

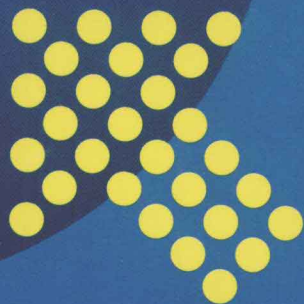
21世纪高等学校规划教材



WANGLUO SHUJUKU YUANLI JI YINGYONG ANLI JIAOCHENG

网络数据库原理 及应用案例教程(上册)

焦 健 白延丽 主 编
朱春强 朱 莉 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

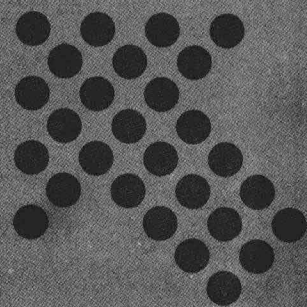
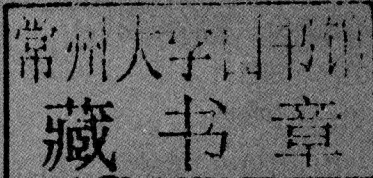
21世纪高等学校规划教材



WANGLUO SHUJUKU YUANLI JI YINGYONG ANLI JIAOCHENG

网络数据库原理 及应用案例教程 (上册)

主 编 焦 健 白延丽
副主编 朱春强 朱 莉
编 写 张 拯 张 亮
主 审 钱 哨



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。本书从网络数据库应用角度出发,介绍 SQL Server 2005 及数据库前端开发工具——PowerBuilder 的应用。SQL Server 2005 是典型的关系型数据库管理系统,其应用非常广泛。本书主要介绍了 SQL Server 2005 数据库和表的管理,查询应用知识,Transact-SQL (简称 T-SQL) 基本语法,数据库完整性,索引及视图的概念、类型以及如何创建和管理索引及视图的方法,存储过程、触发器在 SQL Server 2005 中的使用,数据备份/还原机制,数据转换机制等。在数据库开发应用技术中以 PowerBuilder 为前端开发工具,介绍了 PowerBuilder 的编程基础、窗口操作、菜单操作,重点介绍了数据库操作,数据窗口的应用以及应用程序的建立及发布。

全书分上、下两册:上册主要包括各章节的教学要求和内容讲解;下册与上册配套使用,主要包括各章的同步训练以及实验、实训指导。在同步训练中有教学指导、常见题型范例精解、习题与思考题。全书各章都给出了该章的重点内容提要,还列举出大量题型范例并进行了详细地分析和解答,其中大部分例题还对解题要点进行了评注,同时配备了大量的习题以供练习。

本书可作为高职高专院校理工科相关专业网络数据库原理及应用的通用教材,也可作为成人高等教育、企业技能培训的培训教材、自学用书,同时还可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

网络数据库原理及应用案例教程. 上册 / 焦健, 白延丽主编.
北京: 中国电力出版社, 2011.5
21 世纪高等学校规划教材
ISBN 978-7-5123-1669-0

I. ①网… II. ①焦… ②白… III. ①关系数据库—
数据库管理系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 083307 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.625 印张 430 千字

定价 30.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

关系数据库应用系统的开发需要多方面知识和技术的支持,除了数据库系统的基础知识以外,服务器端数据库的设计和客户端应用程序的设计是最为重要的两个方面。

由 Microsoft 发布的 SQL Server 产品是一种典型的关系型数据库管理系统,以其强大的功能、操作的简便性、可靠的安全性,得到很多用户的认可,应用越来越广泛。SQL Server 既支持服务器端数据库的开发,同时又作为数据库服务器,负责完成数据的存储、检索、安全管理、并发控制、完整性维护、查询优化等工作。

PowerBuilder 是 Sybase 公司推出的一种可视化、面向对象的快速数据库前端开发工具,支持多种软、硬件平台,包括 Windows NT/2000/XP、UNIX 和 Mac OS 等。提供对目前流行的大型数据库和桌面数据库的支持,如 Oracle、Sybase、Informix、SQL Server、Visual Foxpro 等,提供了多种数据库专用接口和 ODBC 标准接口。PowerBuilder 开发速度快、功能强大,是目前最具代表性的数据库应用程序开发工具之一。

1. 关于网络数据库原理及应用

“网络数据库原理及应用”课程是普通高等教育理工院校相关专业的一门重要的专业课。本书从网络数据库应用角度出发,分别介绍 SQL Server 2005 及数据库前端开发工具——PowerBuilder 的应用。主要介绍了 SQL Server 2005 数据库和表的管理,查询应用知识,Transact-SQL 基本语法,数据库完整性,索引及视图的概念、类型以及如何创建和管理索引及视图的方法,存储过程、触发器在 SQL Server 2005 中的使用,数据备份/还原机制,数据转换机制等。在数据库开发应用技术中以 PowerBuilder 为前端开发工具,介绍了 PowerBuilder 的编程基础、窗口操作、菜单操作,重点介绍了数据库操作,数据窗口的应用以及应用程序的建立及发布。本书内容丰富、论述清晰,包含了大量的实例,易学易懂。

2. 阅读指南

本书全面、系统地介绍了网络数据库的应用开发技术。本书共分 14 章,主要内容包括:数据库系统的基本概念、特点、体系结构、组成以及数据模型;关系数据库的相关知识,包括关系模型、关系代数、关系规范化;SQL Server 2005 数据库管理系统的安装、体系结构、数据库及表的创建与管理;关系数据库语言 SQL 的语法及应用,包括数据定义、数据查询、数据更新以及 T-SQL 语言的介绍及其可视化操作;视图的创建、修改、删除、视图的查询与更新;索引的类型、索引的创建、查看与删除;存储过程的创建及应用;触发器的创建及应用;数据库的安全控制机制、用户与角色管理、SQL Server 2005 中安全与权限的实现;数据库的备份还原机制,以及 SQL Server 2005 数据库的备份、还原方法;数据转换的基本概念、数据的导入、导出操作;事务、锁、作业的概念;数据库应用系统设计的实施步骤;数据库系统前端开发工具 PowerBuilder 在数据库应用开发方面的主要应用等。

下册与上册配套使用,主要包括各章的同步训练以及实验、实训指导,其中同步训练中有教学指导、常见题型范例精解、习题与思考题,每章都给出了该章的重点内容提要,列举出大量题型范例,并进行了详细的分析和解答,其中大部分例题还对解题要点进行了评注,

同时配备了多种多样的习题以供练习；在实验、实训指导中提供了大量的实验、实训项目及其操作指导，供读者实践参考。

建议本书的授课时数为 95 学时，数据库原理部分（第 1~2 章）建议安排 15 学时，数据库应用部分（第 3~8 章）建议安排 40 学时，数据库管理部分（第 9~12 章）建议安排 15 学时，数据库应用开发部分（第 13~14 章）建议安排 25 学时。另外还需要安排大量的上机练习，以巩固所学知识。

3. 本书特色

（1）结构清晰，知识完整。内容翔实，系统性强，依据教学大纲组织内容，同时覆盖最新知识点，并将实践经验融入基本理论之中。

（2）学以致用，注重能力。以基础理论→示例→实践指导为主线进行编写，循序渐进，便于读者掌握各章重点，提高实际应用能力。

（3）示例丰富，实用性强。实验实训项目详尽，步骤明确，讲解细致，突出实用性。

4. 读者对象

本书可作为普通高等教育高职高专院校理工科及相关专业网络数据库原理及应用课程的通用教材，也可作为成人高等教育、企业技能培训的培训教材、自学用书，同时还可作为工程技术人员的参考书。

本书由焦健、白延丽担任主编，朱春强、朱莉担任副主编，张拯、张亮参与编写。全书上、下册的编写安排如下：上册第 1、5、6 章由白延丽、朱春强编写，第 2 章由张亮编写，第 3、4、14 章由焦健编写，第 7、8、9 章由张拯编写，第 10 章由朱春强编写，第 11、12、13 章由朱莉编写；下册实验指导部分实验 1~7、实验 13、14 由焦健编写，实验 8、12 由朱春强编写，实验 9、10、11 由张拯编写，实训部分由张拯编写。全书由焦健统稿。

5. 教学服务

本书提供配套的电子教案、源代码及习题解答，如需要请至邮箱 jiaojianzd@126.com 索取。

限于作者水平，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 9 月

目 录

前言

第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 概述	1
1.2 数据库系统的体系结构	8
1.3 数据库管理系统	10
第 2 章 关系数据库	14
2.1 关系模型	14
2.2 关系代数	16
2.3 实体与联系	19
2.4 关系规范化	23
第 3 章 SQL Server 2005 数据库管理系统	33
3.1 SQL Server 2005 概述	33
3.2 SQL Server 2005 的安装	37
3.3 SQL Server 2005 常用管理工具	43
3.4 SQL Server 数据库简介	51
3.5 数据库的创建与管理	53
3.6 表的创建与管理	59
3.7 数据库关系图	77
第 4 章 关系数据库语言 SQL	79
4.1 SQL 语言概述	79
4.2 数据定义	81
4.3 数据查询	87
4.4 数据更新	103
4.5 T-SQL 的可视化操作	106
4.6 T-SQL 语言	111
第 5 章 视图	126
5.1 定义视图	126
5.2 查询视图	128
5.3 更新视图	128
5.4 视图的作用	129
第 6 章 索引	130
6.1 索引的概述	130
6.2 建立索引	132

6.3	删除索引	133
6.4	使用索引的规则	133
第 7 章	存储过程	136
7.1	概述	136
7.2	存储过程的创建与执行	137
7.3	存储过程的参数传递	140
7.4	存储过程的查看、修改与删除	145
第 8 章	触发器	147
8.1	概述	147
8.2	触发器的创建	148
8.3	inserted 表和 deleted 表	150
8.4	触发器的使用、修改与删除	151
第 9 章	数据库的安全与权限	157
9.1	数据库的安全控制机制	157
9.2	用户与角色管理	159
9.3	SQL Server 2005 中安全与权限的实现	165
第 10 章	数据库的备份与恢复	170
10.1	数据库故障的种类	170
10.2	数据库备份	171
10.3	数据库还原	177
第 11 章	数据转换	181
11.1	概述	181
11.2	图形界面导入与导出数据	181
11.3	SQL 语句导入、导出数据	186
第 12 章	事务、锁和作业	188
12.1	事物的基本概念和 SQL Server 2005 事物处理	188
12.2	并发控制的基本概念和 SQL Server 2005 的并发控制机制	193
12.3	几个有关锁的实例	197
第 13 章	数据库应用系统设计	200
13.1	数据库设计概述	200
13.2	系统需求分析	201
13.3	概念结构设计	202
13.4	数据库逻辑结构设计	205
13.5	物理结构设计	207
第 14 章	PowerBuilder 与数据库	209
14.1	PowerBuilder 9.0 概述	209
14.2	PowerBuilder 9.0 编程基础	220
14.3	PowerBuilder 9.0 窗口操作	235

14.4	PowerBuilder 9.0 菜单简介	242
14.5	PowerBuilder 9.0 数据库操作	246
14.6	PowerBuilder 9.0 数据窗口	250
14.7	应用程序建立和发布	267
参考文献		274

第1章 数据库系统概述

—— 学习目的与要求 ——

数据库技术是计算机领域中最重要技术之一,是软件学科的一个独立分支。数据库方法最初是针对事务处理中的大量数据管理,但是它的应用范围不断扩大,数据库系统已成为当代计算机系统的重要组成部分。本章介绍数据库系统的基本概念、数据库技术的发展以及数据库系统的结构。通过本章的学习,读者应该掌握以下内容:数据处理技术的发展,数据库的基本概念,数据库技术的发展过程,数据库系统的组成,数据库系统的三级模式体系结构,DBMS的功能、组成。

1.1 概 述

在系统的介绍数据库系统之前,这里首先介绍数据库技术的产生、发展以及数据库中最常用的术语和基本概念。

1.1.1 数据与信息

在计算机应用中,数据处理和以数据处理为基础的信息系统所占的比重最大。人类的一切活动都离不开数据,离不开信息。在不同的领域里,信息的含义有所不同。一般认为信息是数据和消息中所包含的意义。数据和信息有时可以混用,比如数据处理也称为信息处理。有时必须分清数据和信息,比如,不能把信息系统称为数据系统。

1. 数据

所谓数据,通常指用符号记录下来的可加以鉴别的信息。数据的概念包括两个方面:一是数据的内容,它是事物特性的反映或描述;二是数据,它是符号的集合。

数据的概念在数据处理领域中比在科学计算领域中已经大大地拓宽。所谓“符号”,不仅指数字、字母、文字和其他特殊字符,而且还包括图形、图像、声音等多媒体数据;所谓“记录下来”也不仅是指印在纸上,而且包括记录在磁介质、光介质和存储器中。

2. 信息

人类社会错综复杂,存在着各种各样的事物。各种事物有各自的属性,事物之间存在着各种联系,人们对各种事物有相应的管理活动,所有的这些都跟信息有关。

信息是关于现实世界事物的存在方式或运动形态反映的综合,是人们进行各种活动所需要的知识。数据与信息既有联系又有区别。数据是载荷信息的物理符号或称为载体。数据能表示信息,但并非任何数据都能表示信息,正如人们常说的“如果计算机输入的是垃圾,输出的也会是垃圾”。同一数据也可能有不同的解释。由此,信息只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,而数据的表示方式却具有可选择性。

信息是反映客观现实世界的知识、用不同的数据形式可以表示同样的信息。例如,同样一条新闻在报纸上以文字的形式刊登,在电台以声音的形式广播,在电视上以图像的形式放

映以及在计算机网络上以通信形式传播，其信息内容可以相同。当然，由于信息载体不同，接收对象不同，所产生的效果或作用各异，又将另当别论。

1.1.2 数据库技术的产生与发展

计算机应用从科学计算进入数据处理是一个重大转折，数据处理是指对各种形式的数据进行收集、储存、加工和传播的一系列活动，其基本环节是数据管理。数据管理指的是对数据的分类、组织、编码、储存、检索和维护。数据管理方式多种多样，其中数据库技术是在应用需求的推动下，在计算机硬件、软件高速发展的基础上出现的高效数据管理技术。

1. 数据库技术的产生

与任何其他技术的发展一样，数据管理也经历了从低级到高级的发展过程。数据处理技术大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

（1）人工管理阶段。计算机在其诞生初期，人们把它当作一种计算工具，主要用于科学计算。通常的方法是，用户针对某个特定的求解问题，首先确定求解的算法，然后利用计算机系统所提供的编程语言，直接编写相关的计算程序，给出自带的相关数据，将程序和相关的

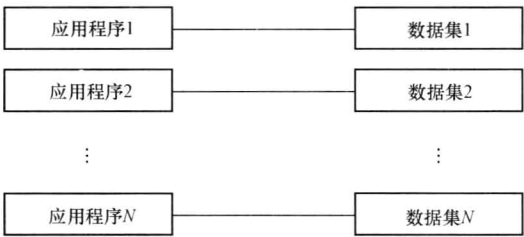


图 1.1 人工管理阶段程序与数据的关系框图

数据通过输入设备送入计算机，计算机处理完后输出用户所需的结果。不同的用户针对不同的求解问题，均要编制各自的求解程序，整理各自程序所需要的数据。数据的管理完全由

用户自己负责，如图 1.1 所示。

人工管理阶段有如下显著特征：

1) 数据不单独保存。数据与程序是一个整体，数据只为本程序所使用，因此数据只有与相应的程序一起保存才有价值，否则就毫无用处。所以，所有程序的数据均不单独保存。

2) 数据无独立性。数据需要由应用程序自己管理，没有相应的软件系统负责数据的管理

工作。每个应用程序都要包括数据的定义、存储结构、存取方法、输入/输出方式等内容。程序中的存取子程序随着存储结构的改变而改变，因而数据与程序不具有独立性。存储结构改变时，应用程序必须改变。此时，由于程序直接面向存储结构，因此数据的逻辑结构与物理结构没有区别。

3) 存在数据冗余，数据不能共享。数据是面向应用的，不同的程序均有各自的数据，这些数据对不同的程序通常是不相同的，不可共享；即使不同的程序使用了相同的一组数据，这些数据也不能共享，程序中仍然需要各自加入这组数据。基于这种数据的不可共享性，必然导致程序与程序之间存在大量的重复数据，而且容易产生数据的不一致性。

（2）文件系统阶段。为了方便用户使用计算机、提高计算机系统的使用效率，产生了以操作系统为核心的系统软件，以有效地管理计算机资源。文件是操作系统管理的重要资源之一，操作系统提供了文件系统的管理功能。

在文件系统中，把数据组织成相互独立的数据文件，利用“按文件名访问，按记录进行存取”的管理技术，程序和数据分开存储，有了程序文件和数据文件的区别，程序与数据有了一定的独立性。数据文件可以长期保存在外存储器上多次存取，如进行查询、修改、插入、删除等操作。数据的存取以记录为基本单位，记录是由某些相关数据项组成的，并出现了多种文件组织形式，如顺序文件、索引文件、随机文件等。

文件一般为某一个用户（或用户组）所有，但也可供指定的其他用户共享。文件系统还给用户程序提供了一组对文件进行管理与维护的操作（或功能），包括对文件的建立、打开、读/写和关闭等。用户程序可以调用文件系统提供的操作命令建立和访问文件，文件系统成了用户程序与文件之间的接口。用户在设计应用程序时，只要按照文件系统的要求，考虑数据的逻辑结构和特征，以及规定的组织方式与存取方法，即可建立和使用相应的数据文件，而不必关心数据的物理存储等方面的具体实现细节。它简化了用户程序对数据的直接管理功能，提高了系统的使用效率。这一阶段程序与数据的关系如图 1.2 所示。

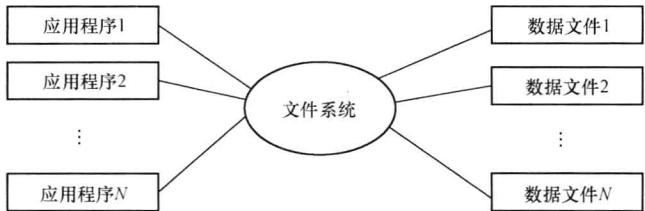


图 1.2 文件系统阶段程序与数据的关系

文件系统阶段的数据管理虽然较人工管理有了很多改进，但有如下不足：

1) 数据与程序缺乏独立性。文件系统提供的功能有限，不能满足应用程序对数据访问日益增长的要求。例如，数据的查询与修改是很多应用中都需要的功能，但文件系统中没有，如果用户要编写这样的应用程序，就必须清楚地知道涉及哪些文件，以及这些文件的逻辑结构，文件的逻辑结构改变了，就必须修改应用程序，这就增加了用户编程的困难，影响了编程效率。

2) 数据的冗余和不一致性。用户针对某个应用可以编制独立的程序和相应的文件（一个或多个），这些文件可以为其他用户共享。然而，对于不同的应用程序，通常对文件内容的要求是不同的。例如，对一个单位的人事管理，对人事部门来说，其应用程序需要能够反映每个职工详细情况的人事档案文件，文件记录的字段多；但对于门卫查找员工的应用来说，通常只需要姓名、年龄、单位等职工属性。对不同的应用来说，对文件的划分也会有不同的要求，通常不宜文件太多，以防止打开过多文件。因此，为了兼顾多种应用程序的要求，在设计文件时往往出现数据的冗余，浪费存储空间。

在多个文件的情况下，要实现文件的共享还可能导致数据的不一致性。例如，在银行的储蓄应用中，某个储户的地址和电话号码，可能出现在储蓄账户记录文件和支票账户记录文件两个文件中，如果该储户的电话号码改变了，则需要同时修改这两个文件，若只修改其中的一个，另一个没有同步修改，就可能导致文件系统中同一数据在文件中存储的不一致性。

3) 数据的无结构性。文件之间是孤立的，文件中的数据往往只表示现实世界中单一事物的相关数据，而不反映现实世界事物之间的内在联系。

(3) 数据库系统阶段。从 20 世纪 60 年代后期开始，计算机应用于管理的规模更加庞大，需要计算机管理的数据量急剧增长，并且对数据共享的需求日益增强，大容量磁盘系统的采用，使计算机联机存取大量数据成为可能；软件价格上升，硬件价格相对下降，使独立开发系统软件的成本增加，文件系统的数据管理方法已无法适应开发应用系统的需要。

为了从根本上解决数据与程序的相关性，把数据作为一种共享的资源进行集中管理，为

各种应用系统提供共享服务，数据库技术应运而生，使信息系统的重心发生了转移，从以加工数据的程序为中心转向以数据共享为核心。与文件系统相比，数据库技术提供了对数据的更高级、更有效的管理。

数据库是通用化的相关数据集合，它不仅包括数据本身，而且包括关于数据之间的联系。数据库中的数据不是面向某一项特定应用，而是面向多种应用，可以被多个用户、多个应用程序共享。例如，某个企业、组织或行业所涉及的全部数据的汇集。其数据结构独立于使用数据的程序，对数据的增加、删除、修改和检索由系统统一进行控制，而且数据模型也有利于将来应用的扩展。

为了让多种应用程序并发地使用数据库中具有最小冗余度的共享数据，必须使数据与程序具有较高的独立性。这就需要有一个软件系统对数据实行专门管理，提供安全性和完整性等统一控制机制，方便用户以交互命令或程序方式对数据库进行操作。为数据库的建立、使用和维护而配置的软件称为数据库管理系统，它是在操作系统支持下运行的。用户对数据库的访问必须在数据库管理系统的控制下进行，如图 1.3 所示。

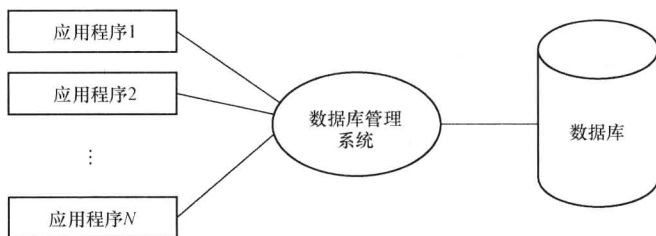


图 1.3 数据库系统阶段程序与数据的关系

2. 数据库技术的发展

数据库技术萌芽于 20 世纪 60 年代中期，1964 年美国通用电器公司 Bachman 等人成功开发了世界上第一个数据库管理系统（Integrated Data Store，简称 IDS）。IDS 可以为多个 COBOL 应用程序共享数据库，奠定了网状数据库的基础，并得到了广泛应用。到 20 世纪 60 年代末 70 年代初出现的三个事件，标志着数据库技术日益成熟，并有了坚实的理论基础。

(1) 1969 年 IBM 公司研制、开发了数据库管理系统的商品化软件（Information Management System，简称 IMS）系统，IMS 的是层次结构的。

(2) 美国数据系统语言协商会 CODASYL 下属的数据库任务组 DBTG 对数据库方法进行深入地研究和讨论，并于 20 世纪 60 年代末 70 年代初提出了一系列的报告，称作 DBTG 报告，澄清了许多概念，建立了若干权威性的观点。DBTG 所提议的方法是基于网状结构的，它是数据库网状模型的基础和典型代表，许多的网状数据库都是基于 DBTG 模型的。CODASYL 的工作极大地推动了数据库的发展。

(3) 1970 年 IBM 公司 San Jose 研究所的 E.F.codd 发表了题为“大型共享系统的关系数据库的关系模型”的论文，开创了数据库的关系方法和关系规范化理论研究，为关系数据库技术奠定了理论基础。

20 世纪 70 年代，数据库技术有了很大发展。

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

其次,这些商用系统的运行使数据库系统日益广泛地应用到企业管理、交通运输、情报检索、军事指挥、政府管理和辅助决策等各个方面,深入到人类生产和生活的各个领域。数据库技术成为实现和优化信息系统的基本技术。

最后,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。IBM 公司 San Jose 研究所在 IBM370 系列机上研制了 SYSTEM R 关系型数据库管理系统,美国加州大学伯克利分校也研制了 INGRES 关系数据库管理系统,这两个系统大约在 1977 年前后投入运行。这些实验系统在关系数据管理系统的实施技术和性能方面做了大量的工作。

1978 年美国标准化组织发表了关于数据库系统结构的最终报告,即 ANSI/X3 SPARC 建议,规定了数据库系统的总体结构和特征。

1979 年美国 ORACLE 公司推出了第一个商品化的关系数据管理系统 V2.0 版。

因此,在计算机领域中,有人把 20 世纪 70 年代称为数据库时代是不无道理的。

20 世纪 80 年代,几乎所有新开发的数据库系统均是关系数据库系统,这一时期大量的商品化的关系数据库管理系统问世并被广泛应用。例如, Sybase、Informix、SQL/DS 和 DB2 等。关系数据库技术已经非常成熟。

随着微型计算机的出现和网络的广泛应用,分布式数据库系统成为研究重点,并走向应用。例如,1986 年出现了分布式数据库管理系统 INGRES/STAR 和 SQL STAR,其中 SQL STAR 是 ORACLE 公司推出的开放型分布式关系数据库系统。应当说,20 世纪 80 年代是关系数据库的全盛年代。

经过了 40 年的发展,数据库技术仍然是当今十分活跃的研究领域。随着计算机的广泛应用,出现了许多新的应用和新的要求。人们开始发现关系数据库的不足和限制,开展了面向新的应用的数据库技术的研究。数据库技术与网络通信技术、面向对象技术、并行计算技术、多媒体技术、人工智能等技术相互渗透和相互结合,出现了如 Web 数据库、面向对象数据库、并行数据库、多媒体数据库和知识库等新的数据库技术,并且面向特定的应用领域,人们展开了时态数据库、工程数据库、主动数据库、空间数据库等技术的研究。可以说数据库技术已经进入了后关系数据库的时代。

1.1.3 数据库、数据库管理系统与数据库系统

数据库、数据库管理系统、数据库系统是与数据库技术密切相关的重要概念,是学习数据库的基础。

1. 数据库

数据库技术是一门新兴学科,它的概念、原理和方法仍在不断发展变化中。目前,还没有一个统一的、公认的数据库定义。因此各种文献中可以看到有关数据库定义的不同论述。

数据库(Database,简称 DB),顾名思义,是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上,如硬盘就是一类最常见的计算机大容量存储设备。数据必须按一定的格式存放,以利于以后使用。数据库是长期存储在计算机内、与应用程序彼此独立的、以一定的组织方式存储在一起的、彼此相互关联的、具有较少冗余的、能被多个用户共享的数据集合。数据库不是简单地将一些数据堆积在一起,而是把一些相互间有一定关系的数据,按一定的结构组织起来的数据集合。

2. 数据库管理系统

了解了数据库的概念,接下来的问题就是如何科学地组织和存储数据,如何高效地获取

和维护数据。完成这个任务的是数据库管理系统。

数据库管理系统（Database Management System，简称 DBMS）是位于用户与操作系统之间的一个重要的系统软件，由一组计算机程序组成。它能够对数据库进行有效的管理和控制，包括数据的存储、数据的安全性、完整性控制等。它提供应用程序与数据库的接口，使用户能够方便、快速的建立、维护、检索、存取和处理数据库中的信息。

3. 数据库系统

数据库系统（Database System，简称 DBS）是指在计算机系统中引入数据库后的系统，带有数据库的计算机系统的硬件和软件层次如图 1.4 所示。在实际应用中，数据库系统通常是由硬件平台、数据库、软件和相关人员等几部分内容构成。

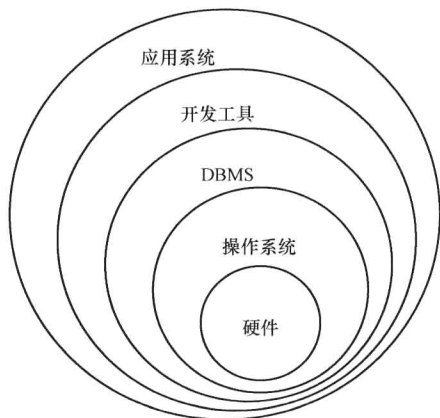


图 1.4 软、硬件层次

（1）硬件平台及数据库。数据库是一组相互联系的若干文件的集合，其中最基本的是包含用户数据的文件（通常称为主文件）。用户所需的数据，按逻辑分类存储于数据库文件中，文件之间的联系是由它们之间的逻辑关系决定的，这种联系也要存储于数据库中。由于数据库系统数据量都很大，加之 DBMS 丰富的功能使得自身的规模也很大，因此，整个数据库系统对硬件资源提出了较高的要求，这些要求是：

1）要有足够大的内存，存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序。

2）要有足够大的磁盘等直接存取设备存放数据库和备份数据。

3）要求系统有较高的通道能力，以提高数据传送率。

（2）软件。数据库系统的软件主要包括：

1）数据库管理系统（DBMS）。DBMS 是为数据库的建立、使用和维护配置的软件。

2）支持 DBMS 运行的操作系统。

3）具有数据库接口的高级语言及其编译系统，便于开发应用程序。

4）以 DBMS 为核心的应用开发工具。

5）为特定应用环境开发的数据库应用系统。

（3）人员。开发、管理和使用数据库系统的人员主要是：数据库管理员、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和最终用户。不同的人员涉及不同的数据抽象级别，具有不同的数据视图。

1）数据库管理员。若要成功地运行数据库，就要在数据处理部门配备管理人员（Database Administrator，简称 DBA）。DBA 必须熟悉企业全部数据的性质和用途、对用户的需求有充分的了解、对系统的性能非常熟悉，负责全面管理和控制数据库系统。

DBA 的具体职责包括：

① 决定数据库的内容和结构。数据库中要存放的信息最终要由 DBA 决定。因此，DBA 必须参与数据库设计的全过程，并与用户、应用程序员、系统分析员密切合作，共同协商，做好数据库设计。

② 决定数据库的存储结构和存取策略。DBA 要综合各用户的应用要求，和数据库设计

人员共同决定数据的存储结构和存取策略，以求获得较高的存取效率和存储空间利用率。

③ 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。DBA 的重要职责是保证数据库的安全性和完整性。数据的安全性通过授权实现。数据的完整性是通过一系列逻辑来保障，可以分为三个方面：实体完整性、域完整性和参照完整性。DBA 负责确定各个用户对数据库的存取权限、数据的保密级别和完整性约束条件。

④ 监控数据库的使用和运行。DBA 负责监视数据库系统的运行情况，及时处理运行过程中出现的问题。比如系统发生各种故障时，数据库会因此遭到不同程度的破坏，DBA 必须在最短时间内将数据库还原到正确状态，并且尽可能不影响或少影响计算机系统其他部分的正常运行。为此，DBA 要定义和实施适当的备份和还原策略。如周期性的转储数据、维护日志文件等。

⑤ 数据库的改进。DBA 还负责在系统运行期间监视系统的空间利用率、处理效率等性能指标，对运行情况进行记录、统计分析，依靠工作实践并根据实际应用环境，不断改进数据库设计。不少数据库产品都提供了对数据库运行状况进行监视和分析的实用程序，DBA 可以使用这些实用程序完成这项工作。

⑥ 数据库的重组重构。在数据库运行过程中，大量数据不断插入、删除、修改，时间一长，会影响系统的性能。因此，DBA 要定期或按一定策略对数据库进行重组，以提高系统的性能。当用户的需求增加或改变时，DBA 还要对数据库进行较大的改造，包括内模式和模式的修改，即数据库的重新构造。

2) 专业人员。专业人员是指系统分析员和数据库设计人员。系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明，要和用户及 DBA 相结合，确定系统的软硬件配置，并参与数据库系统的概要设计。数据库设计人员负责数据库中数据的确定、数据库各级模式的设计。数据库设计人员必须参与用户需求调查和系统分析，然后进行数据库设计。

3) 应用程序员。应用程序员是使用程序设计语言和数据库语言编写应用程序的计算机工作者，负责设计和编写应用系统的程序模块，并进行调试和安装。

4) 用户。这里用户是指最终用户。他们通过应用系统的用户接口使用数据库。常用的接口方式有浏览器、图形显示、菜单驱动、表格操作、报表书写等，给用户提供了简明、直观的数据表示。

1.1.4 数据库技术的特点

1. 数据结构化

数据库系统实现整体数据的结构化，是数据库的主要特征之一，也是数据库系统与文件系统的本质区别。传统文件系统中的各个文件之间彼此是毫无联系的，要想实现应用程序与它们的交互访问是十分困难的。而在数据库中，数据是按照某种数据模型组织起来的，不仅文件内部数据彼此相关，而且文件之间在结构上也有有机地联系在一起。描述数据时不仅描述数据本身，而且还描述数据之间的联系。例如对于学生和课程，可以定义一个学习联系来描述学生与课程之间的关系。

不同于文件系统，数据库是为多个应用服务的，数据库的结构不再面向特定的应用，而是面向全组织的复杂的数据结构。数据库是面向整个系统或组织的，具有整体的结构化。在多数情况下，系统或组织的某个应用只涉及整个数据库的一部分数据。

在数据库系统中，存取数据的方式也很灵活，可以存取数据库中的某一个数据项、一组

数据项、一个记录或一组记录。而在文件系统中，数据的最小存取单位是记录，精度不能细到数据项。

2. 数据能够共享

数据共享的意义是多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合。在数据库中，数据不再分属于各个应用程序，而是集中存放在数据库中。对于某个组织而言，除了有安全和保密等限制以外，数据库中的数据被整个组织所共享。也就是说，该组织每个下属部门的应用可以共享这些数据，大大提高了数据的使用价值。

访问数据库的不同的应用程序可能使用不同的语言，因此通常数据库系统配置多种语言接口。

3. 数据冗余度小，易扩充

由于数据是结构化的，数据的冗余度大大减小，除了一些必要的副本，例如为了保持联系信息而重复存储的一些数据项，存储数据的冗余度保持在尽可能小的程度。这样既节约了存储空间又可在很大程度上避免数据的不一致性。

对数据库数据的应用有很灵活的方式，可以取整体数据的各种合理子集用于不同的应用系统，而且当应用需求改变或增加时，只要重新选取不同的子集或者加上一小部分数据，便可以满足新的需求，非常容易扩充。

4. 数据与程序的独立性较高

应用程序必须通过数据库管理系统访问数据库，数据库系统提供映像功能来保证应用程序对数据结构和存取方法有较高的独立性。数据与程序的独立性是指当数据的逻辑结构或物理结构发生变化时，通过映像部分的改变，保证应用程序不用改变。通常，数据库系统提供两方面的数据与程序的独立性。

当数据的存储结构改变时，通过数据的存储结构（或物理结构）与逻辑结构之间的映像或转换功能，使得数据的逻辑结构可以不变，从而应用程序也可以不变。这就是数据与程序的物理独立性。

数据库对整个数据的全体有一个整体的逻辑结构，而数据库系统中的某一类应用所使用的的数据是全体数据的子集，并且不同的应用对同一数据的使用要求和观点也有不同。因此一个应用往往是根据描述所使用的数据子集的局部逻辑结构而编写的。数据库系统通常提供局部逻辑结构的说明以及整体逻辑结构与某类应用所涉及的局部逻辑结构之间的映像或转换功能。这使得当整体逻辑结构改变时，通过提供的映像或转换功能，保持应用程序所涉及的局部逻辑结构不变，从而应用程序也可以不变。这就是数据与程序的逻辑独立性。

5. 对数据实行集中统一控制

数据库系统提供统一的数据定义、插入、删除、检索以及更新等操作。另外，由于数据库是系统的共享资源，各种用户可以同时使用数据库，因此用户对数据的访问是并发的，即多个用户可以同时存取数据库中的数据，甚至可以同时存取数据库中同一个数据。这就要求数据库系统必须提供数据安全性控制、数据完整性控制和并发控制三个方面的功能。

1.2 数据库系统的体系结构

为了有效地组织、管理数据，人们为数据库系统设计了严谨的体系结构。

考察数据库系统的体系结构可以有多种不同的层次或不同的角度,从数据库管理系统角度看,数据库系统通常采用三级模式结构;这是数据库管理系统内部的结构。从数据库最终用户角度看,数据库系统的结构分为集中式结构(又可以有单用户结构、主从式结构)、分布式结构、客户/服务器结构和并行结构。这是数据库系统外部的体系结构。

1.2.1 数据库系统模式的概念

在数据库中有“型”和“值”的概念。型是指对某一类数据的结构和属性的说明,值是型的一个具体取值。例如:学生记录定义为(学号,姓名,性别,出生日期,所在系,籍贯)这样的记录型,而(1101,王立明,男,1986-10-23,计算机,上海)则是该记录型的一个具体的记录值。

模式是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述,它仅仅涉及型的描述,不涉及具体的值,它是数据库系统的一个总的框架。模式的一个具体取值称为模式的一个实例,同一个模式可以有很多实例。模式是相对稳定的,而实例是相对变动的,因为数据库中的数据是在不断更新的。模式反映的是数据的结构及其联系,而实例反映的是数据库某一时刻的状态。

尽管实际的数据库系统软件产品多种多样,建立在不同的操作系统之上,支持不同的数据模型,使用不同的数据库语言,但是就其体系结构而言却是大体上相同的,包括了三级模式结构,这是数据库系统的整体内部结构。当然,有些微型机上的小型的数据库系统不具有三级模式的全部特征,对这一点不必苛求,重要的是它对深刻理解数据库系统有着很大的帮助。

1.2.2 数据库系统的三级模式体系结构

数据库系统的三级模式由内模式、模式和外模式组成,如图 1.5 所示,三级模式反映了看待数据库的三种不同的数据观点。

1. 模式

模式也称逻辑模式或概念模式,模式实际上是数据库数据在逻辑级上的视图,是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述。它既不同于内模式,比内模式抽象,不涉及数据的物理存储细节;也不同于外模式,与具体的应用程序及使用的高级程序设计语言无关。一个数据库只有一个模式。定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构,而且要定义数据之间的联系,定义与数据有关的安全性、完整性要求。

2. 外模式

外模式也称用户模式,它是数据库用户(包括应用程序员和最终用户)能够看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述,是数据库用户的数据视图,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。外模式通常是模式的子集,一个数据库可以有多个外模式,不同用户的外模式可以互相覆盖。应用程序都是和外模式交互的,一个应用程序只能启用一个外模式,访问所对应的外模式中的数据,数据库中的其余数据是不可见的。

3. 内模式

内模式也称存储模式,它是全体数据库数据的内部表示或者底层描述,用来定义数据的

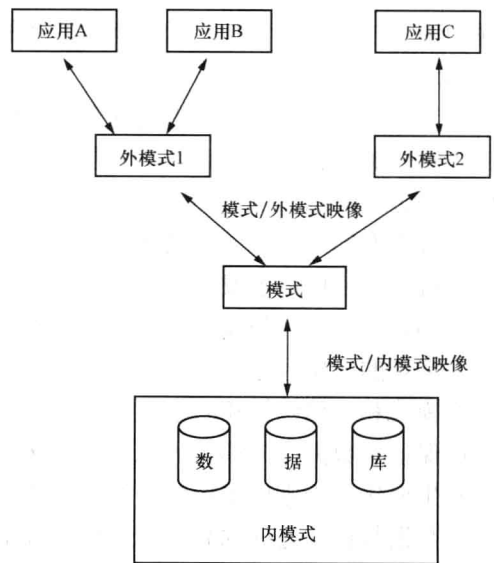


图 1.5 数据库系统的三级模式结构