一组数据对应一个应用程序，如图 1-2 所示，数据存在大量的重复存储现象。

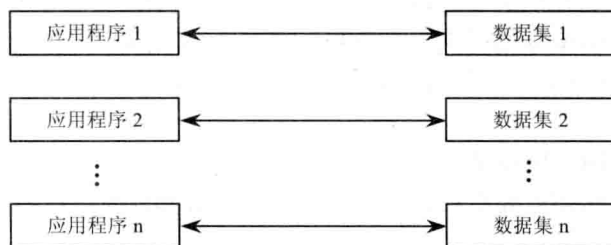


图 1-2 人工管理阶段程序与数据的关系

二、文件系统阶段

在文件系统阶段（20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期），计算机开始应用于信息管理。硬件方面出现了可以直接存取的外部存储设备，软件方面有了操作系统中专门管理数据的文件系统。数据的管理是以独立的数据文件形式存放，并可按记录存取。在文件系统阶段，一个应用程序可以处理多个数据文件，文件系统在程序与数据间起到接口的作用，使程序和文件有了一定的独立性，如图 1-3 所示。这使得程序员可以把精力集中于算法，不必过多考虑物理细节，因此在这个时期各种数据结构和算法得到了充分发展，大大丰富了计算机科学。但文件系统的致命缺陷使各种数据文件之间缺乏有机的联系，数据和程序之间缺乏独立性，不能有效地共享相同的数据，从而造成了数据的冗余和不一致，给数据的修改和维护带来了困难。

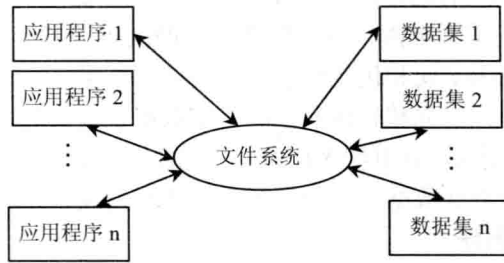


图 1-3 文件系统阶段程序与数据之间的关系

三、数据库阶段

随着计算机技术的迅速发展和广泛应用，磁盘技术取得了重要进展，数据管理中数据量也急剧增长，对数据共享和数据管理就提出了更高的要求。此时文件系统已经不能满足应用的需求，数据库技术也就应运而生。

数据管理技术在 20 世纪 60 年代末的发展经历了以下几件大事：

(1) 1969 年 IBM 公司研制、开发了数据库管理系统商品化软件 (Information Management System, IMS)，IMS 的数据模型是层次结构的。

(2) 美国数据系统语言协会 (Conference On Data System Language, CODASYL) 下属的数据库任务组 (Data Base Task Group, DBTG) 对数据库方法进行了系统的讨论、研究，提出了若干报告，最终形成 DBTG 报告。DBTG 报告确定并且建立了数据库系统的许多概念、方法和技术。

(3) 1970 年 IBM 公司 San Jose 研究实验室的研究员 E.F.Codd 发表了著名的《大型共享系统的关系数据库的关系模型》论文，为关系数据库技术奠定了理论基础。

这个阶段数据库与应用程序的关系可由图 1-4 表示。

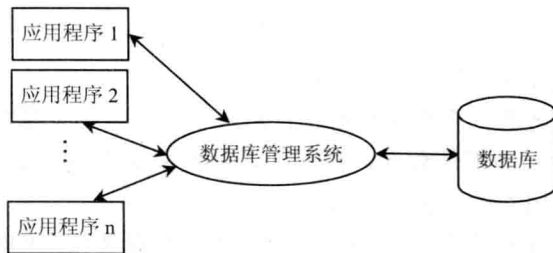


图 1-4 应用程序与数据库之间的关系

四、高级数据库阶段

20 世纪 70 年代开始，数据库技术又有了很大的发展，表现如下：

(1) 数据库方法，特别是 DBTG 方法和思想应用于各种计算机系统，出现了许多商品化数据库系统，它们大都是基于网状模型和层次模型的。

(2) 商用数据库系统的运行, 使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、事务处理、交通运输、信息检索、军事指挥、政府管理和辅助决策等各个方面, 深入生产、生活的各个领域。数据库技术成为实现和优化信息系统的基本技术。

(3) 关系方法的理论研究和软件系统的研制取得了很大的成果。

这一阶段的主要标志是 20 世纪 80 年代出现的分布式数据库系统, 90 年代出现的面向对象数据库系统和各种新型数据库系统(如多媒体数据库系统和数据仓库等)。

1. 分布式数据库系统

分布式数据库系统(Distributed Database System, DDBS)是在集中式数据库基础上发展起来的, 是数据库技术与计算机网络技术、分布处理技术相结合的产物。分布式数据库系统的主要特点如下:

- (1) 数据是分布的。
- (2) 数据是逻辑相关的。
- (3) 结点具有自治性。

2. 面向对象数据库系统

面向对象数据库系统(Object-Oriented Database System, OODBS)是将面向对象的模型、方法和机制, 与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。它从关系模型中脱离出来, 强调在数据库框架中的发展类型、数据抽象、继承和持久性。它的基本设计思想是: 一方面把面向对象语言向数据库方向扩展, 使应用程序能够存取并处理对象; 另一方面扩展数据库系统, 使其具有面向对象的特征, 提供一种综合的语义数据建模概念集, 以便对复杂应用中的实体和联系建模。

3. 多媒体数据库系统

多媒体数据库系统(Multi-media Database System, MDDBS)是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。其主要特点是:

- (1) 数据量大。
- (2) 结构复杂。
- (3) 有时序性。
- (4) 数据传输的连续性。

从实际应用的角度考虑, 多媒体数据库管理系统应具有如下基本功能:

- (1) 能够有效地表示多媒体数据, 对不同媒体类型的数据, 如文本、图形、图像、声音等按应用的不同, 采用不同的表示方法。
- (2) 能够处理各种媒体数据, 正确识别和表现各种媒体数据的特征、各种媒体间的空间或时间的关联。
- (3) 能够像对其他格式化数据一样对多媒体数据进行操作。
- (4) 具有开放功能, 提供多媒体数据库的应用程序接口。

4. 数据仓库

数据仓库可以提供对企业数据方便访问和具有强大分析能力的工具, 从企业数据中获得有价值的信息, 发掘企业的竞争优势, 提高企业的运营效率和指导企业决策。数据仓库作为决策支持系统(Decision Support System, DSS)的有效解决方案, 涉及 3 个方面的技

术内容：数据仓库技术、联机分析处理（On-Line Analysis Processing, OLAP）技术和数据挖掘（Data Mining, DM）技术。

人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段的比较如表 1 - 1 所示。

表 1 - 1 数据管理 3 个阶段的比较

阶段划分 背景与特点		人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
背 景	应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
	软件背景	没有操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、分布处理、批处理
特 点	数据的管理者	人	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用程序	现实世界
	数据的共享程度	无共享、冗余度极大	共享性差、冗余度大	共享性高、冗余度小
	数据的独立性	不独立，完全依赖于应用程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构，整体无结构	整体结构化，用数据模型描述
	数据的控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

任务三 数据库系统结构

数据库系统体系结构可以从不同层次或不同角度来分析。从数据库最终用户角度看数据库系统外部的体系结构，可以将其体系结构分为单用户结构、主从式结构、分布式结构、客户机/服务器结构和浏览器/服务器结构等；从数据库管理系统角度看数据库系统内部的体系结构，通常采用三级模式结构。

一、数据库系统的外部体系结构

在一个数据库应用系统中，包括数据存储层、业务处理层和界面表示层 3 个层次。数据库系统体系结构就是指数据库应用系统中数据存储层、业务处理层、界面表示层等之间的布局 and 分布。下面从数据库最终用户角度来讨论数据库系统各种不同的体系结构。

1. 单用户结构

单用户结构的数据库系统是一种比较简单的数据库系统，通常称为桌面型数据库管理系统。这种桌面型数据库管理系统已经基本上实现了数据库管理系统(Database Management System, DBMS)应该具备的功能。

这种单用户系统结构，其特点是整个数据库系统包括操作系统、DBMS、应用程序和数据库等都安装在一台计算机上，由一个用户独占，不同机器间不能共享数据，容易造成数据大量冗余，主要适合个人计算机用户，其体系结构如图 1 - 5 所示。

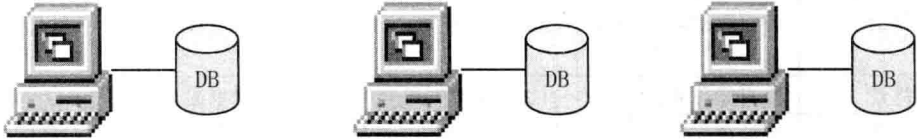


图 1 - 5 单用户结构数据库体系结构

单用户结构中，数据存储层、业务处理层和界面表示层都存在于一个计算机上。目前比较流行的这种结构的 DBMS 有 Access 和 Visual FoxPro。

2. 主从式结构

主从式结构的数据库系统是一种采用大型主机和终端结合的系统，这种结构是将操作系统、应用程序和数据库系统等数据和资源放在主机上，事务由主机完成，终端只是作为一种输入/输出设备，可以共享主机的数据。在这种主从式结构中，数据存储层和应用层都放在主机上，而用户界面层放在各个终端上。

这种结构的优点是简单，数据易于管理和维护，但对主机性能要求比较高。缺点是当终端用户增加到一定程度后，主机的任务会过于繁重，使性能大大下降，可靠性不够高。并且这种结构通信费用比较昂贵，这是数据库系统初期较流行的一种体系结构。这种结构比较典型的有一些银行的业务系统，其业务数据存放在大型主机中，柜面业务人员通过终端实现对主机数据的共享，其体系结构如图 1 - 6 所示。

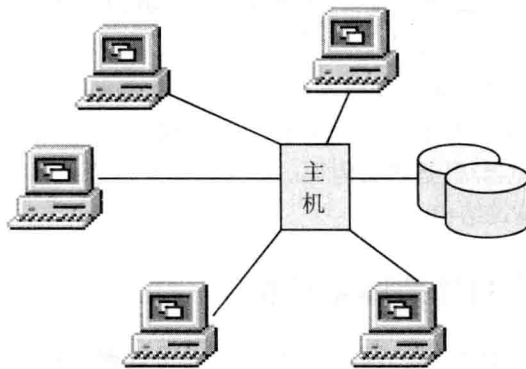


图 1 - 6 主从式结构数据库体系结构

3. 分布式结构

分布式结构的数据库系统是指数据库中的数据在逻辑上是一个整体，但物理地分布在计算机网络的不同结点上。分布式数据库系统由多台计算机组成，每台计算机都配有各自的本地数据库。在分布式数据库系统中，大多数处理任务由本地计算机访问本地数据库完成局部应用。对于少量本地计算机不能胜任的处理任务，通过网络存取和处理多个异地数据库中的数据，执行全局应用。

分布式结构数据库体系结构如图 1-7 所示。

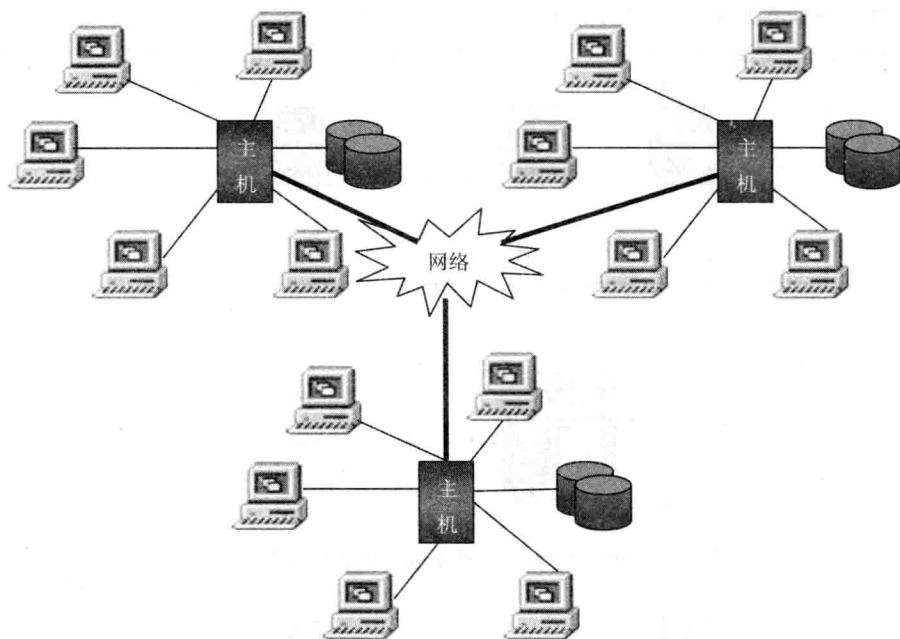


图 1-7 分布式结构数据库体系结构

分布式结构的优点是适应了地理上分散的公司、团体和组织对数据库应用的需求，体系结构灵活，经济性能好。其缺点是由于数据的分散存放，给数据的处理、管理与维护带来困难。而且当用户需要经常访问远程数据时，系统效率会明显地受到网络传输的制约。分布式结构大量用于跨不同地区的公司、团体等。

4. 客户机/服务器结构

客户机/服务器 (Client/Server, C/S) 结构是当前非常流行的一种结构。在这种结构中，网络中某个 (些) 结点上的计算机专门用于执行 DBMS 功能，称为服务器。其他结点上的计算机安装 DBMS 的外围应用开发工具以及用户的应用系统，称为客户机。客户机提出请求，服务器对客户机的请求做出回应。

在客户机/服务器结构的数据库系统中，数据存储层处于服务器上，应用层和用户界面层处于客户机上。客户机支持用户应用，负责管理用户界面、接收用户数据、生成数据库服务请求等；服务器则接收客户机的请求，处理请求并返回执行的结果。

这种结构的优点是不需要将大量数据在网络上传输，减少了网络的数据传输量，提高

了系统的性能、吞吐量和负载能力。数据库更加开放，可移植性高，因为客户机与服务器一般都能在多种不同的硬件和软件平台上运行，并且可以使用不同厂商的数据库应用开发工具。但这种结构本身也有缺点，如系统安装复杂，工作量大；应用维护困难，难于保密，造成安全性差；相同的应用程序要重复安装在每一台客户机上，从总体来看，大大浪费了系统资源。特别是当系统规模达到数百或数千台客户机，它们的硬件配置、操作系统又常常不同，要为每一个客户机安装应用程序和相应的工具模块，其安装维护代价便大大提高了。

客户机/服务器结构也可分为集中的和分布的两种。集中的服务器结构只有一台数据库服务器，而有多台客户机，其体系结构如图 1-8 所示。分布的服务器结构在网络中有多台数据库服务器，它是客户机/服务器与分布式数据库的结合，其体系结构如图 1-9 所示。

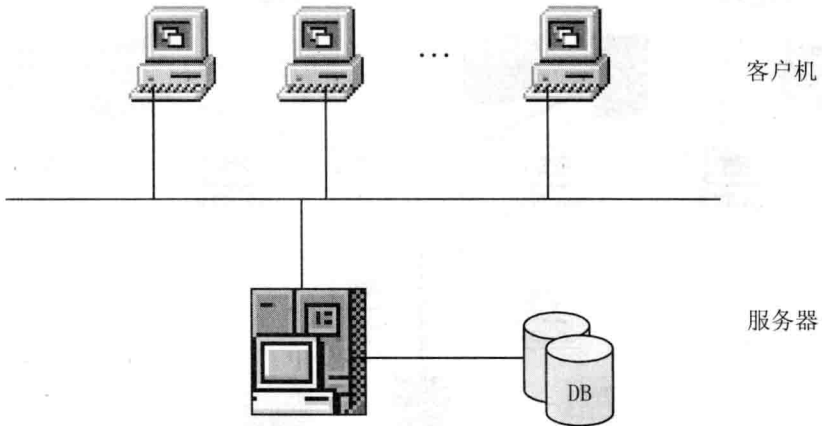


图 1-8 集中的客户机/服务器结构数据库体系结构

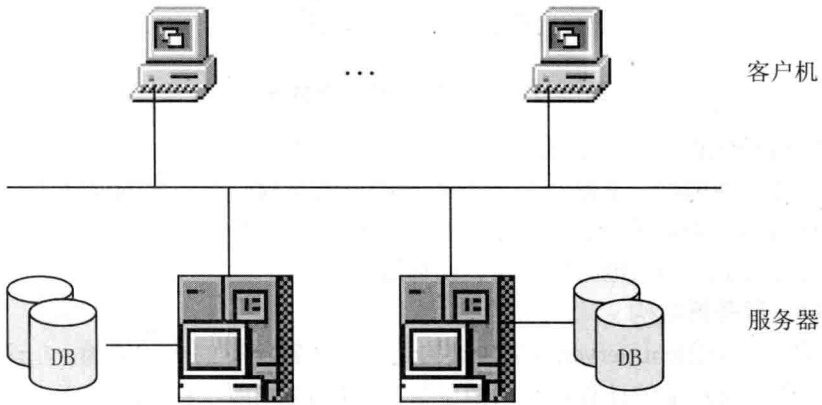


图 1-9 分布的客户机/服务器结构数据库体系结构

5. 浏览器/服务器结构

由于客户/服务器结构需要配置和维护多个客户机端支撑软件，不但会造成客户机臃肿，而且给应用程序的维护工作带来了很大的不便。随着互联网浏览器功能越来越强大，在许多场合下，可以用浏览器取代客户机服务器结构的客户端软件。因此，人们提出了一种改