

数据库系统原理

主 编 陆慧娟



浙江大學出版社

数据库系统原理

主 编 陆慧娟

副主编 高波涌 蒋志平

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库系统原理 / 陆慧娟主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2004. 9

ISBN 7-308-03884-X

I. 数... II. 陆... III. 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(2004)第090912号

内容简介

本书较全面地介绍了数据库系统基本原理、技术实现和基本应用知识。全书共分9章,内容包括数据库系统概论、关系数据库、关系数据库标准语言SQL、RDBMS实例:SQL Server、关系数据库设计理论、数据库存储结构、数据库安全与保护、数据库设计,最后介绍了几种新型的数据库。

本书适合大学本科、专科计算机专业及相近专业的教材,也是自学的理想参考书。

★ 本书另配有“数据库系统原理——习题集与上机指导”。

★ 本书还配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费索取。

责任编辑 石国华

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路38号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 浙江大学出版社电脑排版中心

印刷 浙江大学印刷厂

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 16.75

字数 428千

版印次 2004年9月第1版 2006年3月第3次印刷

印数 5001—7000

书号 ISBN 7-308-03884-X / TP·270

定价 25.00元

前 言

近年来,计算机数据库技术发展迅速,已广泛地应用于我们生产与生活的各个领域,成为计算机科学的重要分支。因此,数据库课程已经成为计算机科学技术教育的一门重要课程。

本书系统讲述数据库技术的基本概念、原理和基本应用,阐述数据库设计、实现的基本过程,同时介绍数据库系统的最新发展成果。全书共9章。第1章是数据库系统概论,主要介绍数据管理技术发展的四个阶段及各个阶段的特点,数据库管理系统的组成、结构和功能,数据模型和数据库系统的发展。第2章是关系数据库,主要介绍关系模型的特点、关系、关系模式,关系数据库的有关基本概念、关系代数和关系运算,同时还介绍关系代数表达式的优化策略、等价变换规则和优化算法。第3章是关系数据库标准语言,主要介绍标准SQL语言的基本语法以及应用,同时列举大量实例帮助读者理解和掌握SQL语言的使用与特点。第4章是关系数据库管理系统实例,主要介绍SQL Server 2000软件架构、数据库结构、工具以及Transact-SQL程序设计。第5章是关系数据库设计理论,是进行数据库设计所必需的理论基础,主要讲解函数依赖的概念,1NF, 2NF, 3NF, BCNF, 4NF 和 5NF 的定义及其规范化的方法。第6章是数据库存储结构,主要讨论计算机常见外存介质、文件的组织形式及常用存储方法。第7章是数据库安全与保护,从安全性控制、完整性控制、并发控制与封锁和数据库恢复四个方面讨论数据库的安全和保护功能。第8章是数据库设计,介绍数据库设计的六个阶段:系统需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理设计、数据库实施、数据库运行与维护,对于每一阶段,都分别详细讨论了其相应的任务、方法和步骤。第9章是数据库新技术,主要介绍几个重要的数据库新技术及其应用领域,包括面向对象数据库、分布式数据库、多媒体数据库、嵌入式数据库、WWW数据库和数据挖掘等。

本书的教学大约需要51~68学时,其中理论讲授39~57学时,实验12~18学时。第1~5章及第7、8章为必学内容;第6章、第9章为选学内容。

本书是全面介绍数据库系统基本原理、技术实现和基本应用知识的最新教

程,编写中力求内容全面、概念清晰、语言流畅、图文并茂、理论与实际系统相结合,相关章节还结合 SQL Server 2000 数据库系统进行介绍,并尽力反映数据库领域的最新研究成果,比如,ODMG 2.0 标准、SQL3 和嵌入式数据库等。

本教材可作为普通高等院校、高等职业技术学校、成人高等院校计算机类及相关专业的教材,也可作为非计算机专业学生的选修课或辅修课的教材。另外,还可作为计算机应用人员及工程技术人员的自学参考书。

本书由陆慧娟担任主编,高波涌、蒋志平担任副主编,第 1,2,6,7,8 章由陆慧娟编写,第 4,5,9 章由高波涌编写,第 3 章和第 9 章的嵌入式数据库由蒋志平编写。全书由陆慧娟统稿。

在本书编写过程中,王力、龚骏辉、陈庆寿、林传华、胡庆泽、余霖泽、周松等参加了文字录入、绘图和校对等工作。同时得到了编者所在单位的领导和同事的支持,特别是得到了关伟、阮健的帮助,在此一并致谢。

在本书编写过程中参考了国内外同行的研究成果和相关资料。在此,编者谨向本书参考文献中列出的作者表示感谢!

由于时间仓促,书中如有不当之处,恳请读者批评指正。对本书的意见请按电子邮件地址 hjlu8@cjlu.edu.cn 反馈给编者,谢谢。

编 者

2004 年 8 月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	1
1.1 信息、数据与数据处理	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 数据处理	2
1.2 数据库技术的产生、发展与研究领域	2
1.2.1 数据库技术的产生与发展	2
1.2.2 数据库技术的研究领域	5
1.3 数据库系统的组成和结构	6
1.3.1 数据库系统的组成	6
1.3.2 数据库系统的结构	8
1.4 数据库管理系统	11
1.4.1 DBMS 的主要功能	11
1.4.2 DBMS 的组成	12
1.4.3 DBMS 的数据存取过程	13
1.5 数据模型	14
1.5.1 数据之间的联系	14
1.5.2 数据模型概述	15
1.5.3 概念数据模型	16
1.5.4 格式化模型	21
1.5.5 关系模型	23
1.5.6 面向对象数据模型	24
1.6 数据模型与数据库系统的发展	26
1.6.1 第一代数据库系统	26
1.6.2 第二代数据库系统	27
1.6.3 第三代数据库系统	28
小 结	29
习 题	30
第 2 章 关系数据库	31
2.1 关系模型概述	31
2.1.1 关系模型的基本概念	31

2.1.2 笛卡尔积(Cartesian Product)	32
2.1.3 关系的定义	33
2.1.4 关系的性质	34
2.2 关系的码	35
2.2.1 候选码与主码	35
2.2.2 外部关系码	36
2.2.3 关系模型的完整性	37
2.3 关系数据库模式与关系数据库	38
2.3.1 关系模式和关系数据库模式	38
2.3.2 关系数据库	39
2.4 关系代数	39
2.4.1 关系代数的分类及其运算符	39
2.4.2 传统的集合运算	39
2.4.3 专门的关系运算	41
2.5 关系演算	45
2.5.1 元组关系演算	45
2.5.2 域关系演算	47
2.6 关系代数表达式的优化	48
2.6.1 关系代数表达式的优化策略	48
2.6.2 关系代数表达式的等价变换规则	49
2.6.3 关系代数表达式的优化算法	50
小 结	53
习 题	53
第3章 关系数据库标准语言 SQL	55
3.1 SQL 语言简介	55
3.1.1 SQL 发展历史与特点	55
3.1.2 SQL 的组成结构	56
3.2 SQL 数据定义	57
3.2.1 数据库模式的定义	57
3.2.2 基本表的定义	58
3.2.3 索引的定义	61
3.3 SQL 数据查询	62
3.3.1 简单查询	63
3.3.2 多表查询	71
3.3.3 聚合和分组	75
3.3.4 子查询	77
3.3.5 递归查询	82
3.4 SQL 数据操纵	83

3.4.1 插入数据	84
3.4.2 修改数据	84
3.4.3 删除数据	85
3.5 SQL 数据控制	86
3.5.1 数据控制的方法	86
3.5.2 权限的授予与收回	86
3.6 视图	88
3.6.1 视图的定义	89
3.6.2 视图的查询	89
3.6.3 视图的更新	90
3.7 嵌入式 SQL 语句	90
3.7.1 嵌入式 SQL 的运行环境	90
3.7.2 嵌入式 SQL 的规定	91
3.7.3 嵌入式 SQL 的使用	93
3.7.4 动态 SQL 语句	94
小 结	95
习 题	95
第 4 章 关系数据库管理系统实例:Microsoft SQL Server	97
4.1 SQL Server 2000 概述	97
4.1.1 SQL Server 2000 软件架构	98
4.1.2 SQL Server 数据库结构	99
4.2 Transact-SQL 程序设计	105
4.2.1 注释符与运算符	106
4.2.2 变量	106
4.2.3 流程控制语句	107
4.2.4 常用命令	111
4.2.5 函 数	112
4.3 SQL Server 工具	113
小 结	116
习 题	117
第 5 章 关系数据库设计理论	118
5.1 关系模式的非形式化设计规则	118
5.1.1 关系属性的语义	118
5.1.2 元组中的冗余信息和更新异常	119
5.1.3 元组中的空值	119
5.1.4 伪元组的生成	120
5.2 函数依赖	121

5.2.1 函数依赖的定义	121
5.2.2 函数依赖的逻辑蕴涵	122
5.2.3 函数依赖的推理规则	123
5.2.4 函数依赖集的等价、覆盖和最小依赖集	125
5.3 关系模式的规范化	127
5.3.1 关系模式的分解	127
5.3.2 码	129
5.3.3 第一范式	129
5.3.4 第二范式	130
5.3.5 第三范式	131
5.3.6 Boyce-Codd 范式	132
5.4 多值依赖与第四范式	134
5.4.1 多值依赖	134
5.4.2 第四范式	136
5.5 连接依赖与第五范式	137
5.5.1 连接依赖	137
5.5.2 第五范式	137
小 结	138
习 题	138
第 6 章 数据库存储结构	140
6.1 数据库存储设备	140
6.2 文件组织	143
6.2.1 定长记录	143
6.2.2 变长记录	144
6.3 文件结构	147
6.3.1 无序文件	147
6.3.2 有序文件	147
6.3.3 聚集文件	148
6.3.4 HASH 文件	150
6.4 索引技术	154
6.4.1 线性索引	154
6.4.2 B 树	155
6.4.3 B ⁺ 树	157
小 结	161
习 题	162
第 7 章 数据库安全与保护	163
7.1 数据库的安全性	163

7.1.1 数据库安全性的含义	163
7.1.2 数据库安全控制的一般方法	163
7.1.3 SQL Server 的用户与安全性管理	167
7.2 完整性控制	171
7.2.1 数据库完整性的含义	171
7.2.2 完整性规则的组成	171
7.2.3 完整性约束条件的分类	172
7.2.4 触发器 (Trigger)	173
7.3 并发控制与封锁	176
7.3.1 事务	176
7.3.2 并发操作与数据的不一致性	178
7.3.3 封锁	179
7.3.4 基于时标的并发控制技术	183
7.3.5 SQL Server 事务和封锁机制	184
7.4 数据库恢复的含义	188
7.4.1 数据库恢复的原理及其实现技术	188
7.4.2 数据库的故障和恢复策略	190
7.4.3 SQL Server 2000 中数据的备份与恢复	192
小 结	194
习 题	194
第 8 章 数据库设计	196
8.1 数据库设计概述	196
8.1.1 数据库设计的任务、内容和特点	196
8.1.2 数据库设计方法简述	197
8.1.3 数据库设计的步骤	199
8.2 系统需求分析	201
8.2.1 系统需求分析的任务	201
8.2.2 系统需求分析的方法	203
8.3 概念结构设计	205
8.3.1 概念模型的特点	205
8.3.2 概念结构设计的方法与步骤	206
8.3.3 数据抽象与局部 E-R 模型设计	206
8.3.4 视图的集成	208
8.3.5 采用 UML 类图的概念对象建模	211
8.4 逻辑结构设计	212
8.4.1 逻辑结构设计任务和步骤	212
8.4.2 E-R 图向数据模型的转换	213
8.4.3 数据模型的优化	214

8.4.4 设计用户子模式	216
8.5 数据库物理设计	216
8.5.1 确定数据库的物理结构	217
8.5.2 评价物理结构	218
8.6 数据库实施	219
8.6.1 建立实际数据库结构	219
8.6.2 装入数据	219
8.6.3 应用程序编码与调试	220
8.6.4 数据库试运行	220
8.6.5 整理文档	220
8.7 数据库运行和维护	221
8.7.1 维护数据库的安全性与完整性	221
8.7.2 监测并改善数据库性能	221
8.7.3 重新组织和构造数据库	221
小 结	222
习 题	222
第9章 数据库新技术	223
9.1 面向对象数据库系统	223
9.1.1 ODMG 2.0 标准	223
9.1.2 SQL3 标准概述	226
9.1.3 OODB 与 ORDB 的比较	228
9.2 分布式数据库	229
9.2.1 分布式数据库的概念	229
9.2.2 分布式数据库的体系结构	231
9.2.3 分布式数据库设计	232
9.2.4 分布式查询	234
9.2.5 分布式并发控制	236
9.2.6 客户机/服务器体系结构	237
9.3 多媒体数据库	237
9.3.1 概述	237
9.3.2 多媒体数据模型	238
9.3.3 多媒体数据库管理系统的组织结构	239
9.3.4 多媒体数据库应用系统的开发	240
9.4 嵌入式数据库	240
9.4.1 嵌入式系统	240
9.4.2 嵌入式数据库	241
9.5 WWW 数据库	246
9.5.1 WWW 与数据库的结合	246

9.5.2 Web 上数据库的存取	247
9.5.3 Web 数据库面临的问题	248
9.6 数据挖掘	248
9.6.1 数据挖掘概述	249
9.6.2 数据预处理	250
9.6.3 关联规则	251
9.6.4 其他数据挖掘问题	252
9.6.5 数据挖掘应用领域	253
小 结	254
习 题	254
参考文献	255

数据库系统概论

自 20 世纪 50 年代中期开始到 60 年代数据库技术作为一个独立的分支应运而生,计算机的应用也由科学研究逐渐扩展到企业、事业、行政等社会各个领域,数据处理也成为计算机的主要应用;并且随着其不断的发展,数据库的理论和应用取得了巨大的成功,极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。如今,数据库系统已经成为现实生活中不可缺少的一部分。我们每天都会或多或少地、不知不觉地和数据库发生某些联系。我们可能会去邮局订阅一本杂志,可能会去预定旅馆房间或机票,可能会为找一本书而去检索一个由计算机管理的图书馆目录,也可能会去银行取款,所有这些活动都涉及到对数据库的使用。

本章主要介绍数据库中有关的基本概念、数据库系统的组成及主要功能、数据库的发展状况以及数据模型等基本知识,为以后各章的学习打下基础。

1.1 信息、数据与数据处理

1.1.1 信息与数据

信息和数据是数据处理中的两个基本概念,它们有着不同的含义。

1. 信息(Information)

(1)信息的定义

在信息社会,信息是一种重要的资源,它与能源、材料构成了现代社会的三大支柱。信息是目前许多学科广泛使用的概念。在不同的领域中,其含义有所不同。一般认为,信息是关于现实世界事物的存在方式或运动状态反映的综合。例如,我们在多媒体教室上课,用的投影仪屏幕颜色是白色的,形状是正方形的,长、宽尺寸均是 2.6m,材料是塑料的,这些都是关于投影仪屏幕的信息,是投影仪屏幕存在状态的反映。又如,正在进行一场篮球比赛的学生,该时刻学生的运动状态就构成了学生信息的一部分。

(2)信息的特征

信息有以下三个重要特征:

①信息源于物质和能量。信息的传递需要物质载体,信息的获取和传递需要消耗能量,信息不可能脱离物质而存在。如信息可以通过广播、报纸、电视、网络等进行传递。

②信息是可以感知的。人类对客观事物的感知,可以通过感觉器官,也可以通过各种仪

器仪表来获得,不同的信息源有不同的感知方法。如我们从广播上获得的信息是通过听觉器官来感知的;而从报纸上获得信息则通过视觉器官来感知。

③信息是可存储、加工、传递和再生的。人类可以用大脑存储少量的信息,用文字长期存储信息。而计算机的发展进一步扩大了信息存储的范围。人类还可对收集到的信息进行取舍整理以及通过各种手段和方法进行传递与再生。

2. 数据(Data)

(1)数据的定义

数据是用来记录信息的可识别的符号。

(2)数据的表现形式

数据的表现形式多种多样,不仅包括数字和文字,还包括图形、图像和声音等。这些数据可以记录在纸上,也可记录在各种存储器中,如磁盘、磁带、光盘等。如“2008年北京召开奥运会”,其中的数据“2008”可以改为汉字的“二零零八”,这样同一信息就有不同的数据表现形式。

3. 数据与信息的联系

数据与信息相互联系,数据是信息的物理符号表示或载体,信息是数据的内涵,是对数据的语义解释。另一方面,数据和信息又有区别,某一具体的信息和表示它的数据的这种对应关系又因环境而变化,数据能表示信息,但并非任何数据都能表示信息,有的数据可能完全没有用处,称为数据垃圾。同一信息可能有不同的符号表示,同一数据也可能有不同的解释。因此,信息是人们消化理解了的数据,信息是抽象的,不随数据设备所决定的数据形式而改变,而数据的表示方式及存在方式却是客观具体的。

1.1.2 数据处理

数据处理又称信息处理,是将数据转换成信息的过程,包括对数据的收集、存储、加工、检索和传输等一系列活动,其目的是从大量的原始数据中抽取和推导出有价值的信息,作各种应用。

我们可简单地用下列式子表示信息、数据与数据处理的关系:

$$\text{信息} = \text{数据} + \text{数据处理}$$

数据可以形象化地比喻为原料,是输入;信息就像产品,是输出结果;而数据处理是原料变成产品的过程。从这种角度看,“数据处理”的真正含义应该是为了产生信息而处理数据。

1.2 数据库技术的产生、发展与研究领域

1.2.1 数据库技术的产生与发展

使用计算机后,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(主要是外部存储器)、系统软件及计算机应用的范围有着密切的联系。数据管理技术的发展经历了以下四个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段、数据库阶段和高级数据库技术阶段。

1. 人工管理阶段(20世纪50年代中期以前)

在这一阶段,计算机主要应用于科学计算,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,也没有专用的软件对数据进行管理,只有程序(Program)的概念,没有文件(File)的概念,一组数据对应一个应用程序,如图1.1所示。数据存在大量重复存储现象。

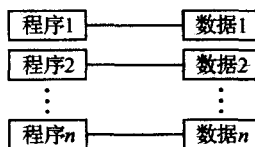


图 1.1 人工管理阶段

2. 文件系统阶段(20世纪50年代后期至60年代中期)

在这一阶段,计算机不仅用于科学计算,还用于信息管理。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之间起到接口的作用,使程序和数据有了一定的独立性,如图1.2所示。这使得程序员可以集中精力于算法,不必过多地考虑物理细节,因此在这一时期各种数据结构和算法得到了充分的发展,大大丰富了计算机科学,今天的数据库也正是在文件系统的基础上发展起来的。但是文件系统的致命缺陷是各数据文件之间缺乏有机的联系,数据与程序之间缺乏独立性,不能有效地共享相同的数据,从而造成数据冗余和不一致,给数据的修改和维护带来了困难。

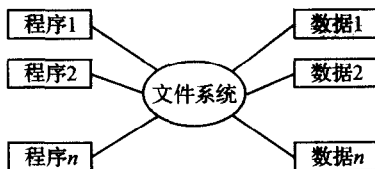


图 1.2 文件系统阶段

3. 数据库阶段

随着计算机技术的迅速发展和广泛应用,磁盘技术已取得重要进展,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。

20世纪60年代末的三件大事标志着数据管理技术进入了数据库阶段:

①1968年,美国IBM公司推出的商品化软件IMS数据库管理系统(Information Management System),这是数据库技术的第一次飞跃,为数据库技术的产生揭开序幕,该系统是一种树型结构的层次模型,曾在20世纪70年代商业上广泛应用。

②1969年,美国CODASYL组织发表了网状数据库系统的标准文本:DBTG文本,它是数据库网状模型的基础。

③1970年,IBM公司San Jose(现在称Almaden)研究室的高级研究员E. F. Codd发表了一篇题为“A Relational Model of Data for Shared Data Base”的重要论文,引进了关系代

数,并首次提出了数据库的关系模型概念,为数据库技术的发展奠定了基础,从而引发数据库技术的第二次飞跃。

这一阶段数据库与应用程序的关系可由图 1.3 表示。

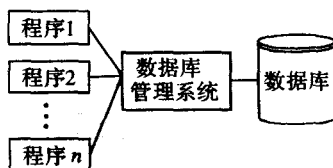


图 1.3 数据库系统阶段

20 世纪 70 年代是数据库技术蓬勃发展的年代。网状系统和层次系统占据了整个商用市场,而关系系统仅处于实验阶段。许多计算机公司研制了各种数据库管理系统,许多教授、专家发表了大量的理论文章,使数据库技术在实践和理论上都得到了飞速发展,日趋成熟。1974 年,IBM 公司在 IBM370 大型机上研制成功第一个关系数据库系统 System R,该公司的 Boyce 和 Chamberlin 提出的 SQL(Structured Query Language)结构化查询语言,在 System R 上得到实现。20 世纪 80 年代,关系数据库技术得到了进一步发展,由于使用方便等原因,关系数据库逐步取代网状系统和层次系统,占领了市场。同时关系数据库的理论也逐步完善。目前流行的关系数据库管理系统有 IBM 公司的 DB2,Oracle 公司的 Oracle,Sybase 公司的 Sybase,Microsoft 公司的 SQL Server,TcX 公司开发的 MySQL 以及面向桌面应用的关系数据库管理系统 Visual FoxPro,Access 等。

现在,数据库技术的应用已经深入到人类社会的各个领域,从工农业生产、商业、行政、科学研究、工程技术到国防军事的各个部门。管理信息系统、办公自动化系统、决策支持系统等都是使用了数据库管理系统或数据库技术的计算机应用系统。

4. 高级数据库技术阶段

这一阶段的主要标志是 20 世纪 80 年代的分布式数据库系统、90 年代的面向对象数据库系统和各种新型数据库系统。

(1) 分布式数据库系统

在这一阶段以前的数据库系统是集中式的。在文件系统阶段,数据分散在各个文件中,文件之间缺乏联系。集中式数据库把数据集中在一个数据库中进行集中管理,减少了数据冗余和不一致性,而且数据联系比文件系统强得多。但集中式系统也有弱点:一是随着数据量的增加,系统越来越庞大,操作越来越复杂,开销越来越大;二是数据集中存储,大量的通信都要通过主机,容易造成拥挤。随着小型计算机和微型计算机的普及,以及计算机网络软件和远程通信的发展,分布式数据库系统崛起了。

分布式数据库系统,通俗地说是物理上分散而逻辑上集中的数据库系统。分布式数据库系统使用计算机网络将地理位置分散而又需要不同程度的集中管理和控制的多个逻辑单位(通常是集中式数据库系统)联结起来,共同组成一个统一的数据库系统。其中,被计算机网络联结的每个逻辑单位称为节点(Node)或站点(Site)。所谓逻辑上集中是指各站点之间不是互不关联的,而是一个逻辑整体,并由统一的数据库管理系统进行管理,这个数据库管理系统称为分布式数据管理系统(Distributed Database Management System,简称 DDBMS)。

图 1.4 为分布式数据库系统示意图。

本书 9.2 节将详细介绍分布式数据库系统。

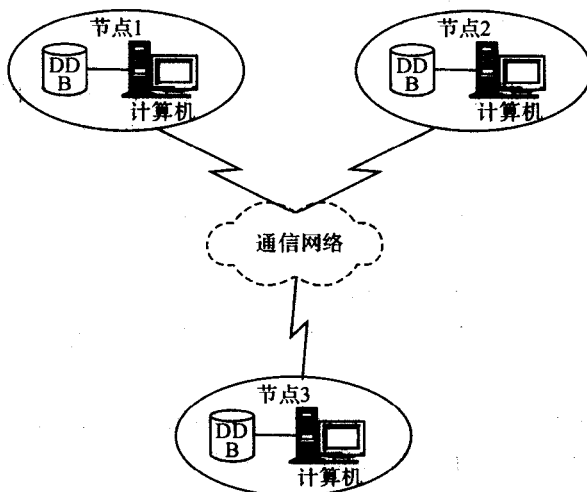


图 1.4 分布式数据库系统

(2) 面向对象数据库系统

在数据处理领域,关系数据库的使用已相当普遍、相当出色。但是现实世界存在着许多具有更复杂数据结构的实际应用领域,如多媒体、多维表格数据和 CAD(计算机辅助设计)数据等应用问题,需要更高级的数据库技术来表达,以便于管理、构造与维护大容量的持久数据,并使它们能与大型复杂程序紧密结合。而面向对象数据库正是适应这种形势发展起来的,它是面向对象的程序设计技术与数据库技术结合的产物。

面向对象数据库系统主要有以下两个特点:

- 面向对象数据模型能完整地描述现实世界的数据结构,能表达数据间的嵌套、递归的联系。

- 具有面向对象技术的封装性(把数据和操作定义在一起)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。

本书 9.1 节将介绍面向对象数据库系统的发展状况。

(3) 各种新型的数据库系统

数据库技术是计算机软件领域的一个重要分支,经过 30 余年的发展,已经形成相当规模的理论体系和实用技术。但受到相关学科和应用领域(如网络、多媒体等)的影响,数据库技术的研究并没有停滞,仍在不断发展,并出现许多新的分支。例如:演绎数据库,主动数据库,时态数据库,模糊数据库,并行数据库,巨型数据库,多媒体数据库,嵌入式数据库,WWW 数据库,数据挖掘,内存数据库,联邦数据库,工作流数据库,工程数据库,地理数据库等。本书第 9 章对其中部分内容有介绍。感兴趣的读者可以查阅有关的书籍。

1.2.2 数据库技术的研究领域

数据库学科的研究范围十分广泛,主要有以下三个领域:

1. 数据库管理系统软件的研制

数据库管理系统(Database Manage System,简称 DBMS)是数据库系统的基础。DBMS