SQL Server 数据库原理及应用教程

张莉 王强 赵文 董莉 编著

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书选用以网络环境为背景而广泛使用的 SQL Server 2000 关系型数据库管理系统作为数据库系统平台，全面系统地介绍了数据库技术的基础理论、数据库系统设计方法、现代数据库系统开发应用等。介绍了 Transact-SQL 编程、网络数据库系统安全、面向对象数据库技术、并行数据库系统和分布式数据库系统、数据仓库、数据挖掘，以及以 SQL Server 2000 作为网络编程的后台数据库，通过 ODBC 和 ADO 数据库访问技术，把 ASP 技术或 JSP 技术制作的 Web 网页与数据库之间连接起来等。

本书内容编排上系统全面、重点突出、新颖实用、可读性强，是系统学习和掌握现代数据库技术理论与实践的理想教材或参考书。

版权所有，翻印必究。
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 数据库原理及应用教程/张莉等编著.—北京：清华大学出版社，2002

ISBN 7-302-06123-8

Ⅰ.S... Ⅱ.张... Ⅲ.关系数据库—数据库管理系统，SQL Server Ⅳ.TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002) 第 094009 号

出 版 者： 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦，邮编 100084)
http://www.tup.com.cn
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
责任编辑： 桑任松
印 刷 者：
发 行 者： 新华书店总店北京发行所
开 本： 787×1092 1/16 印张：26 字数：676 千字
版 次： 2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷
书 号： ISBN 7-302-06123-8/TP·3660
印 数： 0001~5000
定 价： 33.00 元

前　言

数据库技术是现代信息技术的重要组成部分。数据库技术随着计算机技术的广泛应用与发展，无论是在数据库技术的基础理论、数据库技术应用、数据库系统开发，还是数据库商品软件推出方面，都有着长足的、迅速的进步与发展。

随着计算机网络技术的日益发展与广泛应用，支持网络技术的数据库系统不断推出新的成果，推动着数据库技术的发展和应用。新的数据库系统，在继承了传统数据库技术的同时，不仅在数据库系统性能和功能的完善方面、在数据系统管理的易操作性、安全性、易维护性方面、在系统的开发技术方面，都较以前的数据库系统产品有很大的发展与进步，而且在现代信息技术系统开发和新技术应用的理念方面，都更加符合当今社会对信息技术发展的需要与应用。尽管数据库系统软件不断推陈出新，但数据库技术核心则是万变不离其宗，保持着传统的数据库基础理论和设计方法。

SQL Server 是 Microsoft 公司在与 Sybase 公司原来合作的基础上推出的关系型数据库系统，一经推出迅速成为 Windows NT 网络方案的首选数据库系统。而新一代的 SQL Server 2000 着眼于 Internet 背景下的网络数据库的应用与开发，是 Microsoft 公司继 Windows 2000 之后的一部很有影响力的系统软件，除了具有现代数据库管理系统所具备的各种强大的功能外，在支持 Internet 技术方面，提供了 HTTP 的支持，还为 Web 用户提供了功能完善的网络数据管理与数据分析解决方案，另外为用户方便地开发应用数据仓库和电子商务提供了便利的环境。

本书选用了网络环境广泛使用的新版 SQL Server 2000 作为数据库系统平台，系统地介绍了网络数据库技术的基础理论、实现方法、设计过程与开发应用等。在内容编排上由理论到实践、从技术基础到综合开发与新技术应用，使学习过程循序渐进、由浅入深、由点到面、由具体实践到系统提高。其技术基础内容包括传统数据模型的建立、数据库系统结构组成、关系模型的数据结构、数据运算、数据库设计理论与设计方法、数据库系统分析与设计、标准通用查询语言 SQL 等。在数据库系统开发和应用方面，介绍了 SQL Server 2000 关系数据库系统结构组成、管理工具、语言与编程接口，以及 SQL Server 2000 数据管理、SQL Server 数据库操作等。

Transact-SQL 是标准 SQL 语言的增强版本，只有 Transact-SQL 语言可以直接和数据库引擎进行交互，书中系统地介绍了 Transact-SQL 程序设计应用与开发。数据库系统安全是数据库技术的重要组成部分，面向对象技术广泛应用于现代数据库技术，并行数据库系统和分布式数据库系统是现代数据库的重要内容，书中均有完整的介绍。最后介绍了 SQL Server 2000 作为网络编程的后台数据库，可以通过 ODBC 和 ADO 这两种数据库访问技术，用于 ASP 技术或 JSP 技术制作的 Web 网页与数据库之间的连接。

本书符合现代信息技术的教育理念，旨在引导和培养学习者提高综合实践与创新能力。通过本书，学习者不仅可以系统地掌握数据库技术的基础理论、设计方法，还可以系统地

掌握现代数据库系统的开发技术。本书作为教材可以使学习者学会用系统的理论指导实践，为应用和开发服务；而理论基础指导下的应用与开发，不仅能有效地为企业的发展和前进铺路筑桥，也能提高数据库系统应用与技术开发的水平。

本书由张莉教授策划编写，参加本书编写的教师在数据库技术原理与应用方面，有多年教学经验，特别是数位具有丰富实践经验的研究生的加盟协作，为本书增加了新颖性和可读性。本书在编写过程中参考了大量的文献资料，是集体协作的结果。

另外参加本书编写的教师和研究生还有张筠、杨丽丽、陈雷、段清玲、李琼飞、虞萍、马志远等。本书涉及新技术新内容较多，编写完稿时间仓促，难免有遗漏错误之处，恳请学界同仁和广大读者批评指正，并提出宝贵的意见和建议。

编者

2002 年 9 月于北京

目　录

第 1 章　数据库系统概述.....1

1.1　概述.....1
1.1.1　数据库技术与信息技术.....1
1.1.2　数据库技术的应用及特点.....2
1.1.3　SQL Server 数据库系统与网络分布式操作.....2
1.1.4　网络数据库系统编程.....2
1.2　数据库技术的发展.....3
1.2.1　人工管理阶段.....3
1.2.2　文件系统阶段.....4
1.2.3　数据库系统阶段.....6
1.2.4　高级数据库系统阶段的应用与发展.....8
1.2.5　数据库系统发展阶段的划分.....9
1.3　信息描述与数据模型.....11
1.3.1　数据模型及其三要素.....11
1.3.2　概念模型及其表示方法.....12
1.3.3　实体联系模型.....14
1.4　三种常见的数据模型.....16
1.4.1　层次模型.....16
1.4.2　网状模型.....17
1.4.3　关系模型.....18
1.5　数据库系统.....19
1.5.1　数据库系统的三级模式结构.....19
1.5.2　数据库系统的组成.....20
1.5.3　数据库管理系统的功能.....21
1.5.4　数据库系统的视图.....22
1.5.5　数据库系统的访问.....23

第 2 章　关系数据库系统模型.....26

2.1　关系模型的基本概念.....26
2.1.1　关系模型.....26
2.1.2　数据结构.....29
2.1.3　关系操作.....29
2.1.4　关系的完整性.....30
2.2　关系运算.....31
2.2.1　传统的集合运算.....32
2.2.2　专门的关系运算.....33
2.2.3　关系数据检索实例.....38
2.3　关系演算.....40
2.3.1　元组关系演算语言.....40
2.3.2　域关系演算语言 QBE.....46

第 3 章　关系数据库的设计理论.....51

3.1　实体类型的属性关系.....51
3.2　数据的函数依赖.....52
3.2.1　函数依赖.....52
3.3.2　依赖的逻辑蕴涵.....53
3.2.3　关键字.....53
3.3　关系数据库模式的规范化理论.....55
3.3.1　关系模式规范化设计.....55
3.3.2　第一范式(1NF).....57
3.3.3　第二范式(2NF).....58
3.3.4　第三范式(3NF).....59
3.3.5　BCNF 范式.....59
3.3.6　多值函数依赖关系的第四范式(4NF).....61
3.3.7　第五范式(5NF).....62
3.4　关系模式的分解算法.....64
3.4.1　关系模式的分解.....64
3.4.2　无损连接.....64
3.4.3　无损连接的检验.....65
3.4.4　保持函数依赖的分解.....67

第 4 章　数据库设计方法.....69

4.1　数据库系统的设计过程.....69
4.2　需求分析.....71
4.2.1　收集用户需求.....71

需要全本请访问 www.ertongbook.com

4.2.2 分析用户需求 72
4.2.3 撰写需求说明书 76
4.3 概念设计 77
4.3.1 概念模型的特点及设计方法....77
4.3.2 局部概念模型的设计 78
4.3.3 合成全局概念模型 80
4.4 逻辑结构的设计....83
4.4.1 概念模型向关系模型的转换....83
4.4.2 应用规范化理论优化逻辑模型 86
4.4.3 设计用户子模式 86
4.5 物理设计 87
4.5.1 影响物理设计的因素 87
4.5.2 确定关系模式的存取方法....87
4.5.3 确定数据库的存储结构....89
4.6 数据库的实施、运行和维护....89
4.6.1 数据库的实施 90
4.6.2 数据库的试运行 90
4.6.3 数据库的运行和维护 91
第 5 章 结构化查询语言 SQL....93
5.1 SQL 结构化查询语言 93
5.1.1 SQL 语言的特点....93
5.1.2 SQL 数据库的三级模式结构 ...94
5.2 SQL 的数据描述与操作 95
5.2.1 定义基表 95
5.2.2 定义索引 97
5.3 SQL 语言的数据检索功能 97
5.4 SQL 语言的数据更新功能 103
5.4.1 修改语句 103
5.4.2 插入语句 103
5.4.3 删除语句 104
5.4.4 SQL 语言对视图的操纵 104
5.5 SQL 的数据控制功能 108
5.5.1 SQL 的数据控制方法....108
5.5.2 SQL Server 数据操作 110
第 6 章 SQL Server 关系数据库系统 113
6.1 SQL Server 2000 系统概述....113
6.1.1 SQL Server 2000 的功能与特点 113
6.1.2 SQL Server 2000 产品系列.... 117
6.2 SQL Server 2000 的数据库结构 118
6.2.1 数据库逻辑体系结构..... 118
6.2.2 数据库物理体系结构..... 119
6.2.3 客户机和服务器的交互方式 124
6.2.4 SQL Server 2000 分布式查询 125
6.3 SQL Server 客户机/服务器体系结构及软件组成..... 125
6.3.1 SQL Server 2000 客户端组件 126
6.3.2 SQL Server 2000 服务器端组件 128
6.3.3 SQL Server 2000 对 XML 的支持 130
6.3.4 SQL Server 2000 传输组件.... 131
6.4 SQL Server 2000 的系统管理与开发..... 133
6.4.1 分布式管理 133
6.4.2 管理工具 133
6.4.3 语言与编程接口..... 135
第 7 章 SQL Server 2000 数据库应用与管理..... 137
7.1 SQL Server 2000 的安装..... 137
7.1.1 环境要求 137
7.1.2 SQL Server 2000 的安装..... 139
7.1.3 从 SQL Server 7.0 升级..... 143
7.2 启动和登录数据库服务器..... 144
7.2.1 数据库服务器的启动..... 144
7.2.2 登录数据库服务器..... 145
7.3 SQL Server 2000 数据管理..... 146
7.3.1 SQL Server 2000 的数据定义语言..... 147
7.3.2 SQL Server 2000 的数据操作语言 150
7.4 SQL Server 数据库操作..... 151

7.4.1 用 Enterprise Manager 创建数据库 152
7.4.2 用 Enterprise Manager 定义和管理数据表 153
7.4.3 用视图创建向导创建视图....155
7.4.4 用工具和向导创建数据库图表 158
7.4.5 用 Enterprise Manager 创建存储过程和触发器....159
7.4.6 数据库的安全管理 163
第 8 章 Transact-SQL 语言结构....168
8.1 T-SQL 语言概述 168
8.1.1 T-SQL 语言特点 168
8.1.2 T-SQL 附加语言 169
8.1.3 SQL Server Query Analyzer 工具 174
8.1.4 osql 实用程序....175
8.2 Transact-SQL 语言基础 176
8.3 Transact-SQL 语言运算符 182
8.3.1 算术运算符 182
8.3.2 赋值运算符 184
8.3.3 位运算符 184
8.3.4 比较运算符 185
8.3.5 逻辑运算符 185
8.3.6 一元运算符 186
8.3.7 运算符的优先顺序 186
8.4 数据表的创建与维护....187
8.4.1 创建数据表 187
8.4.2 删除数据表 190
8.4.3 向数据表中插入记录 190
8.4.4 从数据表中删除记录 192
8.4.5 修改和更新记录 193
8.5 对数据库中数据表的操作....194
8.5.1 按条件查询数据 194
8.5.2 使用通配符和子查询 195
8.5.3 数据连接 195
8.5.4 数据排序 197
8.5.5 数据统计 198
8.6 数据库索引 199
8.6.1 索引的概念 199
8.6.2 索引类型 200
8.6.3 索引的创建与删除.... 200
8.6.4 索引的设计 201
8.7 数据库视图.... 203
8.7.1 视图的创建与删除.... 203
8.7.2 视图与数据修改.... 205
8.7.3 查询和视图的比较.... 205
8.8 函数 206
8.8.1 聚合函数 206
8.8.2 数学函数 210
8.8.3 字符串函数 211
8.8.4 系统函数 216
8.8.5 日期和时间函数.... 219
8.8.6 文本和图像函数.... 222
8.9 SQL Server 2000 数据库复制 223
8.9.1 数据库复制的技术体系.... 223
8.9.2 数据库复制原理.... 226
8.9.3 复制的拓扑结构.... 228
8.9.4 事务复制的实现.... 230
8.9.5 SQL Server 数据备份与恢复 236
第 9 章 Transact-SQL 程序设计.... 242
9.1 T-SQL 的变量定义和流程控制语句 242
9.1.1 变量的定义和使用.... 242
9.1.2 流程控制语句.... 245
9.2 存储过程.... 253
9.2.1 存储过程概述.... 253
9.2.2 创建存储过程.... 254
9.2.3 调用存储过程.... 256
9.2.4 修改存储过程.... 259
9.2.5 删除存储过程.... 260
9.2.6 存储过程的优化.... 260
9.3 用户自定义的数据类型.... 262
9.4 触发器的应用.... 263
9.4.1 SQL Server 触发器的用途..... 263
9.4.2 创建触发器 264
9.4.3 使用触发器 266
9.4.4 查看触发器的信息.... 270
9.4.5 修改和删除触发器.... 272

9.5 事务和锁 273
9.5.1 事务的概念 274
9.5.2 事务编程 275
9.5.3 锁 278
9.5.4 使事务更有效地工作 280
第 10 章 数据库安全与维护.....282
10.1 SQL Server 数据库的安全性.....282
10.1.1 SQL Server 的安全性管理....282
10.1.2 SQL Server 数据库安全性管理与控制 284
10.1.3 SQL Server 的安全体系结构和安全认证 289
10.1.4 SQL Server 的权限管理.....291
第 11 章 现代数据库技术 297
11.1 面向对象的数据库系统.....297
11.1.1 面向对象的数据模型 298
11.1.2 面向对象数据库语言 299
11.1.3 面向对象数据库的模式演进 299
11.1.4 面向对象程序设计 300
11.2 并行数据库系统和分布式数据库系统.....301
11.2.1 并行数据库系统 301
11.2.2 分布式数据库系统 302
11.3 数据仓库 304
11.3.1 从数据库到数据仓库 304
11.3.2 数据仓库的定义 305
11.3.3 数据仓库系统的结构 306
11.3.4 数据仓库的数据组织 307
11.3.5 数据仓库的数据模型 309
11.3.6 SQL Sever 2000 的数据仓库组件 310
11.3.7 SQL Server 2000 数据仓库的建设流程 312
11.4 数据挖掘..... 314
11.4.1 数据挖掘概述..... 314
11.4.2 数据挖掘模型..... 315
11.4.3 使用决策树模型从关系数据库中挖掘数据..... 316
11.4.4 应用聚类分析模型挖掘数据 320
第 12 章 网络数据库编程..... 322
12.1 网络数据库的连接..... 322
12.1.1 ODBC 的管理 322
12.1.2 通过 ODBC 连接数据库..... 329
12.1.3 ADO 简介..... 333
12.2 ASP 编程 342
12.2.1 ASP 概述 342
12.2.2 ASP 的内置对象 344
12.2.3 ASP 的内置组件 358
12.2.4 ASP 实现对数据库的访问 .. 362
12.3 JSP 编程..... 364
12.3.1 JSP 概述 365
12.3.2 JSP 编程概要..... 365
12.3.3 JSP 数据库访问技术..... 371
附录 A 样本数据库 377
附录 B SQL Server 2000 常用系统存储过程..... 379
附录 C 函数一览表 381
附录 D 配置 ODBC 所需的函数 388
附录 E 各章思考练习题的参考答案..... 389

第 1 章　数据库系统概述

数据库技术是现代信息科学与技术的重要组成部分，是计算机数据处理与信息管理系统的核心。数据库技术研究和解决了计算机信息处理过程中大量数据有效地组织和存储的问题，在数据库系统中减少数据存储冗余、实现数据共享、保障数据安全以及高效地检索数据和处理数据。

随着计算机技术与网络通信技术的发展，数据库技术已成为信息社会中对大量数据进行组织与管理的重要技术手段及软件技术，是网络信息化管理系统的基础。本章主要介绍数据库技术的应用与发展、网络数据库特点，以及数据模型的建立和数据库系统结构等内容，是学习和掌握现代数据库技术的基础。

1.1　概　　述

从 20 世纪 60 年代末期开始到现在，数据库技术已经发展了 30 多年。在这 30 多年的历程中，人们在数据库技术的理论研究和系统开发上都取得了辉煌的成就，而且已经进入对新一代数据库系统的深入研究。数据库系统已经成为现代计算机系统的重要组成部分。

从 20 世纪 70 年代后期开始，数据库作为计算机专业的一门重要课程进入国外各个大学的课堂；我国高等院校从 20 世纪 80 年代开始，也把数据库作为主要课程讲授给计算机专业的本科生和研究生。并且随着计算机技术在国民生产中地位的逐年上升，数据库技术作为计算机技术的重要分支，其重要性越来越被人们所广泛认识。时至今日，数据库技术已经成为数据处理的公用支撑技术，数据库系统也早已遍布政府机关、社会团体和企业单位，存储着他们赖以正常运转的数据资源，显著地提高了工作效率和质量，产生出极大的社会、经济效益。

1.1.1　数据库技术与信息技术

信息技术(Information Technology，IT)是当今使用频率最高的名词之一，它随着计算机技术在工业、农业以及日常生活中的广泛应用，已经被越来越多的个人和企业作为自己赶超世界潮流的标志之一。而数据库技术则是信息技术中一个重要的支撑。没有数据库技术，人们在浩瀚的信息世界中将显得手足无措。

数据库技术是计算机科学技术的一个重要分支。从 20 世纪 50 年代中期开始，计算机应用从科学研究部门扩展到企业管理及政府行政部门，人们对数据处理的要求也越来越高。1968 年，世界上诞生了第一个商品化的数据管理系统 IMS(Information Management System)，从此，数据库技术得到了迅猛发展。在互联网日益被人们接受的今天，Internet 又使数据库技术、知识、技能的重要性得到了充分的放大。现在，数据库已经成为信息管理、办公自动化、计算机辅助设计等应用的主要软件工具之一，帮助人们处理各种各样的信息数据。

1.1.2 数据库技术的应用及特点

数据库最初是在大公司或大机构中用作大规模事务处理的基础。后来随着个人计算机的普及，数据库技术被移植到 PC(Personal Computer，个人计算机)机上，用于单用户个人数据库应用。接着，由于 PC 机在工作组内连成网，数据库技术就移植到工作组级。现在，数据库正被 Internet 和内联网的诸多应用所使用。

20 世纪 60 年代中期，数据库技术是用来解决文件处理系统问题的。当时的数据库处理还很脆弱，常常发生应用不能提交的情况。20 世纪 70 年代关系模型的诞生为数据库专家提供了构造和处理数据库的标准方法，推动了关系数据库的发展和应用。1979 年，Ashton-Tate 公司引入了微机产品 dBase Ⅱ，并称之为关系数据库管理系统，从此数据库技术移植到了个人计算机上。20 世纪 80 年代中期到后期，终端用户开始使用局域网技术将独立的计算机连接成网络，终端之间共享数据库，形成了一种新型的多用户数据处理，称为客户机/服务器数据库结构。现在，数据库技术正在被用来同 Internet 技术相结合，以便在机构内联网、部门局域网甚至 WWW 上发布数据库数据。

1.1.3 SQL Server 数据库系统与网络分布式操作

SQL Server 是由 Sybase、Microsoft 和 Ashton-Tate 联合开发的 OS/2 系统上的数据库系统，1988 年正式投入使用。1990 年，Ashton-Tate 公司退出了 SQL Server 的开发，1994 年，Sybase 公司也将重点投入到 UNIX 版本的 SQL Server 开发上，而 Microsoft 公司则致力于将 SQL Server 移植到 NT 平台上。1996 年，Microsoft 公司推出了 SQL Server 6.5；1998 年，升级到 7.0 版本；到了 2000 年，Microsoft SQL Server 2000 面世了。

SQL Server 是基于 SQL 客户/服务器(C/S)模式的数据库系统，建立在 Microsoft Windows NT 平台上，提供强大的企业数据库管理功能。

Microsoft SQL Server 2000 数据库系统是在 Windows NT 环境下开发的一种全新的关系型数据库系统，是发展最快的关系数据库，占世界市场份额的 38%。SQL Server 2000 具有大型数据库的一些基本功能，支持事务处理功能、支持数据库加密、设置用户组或用户的密码和权限等等。它为用户提供了大规模联机事务处理(OLTP)、数据仓库和电子商务应用程序所需的最新的优秀数据库平台。

SQL Server 2000 是一个具备完全 Web 支持的数据库产品，提供了以 Web 标准为基础的扩展数据库编程功能，提供了对可扩展标记语言(XML)的核心支持以及在 Internet 上和防火墙外进行查询的能力。使用 SQL Server 2000 可以获得非凡的可伸缩性和可靠性。通过向上伸缩和向外扩展的能力，SQL Server 2000 满足了苛刻的电子商务和企业应用程序要求。它还是 Microsoft .NET Enterprise Server 的数据管理与分析中枢，并包括加速从概念到最后交付开发过程的工具。

1.1.4 网络数据库系统编程

在当今网络盛行的年代里，数据库与 Web 技术的结合正在深刻改变着网络应用的面貌。有了数据库的支持，扩展网页的功能、设计交互式页面、构造功能强大的后台管理系统、

以及网站的更新、维护都将变得轻而易举。随着网络应用的深入，Web 数据库技术将日益显示出其重要地位。在这里我们简单介绍一下 Web 数据库开发的相关技术。

1．通用网关接口(CGI)编程

通用网关接口(Common Gateway Interface，CGI)是一种通信标准，它的任务是接受客户端的请求，经过辨认和处理，生成 HTML 文档并重新传回到客户端。这种交流过程的编程就叫做通用网关接口编程。CGI 可以运行在多种平台上，具有强大的功能，可以使用多种语言编程，如 Visual Basic、Visual C++、Tcl、Perl、AppleScript 等，比较常见的是用 Perl 语言编写的 CGI 程序。但是 CGI 有其致命的弱点，即速度慢和安全性差等。

2．动态服务器页面(ASP)

动态服务器页面(Active Server Pages，ASP)是微软公司推出的一种用以取代 CGI 的技术，是一种真正的简便易学、功能强大的服务器编程技术。ASP 实际上是微软开发的一套服务器端脚本运行环境，通过 ASP 我们可以建立动态的、交互的、高效的 Web 服务器应用程序。用 ASP 编写的程序都在服务器端执行，程序执行完毕后，再将执行的结果返回给客户端浏览器，这样不仅减轻了客户端浏览器的负担，大大提高了交互速度，而且避免了 ASP 程序源代码的外泄，提高了程序的安全性。有关 ASP 技术的详细介绍和应用将在第 12 章介绍。

3．Java 服务器页面(JSP)

Java 服务器页面(Java Server Pages，JSP)是 Sun 公司发布的 Web 应用开发技术，一经推出，就受到了人们的广泛关注。JSP 技术为创建高度动态的 Web 应用提供了一个独特的开发环境，它能够适应市场上 85%的服务器产品。

JSP 使用 Java 语言编写服务器端程序，当客户端向服务器发出请求时，JSP 源程序被编译成 Servlet 并由 Java 虚拟机执行。这种编译操作仅在对 JSP 页面的第一次请求时发生。因此，JSP 程序能够提供更快的交互速度，安全性和跨平台性也很优秀。

目前，ASP 技术与 JSP 技术是市场上并驾齐驱的两种 Web 应用开发技术，各自都占有一定的市场份额。我们将在第 12 章对这两种技术做进一步的学习和讨论。

1.2　数据库技术的发展

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的重要分支之一，它已经成为计算机信息系统和应用系统的重要技术支撑。数据库技术所研究的问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据，而数据处理的中心问题是数据管理，因此，数据管理的发展是数据库技术发展的一个重要标志。

数据管理指的是对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护。自 20 世纪 60 年代末 70 年代初以来，随着数据库技术的不断发展和完善，数据管理技术在 30 多年中主要经历了四个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段和高级数据库系统阶段。

1.2.1　人工管理阶段

早期的数据处理，限于计算机技术的发展主要用于科学计算，数据本身不能独立存储

需要全本请访问 www.ertongbook.com

提供应用，数据只能是附属于计算机程序的一部分，随程序一起运行与消失。

1．人工管理阶段的背景

20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算。可使用的外部存储设备只有磁带、卡片、纸带，没有磁盘等直接存取的设备。而且此时的计算机没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理方式是批处理，所有的数据完全由人工进行管理，因此这个阶段被称为人工管理阶段。

2．人工数据管理的特点

- 数据不保存。一组数据对应于一个应用程序，应用程序与其处理的数据结合成一个整体。在进行计算时，系统将应用程序与数据一起装入，用完后就将它们撤销，释放被占用的数据空间与程序空间。不仅对用户数据如此处置，对系统软件有时也是这样。
- 没有软件对数据进行管理。程序员不仅要规定数据的逻辑结构，还要在程序中设计物理结构，如存储结构、存取方法、输入输出方式等。因此，数据与程序不具有独立性，如果数据在存储上改变了，程序员就必须修改程序。
- 没有文件概念。数据的组织方法由应用程序开发人员自行设计和安排。
- 数据面向应用。即如果两个应用程序使用相同的数据，也必须各自定义自己的数据存储和存取方式，不能共享相同的数据定义，因此造成了程序和程序之间大量的相同数据的冗余。

3．人工数据管理模型

人工管理阶段的数据库管理模型如图 1.1 所示。

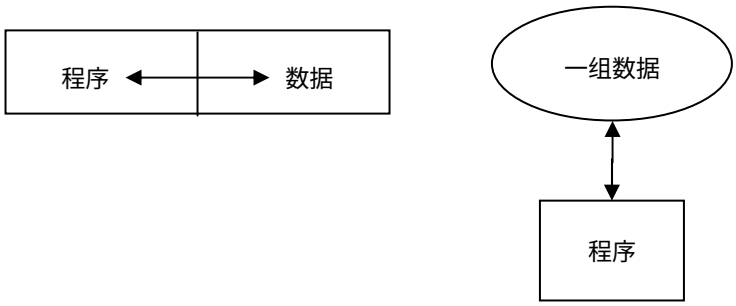


图1.1　人工数据管理模型

1.2.2　文件系统阶段

随着计算机硬件技术的发展，特别是有了可以直接存储的外存储设备，软件上也有了数据管理软件，使得计算机管理的数据可以以文件的形式保留在外存上，这样可以通过对数据文件的存取进行数据的查询、插入、修改、删除等操作，但是对文件数据的访问操作只能以数据记录为单位，不能以数据项为单位进行。

1．文件系统阶段的背景

从 20 世纪的 50 年代后期到 60 年代中期，计算机不仅用于科学计算，还大量用于管理。

磁盘、磁鼓等直接存取设备也相继被使用，软件中也有了高级语言和操作系统，在操作系统中已经有了专门的管理数据软件，一般称为文件系统，数据处理方式不再是单一的批处理，产生了联机实时处理的方式。

2．文件数据管理的特点

- 数据能够长期保存在磁盘上。用户可经常对在外存上保存的数据进行查询、修改、插入和删除等操作。
- 有了提供文件与程序之间进行存取方法转换的软件。文件的逻辑结构与存储结构由系统进行转换，使程序与数据有了一定的独立性。程序员不必关心数据的物理位置，可以集中精力考虑算法，并且节省了维护程序的工作量。
- 文件形式的多样化。由于有了直接存取存储设备，也就有了索引文件、链接文件、直接存取文件等。对文件的记录可以顺序访问、随机访问。文件之间相互独立，必须用程序来实现文件与文件之间的联系。
- 数据存取以记录为单位。

3.文件数据管理模型

文件系统阶段的数据管理模型如图 1.2 所示。

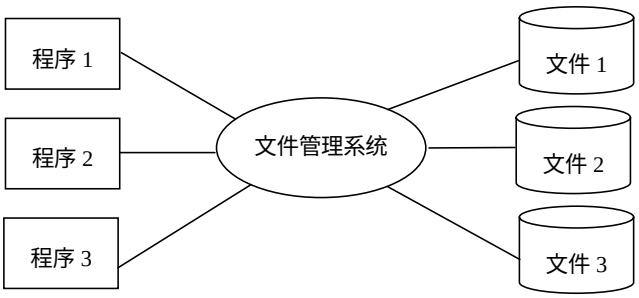


图1.2　文件系统阶段的模型

4．文件系统的缺陷

文件系统比第一阶段有很大的改进。但是文件管理下的数据仍然是无结构的信息集合，它可以反映现实世界中客观存在的事物，但是不能反映各事物之间的联系。文件系统的主要缺陷如下：

- 数据冗余度大。文件系统中的数据还是面向应用的，因此可能有相同的数据在多个应用程序的文件中重复存储。
- 不一致性。由于数据有冗余，在进行修改时，同样的数据可能在不同的文件中产生不一致性。
- 数据联系弱。这是文件之间缺乏联系造成的。
- 数据和程序缺乏独立性。数据的逻辑结构对某一特定应用服务来说是优化的，因此很难扩充，一旦数据的逻辑结构改变，则必须修改应用程序；而应用程序的改变又会影响到数据结构的改变。因此文件系统仍然是一个不具有弹性的无结构的数据集合。

1.2.3 数据库系统阶段

随着计算机技术的快速发展，大容量硬盘出现，硬件价格也趋于下降，对大量数据进行管理的需求越来越多，并有了坚实的数据库理论基础，出现了数据库管理系统商品软件，数据库技术应用日益普及，发展趋于成熟。

数据库技术的产生，使数据与程序可以相互独立，能以最大程度地减少存储数据的重复冗余，最大限度地为多个程序或用户所共享。

1．数据库系统阶段的背景

从 20 世纪 60 年代后期开始，计算机用于管理的规模越来越庞大，存储技术也取得了很大发展，有了大容量的磁盘存储数据；对联机实时处理的要求越来越多，并开始提出和考虑分布处理。在这样的背景下，为了解决多用户、多应用共享数据的需求，人们着手开发和研制更加完美的数据管理模式，出现了数据库这样的数据管理技术，数据库的概念从此产生。进入 20 世纪 70 年代后，数据库技术得到了迅猛发展，成为计算机科学的一个重要分支。

2．数据库系统的特点

数据库系统相比文件系统来说，克服了文件系统的缺陷，在数据管理方面有了一次重大的飞跃。这一阶段数据管理的主要特点是：

- 数据库中的数据是结构化的。文件系统中的数据是无结构的，数据库系统不仅考虑数据项之间的联系，而且考虑记录之间的联系。这种联系是通过存储路径来实现的。
- 数据冗余度小，易扩充。文件系统中的数据均是与某个应用相联系，而数据库中的数据面向系统，减少了数据冗余，实现了不同应用间的数据共享，如图 1.3 所示。

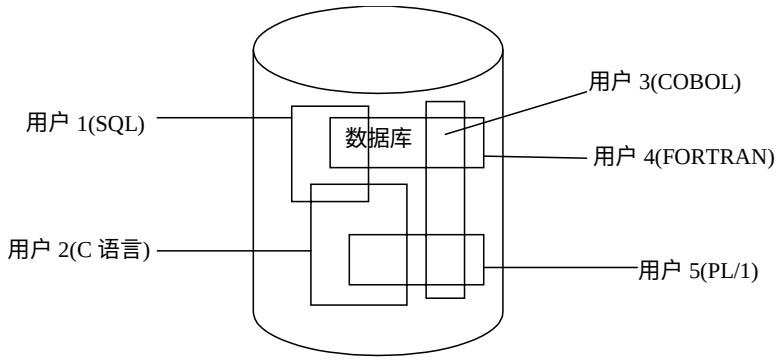


图1.3 数据共享

- 较高的数据和程序独立性。数据库系统提供了两方面的映像功能，一方面是数据的存储结构与逻辑结构之间的映像或转换功能；另一方面是数据的总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。前者使得当数据的存储结构改变时，数据的逻辑结构可以不变，从而应用程序可以不必修改，称为数据和程序的物理独立性，简称数据的物理独立性。后者使得当总体逻辑结构改变时，通过对映像的相应改变而保持局部逻辑结构不变。程序员根据局部逻辑结构

编写应用程序，因此应用程序可以不必改变。这就是数据和程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性。

- 数据库为用户提供了方便的接口。用户可以用数据库系统提供的查询语言和交互式命令操纵数据库，也可以用高级语言编写程序来操纵数据库，拓宽了数据库的应用范围。
- 数据的最小存取单位是数据项。在数据库中用户既可以存取数据库中某一个数据项或一组数据项，也可以存取一个记录或一组记录。

3．数据库系统的控制功能

数据库是系统中各用户的共享资源，计算机的共享一般是并发的(Concurrency)，即许多用户同时使用数据库，因此，系统必须提供统一的数据控制功能。主要表现在以下方面：

- 数据的安全性(Security)控制。数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用所造成数据的泄密和破坏。例如在学生成绩的数据库中，只有有修改权限的用户才能对此数据库内容进行修改，其他用户只能读取全部或部分数据。
- 数据的完整性约束。数据的完整性指数据的正确性、有效性与相容性。在输入、修改数据库的过程中始终符合原来数据的定义和规定。例如人的性别只有男和女；学生的学号是惟一的，不能有重复；一年只有 12 个月等。
- 并发控制。当多个用户同时存取、修改数据库中的数据时，可能会发生相互干扰而使数据完整性遭到破坏。数据库的并发控制防止了这种现象的发生，提高了数据库的利用率。
- 数据库的恢复。数据库系统虽然在数据管理上有较大改进，但是它不可能永远正确地工作。因此，当数据库在运行过程中发生硬件或软件故障时，数据库系统提供了将数据库恢复到最近某个时刻的正确状态的功能。

4．数据库系统数据管理模型

数据库阶段的数据管理模型如图 1.4 所示。

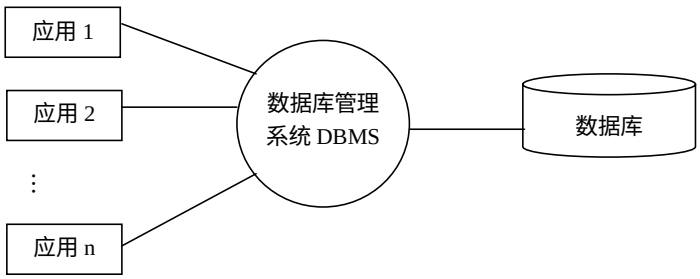


图1.4　应用与数据库联系

5．数据库、数据库管理系统以及数据库系统的定义

综上所述，我们可以为数据库下一个定义：数据库是与应用彼此独立的、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。数据库可以人工地建立、维护和使用，也可以通过计算机建立、维护和使用。当然，我们关心的是后者。计算机化的数据库一般都是通过应用程序或数据库管理系统来建立、维护

和使用的。

数据库管理系统(DBMS)是一个通用的软件系统，由一组计算机程序构成。数据库管理系统能够对数据库进行有效的管理，包括存储管理、安全性管理、完整性管理等。数据库管理系统提供了一个软件环境，使用户能方便快速地建立、维护、检索、存取和处理数据库中的信息。

狭义的讲，数据库和数据库管理系统加在一起就构成了数据库系统；广义的讲，数据库系统是由数据库、硬件、软件和数据库管理员 4 个部分组成的。有关这部分的定义我们在本章的 1.5 节还有详尽介绍。

1.2.4 高级数据库系统阶段的应用与发展

20 世纪 70 年代中期以来，随着计算机技术的不断发展，出现了分布式数据库、面向对象数据库和智能型知识数据库等等，通常被称为高级数据库技术。特别是进入 20 世纪 80 年代以后，不断出现的数据库新产品，关系型数据库系统居多，而且随着数据库技术应用的普及，数据库管理系统的功能越来越强。

1．高级数据库系统阶段的背景

进入 20 世纪 80 年代后，数据库技术在不同需求的驱动下得到了很大的发展。其特征是数据库技术与应用领域技术的结合，形成了很多新鲜的技术内容。如工程数据库是数据库技术应用于工程设计的实例。但数量更多、成绩更显著的还是数据库技术与相关技术的有机结合，形成了当前的数据库大家族。例如，数据库技术与客户机/服务器技术、分布式技术、并行技术等相关技术相结合，形成了客户机/服务器结构的数据库技术、分布式数据库技术、并行数据库技术等等。本节我们主要对这三种比较常见的数据库技术作概要介绍。

2．客户机/服务器结构的数据库技术

由于计算机网络技术的发展以及地理上分散的用户对数据库的应用需求，关系数据库管理系统的运行环境从单机扩展到网络，从封闭式走向开放式。在客户机/服务器结构中，网络上的每个结点机都是一个通用计算机。某个或某些结点机用来专门执行数据库管理系统的功能，称为“数据库服务器”。其他结点上的计算机运行数据库管理系统的外围应用开发工具，支持用户的应用，称为“客户机”。客户机执行应用程序并对服务器提出服务请求，服务器完成客户机所委托的公共服务，并且把查询结果返回给客户机，即形成通常所说的客户机/服务器结构。

客户机/服务器结构的数据库管理系统就是把原来单机环境下的数据库管理系统功能在客户机/服务器这种新的环境下进行合理的分布，在客户机和服务器之间作适当的配置。一般情况下，一个应用主要包括 4 个逻辑功能：用户接口(User Interface)、表示逻辑(Presentation Logic)、事务逻辑(Transaction Logic)和数据访问(Data Access)。它们的相互关系如图 1.5 所示。

客户机/服务器体系结构对硬件和软件进行合理的配置和设计，有力地推动了联机企业信息系统的实现。它可以更好地实现数据服务和应用程序的共享，系统容易扩充、更加灵活，从而简化了公司信息系统的开发。但是随着客户机/服务器结构应用的发展，人们也发现当系统扩大后，其维护工作量和投资都在增加，随着应用和时间的推移，人们将会对其进行重新评价和对其结构作进一步的调整。

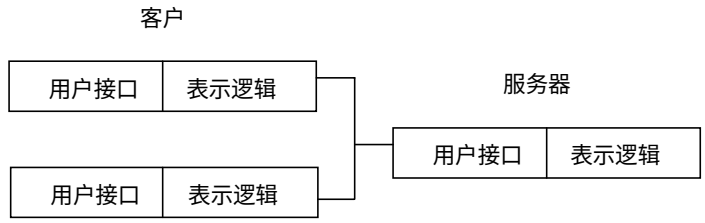


图1.5　客户机/服务器关系数据库管理系统逻辑功能的划分

3．分布式数据库系统

分布式数据库系统是由一组数据组成，这些数据物理上分布在计算机网络的不同结点(也称场地)上，逻辑上则属于同一个系统。也就是说，分布式数据库系统是物理上分布，逻辑上统一的。分布式数据库系统适当地增加了数据冗余，个别结点的失效不会引起系统的瘫痪，而且多台处理机可并行工作，提高了数据处理的效率。

分布式数据库系统是在集中式数据库系统成熟技术的基础上发展起来的。集中式数据库的许多概念和技术，如数据独立性、数据共享和减少冗余度、并发控制、完整性、安全性和恢复等等在分布式数据库系统中都有了不同的更加丰富的内容。

分布式数据库主要有两个特点：

- 网络上每个结点的数据库都具有独立处理数据的能力。多数数据的处理都是在本地完成的，如果不能处理才交给其他结点的处理机或服务器处理。
- 计算机之间用通信网络连接。网络上的每个结点都拥有两种应用，即局部应用和全局应用。也就是说，每个结点既可以访问本地的数据库，也可以访问网络上其他结点上的数据库。

4．并行数据库系统

计算机系统性能价格比的不断提高迫切要求硬件和软件结构的改进。同时应用的发展要求更强的主机处理能力，数据库应用的发展对数据库的性能和可用性也提出了更高的要求。并行数据库技术的实现为解决以上问题提供了极大的可能性。

并行数据库系统可以作为服务器面向多个客户机进行服务。客户机可以嵌入特定的应用软件，如图形界面、数据库管理系统前端工具以及客户机/服务器接口软件等。因此，并行数据库系统应该支持数据库功能、客户机/服务器接口功能以及某些通用功能。

对于客户机/服务器体系结构的并行数据库系统，一般支持以下三种功能：

- 会话管理子系统，提供对客户与服务器之间交互能力的支持。
- 请求管理子系统，负责接收有关查询变异和执行的客户请求，处理相应操作并监督事务的执行与提交。
- 数据管理子系统，提供并行执行编译后查询所需的所有底层功能。

此外，并行数据库系统必须具有处理并行性、数据划分、数据复制以及分布事务等能力。依赖于不同的并行系统体系结构，一个处理器可以支持上述全部功能或其子集。

1.2.5　数据库系统发展阶段的划分

数据模型是数据库技术的核心和基础，因此，对数据库系统发展阶段的划分应该以数

需要全本请访问 www.ertongbook.com