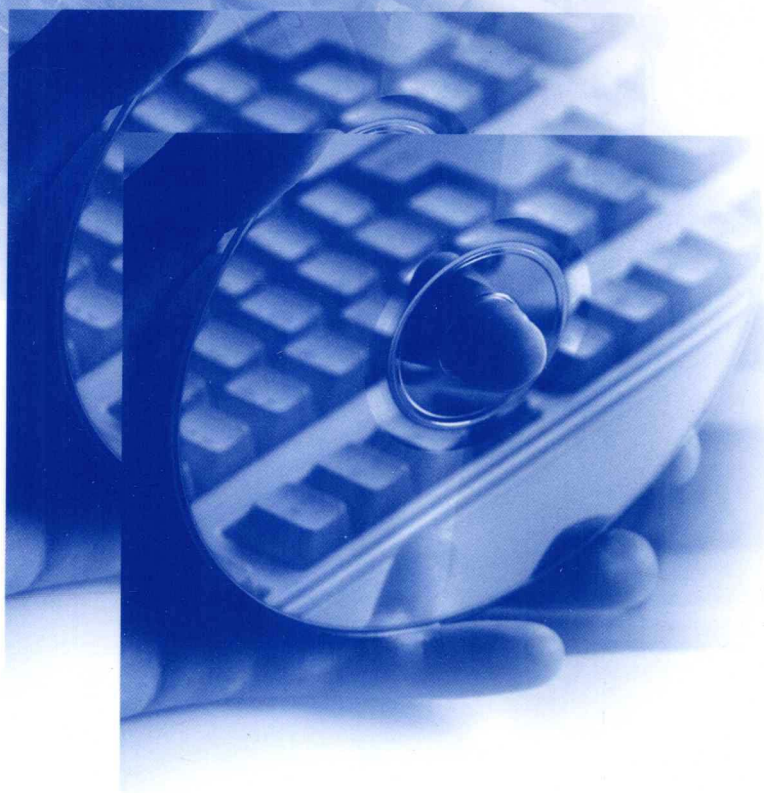


二十一世纪高等院校教材

分布式数据库技术

高红云 主编



内蒙古大学出版社

● 二十一世纪高等院校教材

分布式数据库技术

高红云 主编
高红云 屈盛官 罗海丽 编著

内蒙古大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

分布式数据库技术/高红云主编. —呼和浩特:内蒙古大学出版社, 2009. 3

ISBN 978-7-81115-609-6

I. 分… II. 高… III. 分布式数据库 IV. TP311.133.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 046799 号

分布式数据库技术

高红云 主编

内蒙古大学出版社出版发行

内蒙古自治区新华书店经销

内蒙古军区印刷厂印刷

开本: 787×1092/16 印张: 14.75 字数: 359 千

2008 年 12 月第一版 2009 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—500 册

ISBN 978-7-81115-609-6

定价: 22.00 元

内容简介

分布式数据库技术是数据库技术和计算机网络技术发展的产物，本书对分布式数据库知识进行了系统的介绍。首先回顾了与分布式数据库技术相关的计算机基础知识，以便于进一步学习后面的章节。讲述了分布式数据库的概述、分布式数据库的体系结构。然后对数据处理数据分布问题，分布式查询优化，并发控制技术，恢复技术进行系统的阐述。为了便于理解以大量实例和图示进行说明，从而增加了它的知识性和易理解性；以 SQL Server 数据库为例介绍了复制技术。最后讨论了分布式数据库的安全性、目录管理，并行数据服务器与分布式数据库系统。

本书对深奥的理论没有采用繁琐的证明方法，而是采用大量的图示和实例做浅显的解释，书适用于计算机专业高年级本科生教材，特别适合作研究生的专业课教材，也可作为从事计算机信息处理研究或相关应用开发人员的参考书。

前言

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代中期,从 70 年代初开始,集中式数据库已在数据处理产业中大规模地使用。随着计算机技术的迅速发展,数据库的应用已渗入到各领域各行业内部,其发展速度之快,使用范围之广是其他技术无法比拟的。

随着网络技术的迅速发展,数据库技术在网络环境中的应用越来越广泛,不断满足用户提出的新要求,使得分布式数据库技术得以快速发展,也使得分布式技术更显重要。

分布式数据库比集中式数据库有更多的复杂之处,诸如并发控制、死锁保护、恢复、查询优化技术、复制技术、在多点更新中保持数据的完整性等。由于分布式数据库知识是 IT 业的新技术,因而与分布式数据库技术相关的书籍很少,而且每本书籍涉及的知识点差别很大。本人从事计算机工作 20 余年,主持了多个项目的研制和开发,对数据库有较深刻的理解。经过多年的辛勤工作和不断的更新完善,编写了分布式数据库技术的教案及讲义应用到本科生和研究生的教学之中,为本书的成功出版奠定了良好的基础。

本书共分九章。第一章,介绍了与分布式数据库技术相关的计算机基础知识,便于进一步学习后面的知识。第二章,主要介绍分布式数据库的概述和体系结构。第三章,介绍了数据处理问题,用实例分析了一个关系、多个关系在一个站点以及多个站点的数据分布。第四章,介绍了分布式查询优化,包括等价转换和联结操作的执行方法等。第五章,对事务、冲突、串行性等并发控制技术进行了详尽的介绍。第六章,介绍了恢复、日志文件、引发失败的原因、分布式数据库中的重要恢复协议,最后讨论了数据库的备份策略。第七章,以 SQL Server 数据库为例讨论了分布式数据入门、SQL Server 复制简介、复制类型、物理上的复制模型,详细介绍了复制的规划、建立、出版、订阅以及发行商,最后讨论了复制的管理技术。第八章,主要讨论了数据库安全性问题、安全评估标准、数据加密、统计数据库的安全性、分布式数据库的目录结构和管理以及分布式数据库中权限保护和用户识别。第九章,主要论述了并行数据服务器与分布式数据库系统、分布式知识库系统、分布式面向对象数据库和对象-关系数据库。

内蒙古科技大学高红云编写了本书的第一章、第四章、第五章、第六章、第七章;华南理工大学屈盛官编写第二章、第六章的部分章节、第七章部分章节和第九章;内蒙古科技大学罗海丽编写第三章、第四章的部分章节和第八章。屈盛官、罗海丽副主编负责全书的修改工作,高红云主编负责全书的章节安排、版式设计、最后统稿等环节的具体工作。

在本书的编辑出版过程中,内蒙古大学出版社呼和编审、内蒙古大学学报编辑部杨开宇副编审提出了许多宝贵意见和建议,并给予了许多的帮助和大力的支持,编者在此表示诚挚的感谢!本书在编著过程中得到了学校领导、同事以及编者家人的大力支持,在此表示深深的谢意!

限于编者的水平,加上计算机技术的迅速发展,书中难免存在疏漏和不足,敬请读者及同仁们指正。

编者

2008 岁末于内蒙古科技大学

目 录

第一章 数据库系统概述

1.1 数据库的基本概念	1
1.1.1 数据及数据库	1
1.1.2 数据库管理系统和数据库系统	2
1.1.3 数据库中的一些常用术语	3
1.2 数据库的发展	3
1.2.1 数据管理的发展历史	4
1.2.2 当前数据库的发展呈现出一些新的特点	5
1.3 数据库的模型和体系结构	6
1.3.1 数据库的模型	6
1.3.2 数据库系统的体系结构	8
1.4 关系数据库管理系统的关系运算	13
1.4.1 传统的集合运算	15
1.4.2 专门的关系运算	16
1.5 数据库的设计和规范化	23
1.5.1 数据模型概述	23
1.5.2 数据依赖和关系规范化	24
1.6 查询语言	30
1.6.1 SQL 语言的发展	30
1.6.2 数据库查询语言	32
1.7 计算机网络	33
1.7.1 计算机网络的产生及发展	33
1.7.2 计算机网络定义	34
1.7.3 计算机网络的分类	34
1.7.4 网络的体系结构	35
1.7.5 ISO/OSI 参考标准	35

第二章 分布式数据库概述

2.1 分布式数据库的由来及发展	38
2.1.1 数据分布的需求	38

2.1.2 异构环境中数据集成的需求	39
2.1.3 信息系统集成的需求	40
2.2 什么是分布式数据库	41
2.3 分布式数据库系统	43
2.3.1 分布式数据库系统的组成	43
2.3.2 分布式数据库系统的特点	43
2.3.3 “全功能”分布式数据库系统应符合的准则	46
2.4 分布式数据库管理系统	47
2.4.1 DDBMS 定义和功能	47
2.4.2 DDBMS 的组成	47
2.4.3 DDBMS 的分类	49
2.5 分布式数据库的体系结构	51
2.5.1 分布式数据库的体系结构	51
2.5.2 分布透明性 (Distribution transparency)	55
2.5.3 数据分段的规则和类型	57

第三章 数据处理

3.1 数据分布问题	61
3.2 数据分布的例子	62
3.2.1 一个关系的情况	62
3.2.2 多个关系的情况	64
3.3 一种文件分布方法	67
3.4 将网络数据模式转换成关系模式	71
3.4.1 全局数据模式	71
3.4.2 将网络数据模式转换成关系模式	72

第四章 分布式查询优化

4.1 查询优化的重要性	74
4.1.1 查询优化的基本方法	74
4.1.2 查询执行的各种途径	74
4.2 等价转换	77
4.2.1 对于选择和投影操作	77
4.2.2 对于联结操作	77

4.2.3 一些一元操作和二元操作的结合·····	77
4.3 联结操作的执行方法·····	78
4.3.1 半联结操作·····	79
4.3.2 非半联结操作·····	84

第五章 并发控制

5.1 数据库系统的事务·····	87
5.1.1 基本概念·····	87
5.1.2 分布式事务·····	93
5.2 并发事务的冲突·····	96
5.2.1 丢失更新·····	97
5.2.2 读脏数据·····	98
5.2.3 读值不可复现·····	99
5.2.4 破坏数据库完整性约束问题·····	99
5.3 调度(表)与串行性·····	101
5.3.1 集中式系统的串行性问题·····	101
5.3.2 分布式数据库系统的可串行性问题·····	106
5.3.3 分布式事务处理·····	107
5.4 并发控制技术·····	108
5.4.1 锁方法·····	108
5.4.2 死锁·····	114
5.4.3 时戳法·····	117
5.4.4 乐观方法·····	120

第六章 恢复

6.1 基本概念·····	122
6.1.1 事务和恢复·····	122
6.1.2 日志文件·····	123
6.1.3 检查点·····	126
6.1.4 数据库的更新问题·····	128
6.2 引发失败的原因·····	129
6.2.1 局部事务失败·····	129
6.2.2 站点失败·····	130

6.2.3 介质失败	131
6.2.4 网络失败	132
6.3 集中式恢复协议	133
6.4 分布式恢复协议	133
6.4.1 两阶段提交	137
6.4.2 三阶段提交 (3PC)	138
6.5 数据库的备份	140
6.5.1 防止数据损失	140
6.5.2 备份方法的类型	140
6.5.3 规划一个备份策略和恢复策略	142

第七章 复制技术及管理

7.1 复制	146
7.1.1 分布式数据入门	146
7.1.2 SQL Server 复制简介	148
7.1.3 SQL Server 的复制类型	150
7.1.4 物理上的复制模型	154
7.2 复制的规划和建立	159
7.2.1 复制的规划	162
7.2.2 准备服务器	164
7.2.3 建立一个发行商	165
7.2.4 出版	167
7.2.5 订阅	168
7.3 复制的管理	168
7.3.1 监控复制和查找复制中的问题	171
7.3.2 在异构环境中进行复制	173

第八章 分布式数据库的安全性与目录管理

8.1 数据库安全性概述	174
8.1.1 数据库安全性的概念	175
8.1.2 分布式数据库的不安全因素	176
8.1.3 分布式数据库安全需求和安全措施分析	177
8.1.4 分布式数据库的用户账户和数据库审计	178

8.2 安全数据模型与多级安全数据库	178
8.2.1 数据库安全术语与基本概念	180
8.2.2 基于授予/收回权限的自主访问控制	184
8.2.3 多级安全 BLP 模型	185
8.2.4 基于多级安全性分类级别标记的强制访问控制	188
8.3 统计数据库的安全性	189
8.4 数据加密	189
8.4.1 数据加密概述	190
8.4.2 公开密钥加密算法和数据签名	191
8.5 计算机系统与数据库管理系统的安全评估标准	191
8.5.1 计算机系统的安全评估标准	192
8.5.2 数据库管理系统的安全评估标准	193
8.5.3 当前流行的 RDBMS 安全机制	194
8.6 分布式数据库的目录结构和管理	194
8.6.1 分布式数据库目录的重要性	194
8.6.2 分布式数据库目录的内容及用途	196
8.6.3 分布式数据库目录系统的组织方式及逻辑结构	198
8.6.4 分布式数据库目录的分布方式	199
8.6.5 具有站点自治性的对象命名和目录管理	199
8.7 分布式数据库中权限保护和用户识别	199
8.7.1 分布式数据库中的权限和保护	200
8.7.2 分布式数据库中权限规则的分布	201
8.7.3 分布式数据库系统中的用户识别和分类	201

第九章 分布式数据库系统的发展趋势

9.1 并行数据服务器与分布式数据库系统	202
9.1.1 并行数据服务器体系结构	202
9.1.2 并行数据服务器数据定位	205
9.1.3 并行操作处理的算法	206
9.1.4 并行查询处理的算法	210
9.2 分布式知识库系统	212
9.2.1 知识库	212
9.2.2 逻辑查询处理	214
9.2.3 并行递归查询处理	214

9.3 分布式面向对象数据库.....216

9.3.1 面向对象数据库.....216

9.3.2 分布式对象管理.....218

9.4 对象-关系数据库.....219

9.4.1 对象-关系数据库系统产生背景.....219

9.4.2 对象-关系数据库系统的特点.....220

9.4.3 SQL3标准对对象-关系系统的支持221

9.4.4 扩展类型系统的实现以及相关问题222

第一章 数据库系统概述

当今世界，数据库技术已经成为当代信息技术的基础技术之一，数据库技术已涉及各行各业和人们生活的各个角落。数据库技术解决的主要问题是关于数据的组织和存储方式，使之能实现高效地进行数据检索和数据处理，以便达到方便快捷地使用和管理。计算机技术的迅速发展和计算机在日常生活当中的普及，使数据管理的水平不断提高，数据库是数据管理发展到一定时期才出现的。比如 Foxbase、Foxpro、VF、Access、SQLSever、Oracle、RDB、Oracle、Infomix、Sybase 等。下面在介绍数据库技术之前，先来简要回顾一下与数据库有关的基本概念。

1.1 数据库的基本概念

1.1.1 数据及数据库

1. 数据

数据(Data)是载荷信息的媒体，它包括数值型和非数值型数据。数值型数据是以数字表示信息，而非数值型数据是以符号及其组合来表示信息，描述事物的符号记录。例如字符、文字、图表、图形、图像、语言、声音等均属于非数值型数据。

信息(Information)和数据的概念不同，信息是经过加工处理后的数据，即信息=数据+处理。例如输入一个人的数据“出生日期”，经过计算机内部的数据处理，产生了这个人的“年龄”，这个年龄就是信息了，信息和数据的关系也可以用图 1-1 来表示。

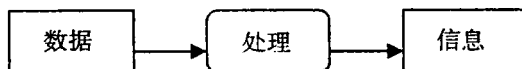


图 1-1 数据与信息关系

数据处理是指将数据转换成信息的过程。广义地讲，它包括数据的存储、传送、排序、计算、转换、检索、制表及仿真等操作。狭义地讲，数据处理是对数据进行的加工整理。数据处理的目的是最终输出人们需要的结果，即产生信息。

提到信息这个概念，要提及一下信息系统，信息系统是由人、硬件、软件组成的。我们用图 1-2 表示一下信息系统的组成。

2. 数据库

数据库(DB: DataBase)是数据管理发展到一定时期才出现的。数据库是长期存储在计算机外存上的、有结构的、可共享的数据集合,按一定的数据模型描述、组织和存储。具有较小的数据冗余度和较高的数据独立性、安全性和完整性、易扩展性。数据库的创建、运行和维护是在数据库管理系统控制下实现的，并可为各种用户共享。

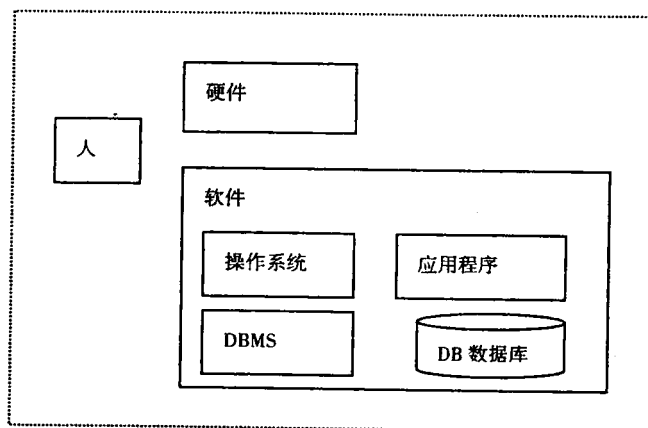


图 1-2 信息系统的组成

1.1.2 数据库管理系统和数据库系统

1. 数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS: DataBase Management System)是科学地组织和存储数据、有效地获取和维护数据的系统软件。DBMS 是一个数据库管理软件,它是数据库系统的核心。DBMS 为用户提供方便的用户接口,帮助和控制每个用户对数据库的各种操作,它还提供数据库的定义功能和管理功能。整个数据库的创建、运行和维护是在 DBMS 控制下实现的。

DBMS 是位于用户和操作系统之间的一层数据管理软件,其主要功能包括数据定义、数据控制、数据操纵和数据字典管理,而结构化查询语言(SQL:Structured Query Language)的功能包括数据定义语言(DDL: Data Definition Language)、数据控制语言(DCL:Data Control Language)、数据操纵语言(DML:Data Manipulation Language)和数据字典(DD:Data Dictionary)。

数据库的数据定义功能包括数据库、表、视图、索引等对象的建立和修改。数据控制功能包括权限和用户管理等。数据操纵功能包括对数据进行检索和更新(包括修改、删除、插入)两部分功能。数据字典是关于数据的信息的集合,对用户来说是一组只读的表。

2. 数据库系统

数据库系统(DBS: Database System):是由数据库集合(DB: DataBase)、数据库管理系统、应用系统、数据库管理员(DBA: Database administrator)和用户构成的人—机系统。有的书是这样描述的,数据库系统就是一个由使用人员、加工设备和数据资源组成的完整计算机应用系统。概括起来不外乎包括四部分,即硬件、软件、数据和人。

数据库系统对硬件资源的要求包括要有足够大的内存存放操作系统、DBMS 的核心软件、数据缓冲区和应用程序,要有足够大的直接存取设备存放数据,要有足够大的磁带或其他存储设备以便进行数据备份,要有较高的数据传输能力提高数据传送率。

数据库系统中软件主要包括数据库管理系统、操作系统、数据库的主语言、应用开发工具、数据库应用软件。其中数据库管理系统是数据库系统的核心软件,它是用来实现数据库的建立、使用和维护;操作系统是支持 DBMS 运行的软件;一般 DBMS 的数据处理能

力较弱，所以需要与数据库接口的高级语言及其编译系统，以便开发应用程序。这种高级语言成为“数据库的主语言”；应用开发工具是系统为应用开发人员和最终用户提供的高效率、多功能的应用生成器、第四代语言等各种软件工具，如报表生成器、表格软件、图形系统等；数据库应用软件即面向特定应用而开发的软件，如：财务系统、人事系统等。

数据是一个单位的真正财富。硬件可以更新、软件也可以更换，但数据却是可以长期使用的财富。如果一个电信部门丢失了一个小时的数据，它的损失就是这个小时的所有电信费用，所以数据备份显得非常重要。一个计算机管理系统需要进行移植时不但包括硬件和软件的移植，数据的移植更加重要。例如一个企业运行了 10 年的产品报价系统，由于原系统的机器已经超期服务，必须进行系统的移植，由于移植前和移植后的硬件、操作系统和数据库系统以及编程语言都不相同，这样系统数据的移植非常重要，因为在两个不同的环境中的数据格式不同，所以数据移植占了很长时间，但此时对企业来说数据是最重要的。

数据库系统中的人包括最终用户和专业用户，专业用户包数据库管理员 (DBA: Database administrator)、系统分析员(System analyst)、应用程序员。DBA 是数据库设计中最重要角色，他们决定数据库中数据的内容和结构、决定数据库中的存储结构和存取策略，定义数据库的安全性要求和完整性约束条件，监控数据库的使用和运行，数据库的改进和重组。系统分析员的职责是确定系统的基本功能、数据库的结构、应用程序的设计、软硬件的配置，并组织整个系统的开发。应用程序员负责设计编写程序并参与调试。最终用户是数据库的使用者。

1.1.3 数据库中的一些常用术语

以下简单介绍一下关系模型中的一些术语：

关系：对应于一张表的表名。

元组：表中的一行称为一个元组。

属性：表中的列称为属性，每一列都有一个属性名。

域：属性的取值范围。

关键字：表中的某个属性组，它可以唯一确定一个元组。

主键：即主关键字，一个表中可有多多个关键字，被选中的关键字称为主键。

候选关键字：除主键之外的关键字。

主属性：包含在关键字中的属性。由实体完整性可知，主属性的值不可为空。

非主属性：关键字之外的属性。

外键(FK)：也称为外来关键字，是用于建立和加强两个表数据之间的链接的一列或多列。通过将保存表中主键值的一列或多列添加到另一个表中，可创建两个表之间的链接。这个列就成为第二个表的外键。

1.2 数据库的发展

数据库的发展是数据管理发展到一定时期时才出现的。它的出现为数据管理提供了极大的方便。

1.2.1 数据管理的发展历史

数据是人类社会发展的一种重要的信息资源，如何有效地保存和科学地管理这些数据是人们长期以来十分关注的课题，从而促进了数据库管理技术的发展。数据管理是对数据进行分类、存储、检索以及维护等方面的操作。数据库的发展经历了人工管理阶段、文件

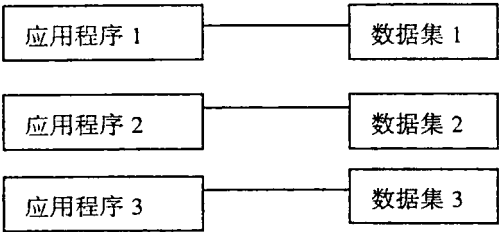
表 1-1 数据管理的各发展阶段的比较

	人工管理阶段 (最低级阶段)	文件系统阶段	数据库系统阶段	高级数据库技术阶段
时间	20 世纪 50 年代以前	50 年代后期到 60 年代后期	60 年代后期	80 年代
计算机用途	科学计算	科学计算、大量用于管理中的数据处理工作,数据存储、检索和维护	大规模管理	不同节点上的数据、网络数据共享
硬件(外存)	没有磁盘(只有卡片、纸带、磁带)	有磁盘、磁鼓	大容量磁盘	
软件方面	没有操作系统、没有专门管理数据的软件	有高级语言和操作系统,文件系统(属于操作系统)是专门管理外存的数据管理软件。	有操作系统和数据库管理系统	分布式数据库管理系统
数据处理方式	批处理	批处理、联机实时处理	批处理、联机实时处理、分布处理	
数据的管理者	用户	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	现实世界	
数据管理的特点	1.数据与程序之间的相互依赖性(即不具有独立性) 2.数据不长期保存 3.系统中没有对数据进行管理的软件即没有文件的概念。数据是由应用程序设计者自行设计安排的。 4.数据不具备共享性,冗余度极大。	1.程序与数据有了一定的独立性,程序与数据分开存储,有了程序文件和数据文件的区别。 2.数据文件可以长期保存,在外存储器上多次存取,出现了多种文件组织形式,如顺序文件、索引文件、随机文件。 3.文件系统提供了程序与数据之间的存取方法。而不必关心数据实际的物理位置。 4.数据具有了一定的共享性,冗余度大。	1.共享性高、数据冗余度小。 2.采用特定的数据模型 3.具有较高的数据独立性 4.具有统一的数据控制功能, 5.为用户提供了方便的接口。 6.提高了系统的灵活性。	1.局部自主 2.可靠性和可用性 3.效率和灵活性

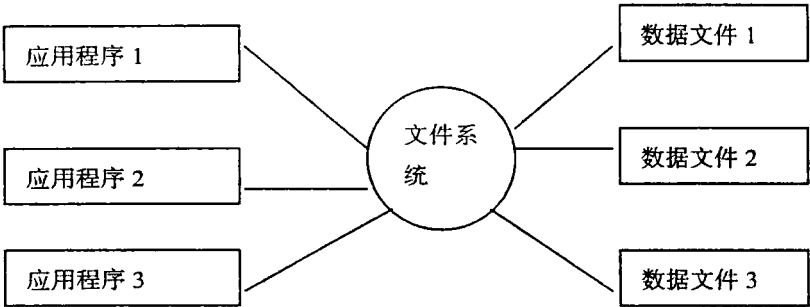
系统管理、数据库阶段、高级数据库技术阶段四阶段。为便于理解，用表 1-1 概括一下四个发展阶段的特点。

在各个阶段，应用程序与数据间的对应关系表示如图 1-3。

人工管理阶段：



文件系统管理阶段



数据库系统阶段

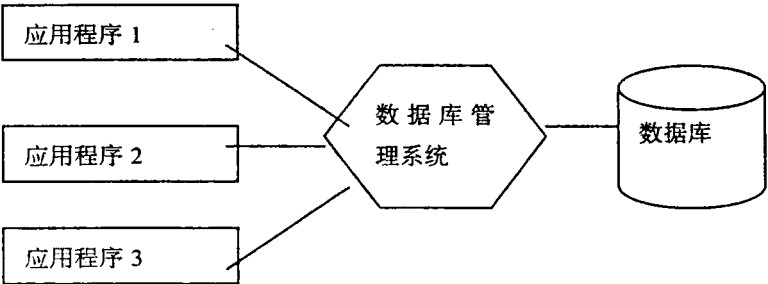


图 1-3 应用程序与数据间的对应关系

1.2.2 当前数据库的发展呈现出一些新的特点

1. 数据库技术的新发展

数据库技术与计算机或相邻领域的其它新技术的结合，是数据库技术的重要发展趋势，数据库技术与相关技术结合形成许多新型的数据库系统，可以说是层出不穷的。

数据库技术和分布式处理技术结合出现了分布式数据库系统 DDBS (Distributed Database System)，数据库技术与并行处理技术结合，出现了并行数据库系统 PDBS(Parallel Database

System), 数据库技术与面向对象程序设计方法相结合产生了面向对象数据库系统 OODBS (Object-Oriented Database System), 数据库技术与计算机多媒体技术结合, 产生了多媒体数据库系统 MDBS (Multimedia Database System), 数据库技术与空间数据处理技术结合的产物是空间数据库系统 SDBS(Spatial Database System), 数据库技术与模糊数据处理技术结合产生了模糊数据库系统 FDBS (Fuzzy Database System), 数据库技术与数据库统计处理技术的产物是统计数据库系统 SDBS(Statistical Database System), 数据库技术与 Web 技术结合产生了基于 Web 的数据库系统, 数据库技术与计算机辅助系统 (CAD/CAM、CAT、CASE 等) 结合的产物是工程数据库系统 EDBS (Engineering Database System), 关系数据库技术与面向对象的核心概念结合产生了对象-关系数据库系统 O-RDBS(Object-Relation Database System), 数据库技术与人工智能 AI (Artificial Intelligence)、知识工程 KE (Knowledge Engineering) 等结合的产物是知识库 KB (Knowledge Base)、演绎数据库 DDB (Deductive Database)、主动数据库 ABD (Active Database) 等智能数据库系统 IDBS (Intelligent Database System)。

2. 分布式数据库

详细内容将在以后各章节介绍。

3. 并行数据库

前面介绍了数据库技术与并行处理技术结合的产物是并行数据库系统 PDBS(Parallel Database System), 并行数据库系统 PDBS 是在并行机上运行的具有并行处理能力的数据库系统。

4. 主动数据库

数据库技术与人工智能 AI(Artificial Intelligence)、知识工程 KE(Knowledge Engineering) 等结合的产物是知识库 KB (Knowledge Base)、演绎数据库 DDB (Deductive Database)、主动数据库 ABD (Active Database) 等智能数据库系统 IDBS (Intelligent Database System)。主动数据库是相对于传统数据库的被动性而言的。许多实际的应用领域中, 如计算机集成制造系统(CIM)、管理信息系统 (MIS)、办公室自动化 (OA) 等系统中常常希望数据库系统在紧急情况下能根据数据库的当前状态, 主动适合地作出反应, 执行某些操作, 向用户提供有关信息。但目前传统数据库系统是一种被动的系统, 它只能被动的按照用户给出的明确请求执行相应的数据操作, 很难充分适应这些应用的主动要求, 因此在传统数据库基础上, 结合人工智能技术和面向对象技术提出了主动数据库。

主动数据库设计的主要目标是提供对紧急情况及时反应并作出响应的能力, 同时提高数据库管理系统的模块化程度。主动数据库通常采用的方法是在传统数据库系统中嵌入 ECA (即事件-条件-动作) 规则, 在某一事件发生时引发数据库管理系统去检测数据库当前状态, 看是否满足设定的条件, 若满足条件, 即触发规定动作的执行。

1.3 数据库的模型和体系结构

1.3.1 数据库的模型

数据库的模型包括层次模型、网状模型和关系模型层次模型。层次模型和网状模型的