



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 数据库系统原理与应用 (第二版)

主 编 刘 淳

副主编 程道凤 杨丽霞 史瑞芳

*SQL Server 2005*



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 数据库系统原理与应用

## (第二版)

主 编 刘 淳

副主编 程道凤 杨丽霞 史瑞芳



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书在第一版的基础上,按照高职高专院校计算机类相关专业对数据库课程的教学要求,结合作者多年教学实践与研发经验,并考虑到读者的反馈信息,对各章节内容、结构等进行修订、调整、完善和补充。全书共9章。主要内容包括:数据库基本知识、SQL Server 2005 数据库管理与操作、关系数据库标准语言 SQL、关系数据库设计理论、数据库的安全性与完整性、数据库的事务处理、SQL Server 2005 程序设计、数据库设计方法、数据库应用系统开发实例及常用数据库接口等。

本书以 SQL Server 2005 中文版作为背景,通过大量实例系统地介绍数据库系统有关原理与应用实践,以理论为基础,以应用为目标,并将理论与应用有机地结合。

本书内容全面,深入浅出,例题丰富,图文并茂,适合作为高职高专院校相关专业学生学习数据库系统基本理论、SQL Server 2005 数据库基本操作及数据库程序设计的教材,同时,也是广大数据库爱好者的首选参考书。

本书提供免费的电子教案,读者可以从中国水利水电出版社或万水书苑网站下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

### 图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理与应用 / 刘淳主编. —2版. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5084-6585-2

I. 数… II. 刘… III. 数据库系统—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 097142 号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 李 炎 封面设计: 李 佳

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材 数据库系统原理与应用(第二版)
作 者	主 编 刘 淳 副主编 程道凤 杨丽霞 史瑞芳
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水) <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a> 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京泽宇印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.5印张 376千字
版 次	2005年1月第1版 2009年6月第2版 2009年6月第6次印刷
印 数	21001—25000册
定 价	26.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 第二版前言

数据库技术作为数据管理最有效的手段，它的出现极大地促进了计算机应用的发展，目前基于数据库技术的计算机应用已成为计算机应用的主流。作为计算机及相关专业的学生，数据库管理与数据库应用程序设计已成为大学期间的核心课程。

本书作者长期在高职高专院校从事数据库课程教学与研究，讲解过“数据库系统原理”、“SQL Server 数据库”及“Oracle 数据库”等课程。在教学实践中发现，把“数据库系统原理”与特定的数据库管理系统作为两门课程分开讲解，不仅占用了大量宝贵的课时，且学习效果不佳。如开始学习“数据库系统原理”时，没有实际的数据库管理系统（DBMS）实例可参照，对抽象概念无法理解，更缺乏有效手段来验证解决方法的正确性（如 SQL 语句的运用），学习特定的数据库管理系统时（如 SQL Server），由于理论基础薄弱，对实际的数据库应用、开发很难适应。鉴于此，作者于 2004 年开始进行“数据库系统原理”与“SQL Server 2000”课程整合研究，并于 2005 年初出版了《数据库系统原理与应用》第一版，第一版中，将数据库原理与实践操作联系紧密的部分抽取出来，突出重点，把一些内容抽象且对于以后应用非必需的部分略去，做到理论知识必需、够用即可。对每一个理论部分，都穿插以 SQL Server 2000 的实例应用，使学生在学数据库理论部分时，有实际例子来促进对原理的深入理解，同时，也掌握了实际数据库管理软件的应用，提高了学生的实践能力。该教材在全国二十几所高职院校得到广泛应用，受到广大师生的一致好评，并于 2008 年获评为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。为答谢读者的厚爱，我们在保持第一版编写风格的基础上，通过对数据库应用的广泛调研，再次对教学内容进行调整，按照高职高专院校计算机类相关专业对数据库课程的教学要求，结合作者多年教学实践与研发经验，并考虑到读者的反馈信息，对各章节内容、结构等进行修订、调整、完善和补充，修订成了《数据库系统原理与应用（第二版）》。

本书以目前在国内应用最为普及的 SQL Server 2005 中文版为对象，介绍数据库系统的基本概念和原理，以及 SQL Server 2005 系统的特点、功能、操作、管理和维护等，并详细介绍数据库的设计和数据库应用系统的开发。全书共 9 章，内容简述如下：

第 1 章：数据库基本知识概述。主要介绍数据库系统基本概念、数据管理的进展、数据模型、数据库系统体系结构、数据库系统的功能及关系代数基础知识。

第 2 章：SQL Server 2005。介绍 SQL Server 2005 安装、管理、配置及数据对象的基本操作。

第 3 章：标准 SQL 语句。通过大量实例介绍关系数据库的数据定义、数据查询、数据操作以及数据控制等语句的使用。

第 4 章：数据库设计理论。介绍数据依赖的概念及关系模式规范化理论。

第 5 章：数据库的安全性与完整性，介绍数据库的安全控制方法及数据库完整性概念。并介绍了 SQL Server 2005 中安全控制技术与完整性定义。

第 6 章：数据库事务和数据恢复。介绍数据库事务的概念与并发控制机制及数据库恢复技术。

第 7 章：SQL Server 2005 程序设计。详细介绍 SQL Server 2005 扩展 SQL 语言

(Transact-SQL 语言) 及 SQL Server 2005 存储过程、函数、触发器的设计。

第 8 章：数据库设计。介绍数据库的逻辑设计和物理设计的一般方法，并通过一个数据库设计实例介绍数据库设计的一般过程。

第 9 章：数据库应用程序开发。主要介绍数据库的前台开发技术，包括数据库应用系统的常用体系结构、数据库应用程序接口 (ODBC、JDBC 和 OLE DB) 及 .net 和 Java 开发数据库应用系统的实例。

为了方便读者学习，每章后面都附有大量的习题。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的数据库系统基本理论、SQL Server 2005 数据库基本操作及数据库程序设计等课程的教材，同时，也可供广大数据库爱好者学习考书。

本书由刘淳任主编，程道凤、杨丽霞、史瑞芳任副主编，各章主要编写人员分工如下：龙雁编写了第 1 章、方俊编写了第 2 章、刘淳编写了第 3 章、刘立编写了第 4 章、程道凤编写了第 5 章、杨丽霞编写了第 6 章、史瑞芳编写了第 7 章、雷军环编写了第 8 章、陈志平编写了第 9 章。参加本书编写工作的还有许鹏、李华平、黄永生、贾遂民、李季、杨秀生、胡晓明、吴正平等。

由于作者水平有限，书中不足与疏漏之处在所难免，恳请读者不吝指正。

编 者  
2009 年 3 月

# 第一版前言

数据库技术作为数据管理最有效的手段，它的出现极大地促进了计算机应用的发展，目前基于数据库技术的计算机应用已成为计算机应用的主流。作为计算机及相关专业的学生，数据库的管理与数据库应用程序设计已成为大学期间的核心课程。

目前，国内高等职业学院往往采用把《数据库原理》与《SQL Server 2000》作为两门课程分两学期讲解，《数据库原理》以讲授数据库的原理为主，《SQL Server 2000》以讲授实际的数据库管理系统软件的应用为主。这样不仅占用了大量宝贵的课时，且学习效果不佳。如开始学习《数据库原理》时，没有实际的数据库管理系统（SQL Server、Oracle）实例可参照，对抽象概念无法理解，更缺乏有效手段来验证解决方法的正确性（如 sql 语句的运用），到了后期学习《SQL Server 2000》时，由于理论基础薄弱，对实际的数据库应用、开发很难适应。鉴于此，本书旨在把《数据库原理》与《SQL Server 2000》两门课程进行整合，将数据库原理与实践操作联系紧密的部分抽取出来，突出重点，把一些内容抽象且对于以后应用非必需的部分略去，做到理论知识必需、够用即可。对每一个理论部分，都穿插以《SQL Server 2000》的实例应用，使学生在学数据库理论部分时，有实际例子来促进对原理的深入理解，同时，也掌握了实际数据库管理软件的应用，提高了学生的实践能力。

课程改革是当今发展高职教育的主要任务。高职教育培养目标的实现要通过课程体系和教学内容的实施来完成。高职课程需要突破普通高校的传统架框势在必行。全国各高等院校在进入 21 世纪后已掀起第二轮课程改革热潮。为配合高职高专计算机专业的课程改革，我们编写了本教材。

本书以目前在国内应用最为普及的 SQL Server 2000 中文版为对象，介绍数据库系统的基本概念和原理，以及 SQL Server 2000 系统的特点、功能、操作、管理和维护等，并详细介绍数据库的设计和数据库应用系统的开发。全书共 9 章，内容包括：

第 1 章：数据库基本知识概述。主要介绍数据库系统基本概念、数据管理的进展、数据模型、数据库系统体系结构及数据库系统的功能。

第 2 章：关系数据库系统。介绍关系数据库的基本概念及关系代数理论。

第 3 章：标准 SQL 语句。通过大量实例介绍了关系数据库的数据定义、数据查询、数据操作以及数据控制等语句的使用。

第 4 章：数据库设计理论。介绍数据依赖的概念及关系模式规范化理论。

第 5 章：数据库的安全性及完整性，介绍数据库的安全控制方法及数据库完整性概念。并介绍了 SQL Server 2000 中安全控制技术与完整性定义。

第 6 章：数据库事务和数据恢复。介绍了数据库事务的概念与并发控制机制及数据库恢复技术。

第 7 章：SQL Server 2000。详细介绍了 SQL Server 2000 的安装与配置、企业管理器和查询分析器的使用、数据对象的创建与管理、数据库备份与恢复、扩展 SQL 语言及 SQL Server 2000 程序设计。

第 8 章：数据库设计。介绍数据库的逻辑设计和物理设计的一般方法，并通过一个数据库设计实例介绍数据库设计的一般过程。

第 9 章：数据库应用程序开发。本章主要介绍数据库的前台开发技术，包括数据库应用系统的常用体系结构、数据库应用程序接口（ODBC、JDBC 和 OLEDB）及 Visual Basic 和 Java 开发数据库应用系统的实例。

参加本书编写的有龙雁（第 1 章）、徐刚强（第 2 章）、刘淳（第 3 章）、刘钊（第 4 章和第 5 章）、喻昕（第 6 章）、周全（第 7 章）、雷军环（第 8 章和第 9 章）。

为了方便读者学习，每章后面都附有大量的习题。由于作者水平有限，书中不足与疏漏之处在所难免，恳请读者不吝指正。

编 者

2004 年 8 月

# 目 录

第二版前言

第一版前言

<b>第 1 章 数据库基本知识</b> .....	1	2.2.3 SQL Server 2005 软件要求	33
1.1 信息、数据与数据处理 .....	1	2.2.4 SQL Server 2005 安装过程	34
1.1.1 数据与信息 .....	1	2.2.5 验证安装 .....	42
1.1.2 数据处理 .....	1	<b>2.3 SQL Server Management Studio 管理工具</b> ..	42
1.1.3 数据处理的发展 .....	1	2.3.1 启动 SQL Server Management Studio	
1.1.4 数据库技术的发展 .....	3	工具 .....	43
1.1.5 数据库新技术 .....	4	2.3.2 在 SQL Server Management Studio	
1.2 数据库系统 .....	6	中注册服务器 .....	43
1.2.1 数据库系统的组成 .....	6	2.3.3 在 SQL Server Management Studio	
1.2.2 数据库系统体系结构 .....	8	中连接服务器 .....	46
1.2.3 数据库管理系统的功能 .....	9	2.3.4 查询编辑器 .....	47
1.2.4 数据库管理系统的组成 .....	10	<b>2.4 SQL Server 2005 数据库对象的操作</b> .....	49
1.2.5 数据库系统的特点 .....	11	2.4.1 数据库的创建、修改及删除 .....	50
1.3 数据模型 .....	11	2.4.2 数据表的基本操作 .....	53
1.3.1 现实世界的描述 .....	11	2.4.3 数据库索引的管理 .....	59
1.3.2 数据模型 .....	13	<b>2.5 SQL Server 2005 服务器管理</b> .....	61
1.3.3 关系的基本概念及其特点 .....	14	2.5.1 启动、停止、暂停和重新启动 SQL	
1.4 关系数据库与关系代数 .....	15	Server 服务 .....	61
1.4.1 关系数据库概述 .....	15	2.5.2 配置启动模式 .....	62
1.4.2 关系数据结构 .....	15	2.5.3 更改登录身份 .....	62
1.4.3 关系的完整性 .....	19	2.5.4 SQL Server 2005 网络配置 .....	63
1.4.4 关系代数 .....	20	2.5.5 配置客户端网络协议 .....	65
1.4.5 关系数据库管理系统 .....	25	2.5.6 配置 SQL Server 2005 服务器属性 .....	65
习题一 .....	26	<b>第 3 章 关系数据库标准语言 SQL</b> .....	68
<b>第 2 章 SQL Server 2005</b> .....	29	3.1 SQL 概述 .....	68
2.1 SQL Server 2005 概述 .....	29	3.2 数据定义 .....	68
2.1.1 SQL Server 简介 .....	29	3.3 数据查询 .....	72
2.1.2 SQL Server 的发展 .....	29	3.3.1 单表查询 .....	72
2.1.3 SQL Server 2005 架构设计与新特性 ..	29	3.3.2 多表查询 .....	77
2.2 SQL Server 2005 安装 .....	31	3.3.3 嵌套查询 .....	80
2.2.1 选择 SQL Server 2005 数据库版本 .....	31	<b>3.4 数据更新</b> .....	82
2.2.2 SQL Server 2005 硬件要求 .....	32	3.4.1 插入数据 .....	82



3.4.2 修改数据 .....	83	6.1.3 事务的特性 .....	133
3.4.3 删除数据 .....	84	6.1.4 SQL Server 中的事务 .....	134
3.5 视图 .....	85	6.2 并发控制 .....	134
3.6 数据控制 .....	88	6.2.1 并发操作引起的问题 .....	134
习题三 .....	90	6.2.2 封锁 .....	136
<b>第 4 章 关系数据库设计理论 .....</b>	<b>93</b>	6.2.3 封锁出现的问题及解决方法 .....	139
4.1 数据依赖 .....	93	6.2.4 可串行化调度 .....	141
4.1.1 关系模式中的数据依赖 .....	93	6.2.5 SQL Server 的并发控制机制 .....	142
4.1.2 数据依赖对关系模式的影响 .....	94	6.3 数据库恢复 .....	143
4.1.3 有关概念 .....	95	6.3.1 数据库系统的故障 .....	143
4.2 范式 .....	96	6.3.2 数据库备份技术 .....	144
4.2.1 第一范式 (1NF) .....	97	6.3.3 数据库恢复策略 .....	146
4.2.2 第二范式 (2NF) .....	98	6.3.4 SQL Server 2005 的数据备份	
4.2.3 第三范式 (3NF) .....	100	和恢复 .....	147
4.2.4 BC 范式 (BCNF) .....	101	习题六 .....	152
4.2.5 多值依赖与第四范式 (4NF) .....	102	<b>第 7 章 SQL Server 2005 程序设计 .....</b>	<b>154</b>
4.3 关系模式的分解 .....	105	7.1 Transact-SQL 程序设计基础 .....	154
4.3.1 关系模式规范化的步骤 .....	105	7.1.1 Transact-SQL 语法格式约定 .....	154
4.3.2 关系模式的分解 .....	106	7.1.2 标识符 .....	155
习题四 .....	109	7.1.3 运算符 .....	155
<b>第 5 章 数据库的安全性及完整性 .....</b>	<b>111</b>	7.1.4 变量 .....	157
5.1 数据库的安全性 .....	111	7.1.5 流程控制语句 .....	158
5.1.1 安全性控制的一般方法 .....	111	7.1.6 异常处理 .....	162
5.1.2 数据库用户的种类 .....	115	7.1.7 游标 .....	163
5.2 SQL Server 2005 数据库的安全性管理 .....	115	7.2 存储过程 .....	166
5.2.1 SQL Server 2005 安全管理机制 .....	115	7.2.1 存储过程概述 .....	166
5.2.2 身份验证模式 .....	118	7.2.2 存储过程的优点 .....	166
5.2.3 登录管理 .....	118	7.2.3 用 Transact-SQL 语句创建	
5.2.4 用户管理 .....	122	存储过程 .....	167
5.2.5 架构管理 .....	123	7.2.4 执行存储过程 .....	169
5.3 完整性 .....	125	7.2.5 删除存储过程 .....	169
5.3.1 完整性约束条件 .....	125	7.2.6 在 SQL Server Management Studio	
5.3.2 完整性控制 .....	127	中修改存储过程 .....	169
5.3.3 SQL Server 的完整性 .....	129	7.2.7 使用 SQL Server Management Studio	
习题五 .....	130	中模板新建存储过程 .....	171
<b>第 6 章 数据库的事务处理与数据恢复 .....</b>	<b>132</b>	7.3 函数 .....	171
6.1 事务管理的基本概念 .....	132	7.3.1 函数类型 .....	171
6.1.1 事务 (Transaction) 的概念 .....	132	7.3.2 函数的优点 .....	171
6.1.2 事务的状态 .....	132	7.3.3 函数与存储过程 .....	171

7.3.4	用 Transact-SQL 语句创建函数 .....	172	8.4.2	概念模型转换为一般的关系模型 .....	202
7.3.5	删除函数 .....	173	8.4.3	逻辑结构设计综合实例 .....	203
7.3.6	在 SQL Server Management Studio 中修改函数 .....	174	8.4.4	将一般的关系模型转换为 SQL Server 2005 下的关系模型 .....	204
7.3.7	函数的调用 .....	174	8.4.5	数据模型的优化 .....	205
7.3.8	常用内置函数 .....	175	8.4.6	设计用户外模式 .....	206
7.4	触发器 .....	177	8.5	数据库的物理设计 .....	207
7.4.1	触发器概述 .....	178	8.6	数据库实施 .....	209
7.4.2	AFTER 触发器 .....	179	8.7	数据库运行与维护 .....	210
7.4.3	INSTEAD OF 触发器 .....	181	习题八 .....	211	
7.4.4	在 SQL Server Management Studio 中修改触发器 .....	184	<b>第 9 章 数据库应用程序开发 .....</b>	<b>213</b>	
<b>第 8 章 数据库设计 .....</b>	<b>185</b>	9.1	数据库应用程序设计方法 .....	213	
8.1	数据库设计概述 .....	185	9.2	数据库应用程序的体系结构 .....	214
8.2	需求分析 .....	187	9.2.1	主机集中型结构 .....	215
8.2.1	需求分析的任务 .....	187	9.2.2	文件型服务器结构 .....	215
8.2.2	需求分析的基本步骤 .....	187	9.2.3	二层客户/服务器 (C/S) 结构 .....	216
8.2.3	需求分析应用实例 .....	189	9.2.4	三层客户/服务器结构 .....	218
8.3	概念结构设计 .....	193	9.3	数据库与应用程序的接口 .....	219
8.3.1	概念结构设计的方法和步骤 .....	193	9.3.1	ODBC .....	220
8.3.2	局部视图设计 .....	195	9.3.2	一致数据访问技术 (Universal Data Access, UDA) .....	223
8.3.3	视图的集成 .....	196	9.3.3	JDBC .....	226
8.3.4	概念结构设计实例 .....	199	9.4	数据库应用程序开发 .....	228
8.4	逻辑结构设计 .....	201	习题九 .....	233	
8.4.1	逻辑结构设计任务和步骤 .....	201	<b>参考文献 .....</b>	<b>235</b>	

# 第 1 章 数据库基本知识

数据库技术是信息社会的重要基础技术之一，是计算机科学技术领域中发展最为迅速的重要分支。数据库技术是一门综合性技术，涉及到操作系统、数据结构、算法设计、程序设计等基础理论知识，因此，在计算机科学中是将其作为专门的学科来学习、研究的，并以之指导和推动应用。对普通计算机用户而言，虽更多注重于学习数据库技术的实际应用方法，但学习、掌握一些必需的、实用的基础知识，也是非常重要的，对数据库技术的应用，特别是在开发应用系统时尤为重要。因此，本章将以一定篇幅介绍数据库技术相关基础知识，使读者在学习、应用数据库技术的过程中，做到既知其然又知其所以然。

本章将简要介绍数据库、数据库系统、数据库管理系统、数据模型等基本概念以及数据库系统的体系结构，并着重介绍了关系模式、关系、元组、属性、域等概念。

## 1.1 信息、数据与数据处理

### 1.1.1 数据与信息

人们通常使用各种各样的物理符号来表示客观事物的特性和特征，这些符号及其组合就是数据。数据的概念包括两个方面，即数据内容和数据形式。数据内容是指所描述客观事物的具体特性，也就是通常所说数据的“值”；数据形式则是指数据内容存储在媒体上的具体形式，也就是通常所说数据的“类型”。数据主要有数字、文字、声音、图形和图像等多种形式。

信息是指数据经过加工处理后所获取的有用知识。信息是以某种数据形式表现的。

数据和信息是两个相互联系、但又相互区别的概念；数据是信息的具体表现形式，信息是数据有意义的表现。

### 1.1.2 数据处理

数据处理就是将数据转换为信息的过程。数据处理的内容主要包括数据的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等一系列活动的总和。数据处理的目的是从大量的数据中，根据数据自身的规律及其相互联系，通过分析、归纳、推理等科学方法，利用计算机技术、数据库技术等技术手段，提取有效的信息资源，为进一步分析、管理、决策提供依据。数据处理也称信息处理。

例如，学生各门成绩为原始数据，经过计算得出平均成绩和总成绩等信息，计算处理的过程就是数据处理。

### 1.1.3 数据处理的发展

伴随着计算机技术的不断发展，数据处理及时地应用了这一先进的技术手段，使数据处理的效率和深度大大提高，也促使数据处理和数据管理的技术得到了很大的发展，其发展过程

大致经历了人工管理、文件管理、数据库管理及分布式数据库管理等四个阶段。

### 1. 人工管理阶段

早期的计算机主要用于科学计算，计算处理的数据量很小，基本上不存在数据管理的问题。从 20 世纪 50 年代初开始，将计算机应用于数据处理。当时的计算机没有专门管理数据的软件，也没有像磁盘这样可随机存取的外部存储设备，对数据的管理没有一定的格式，数据依附于处理它的应用程序，使数据和应用程序一一对应，互为依赖。

由于数据与应用程序的对应、依赖关系，应用程序中的数据无法被其他程序利用，程序与程序之间存在着大量重复数据，称为数据冗余；同时，由于数据是对应某一应用程序的，使得数据的独立性很差，如果数据的类型、结构、存取方式或输入输出方式发生变化，处理它的程序必须相应改变，数据结构性差，而且数据不能长期保存。

在人工管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-1 所示。

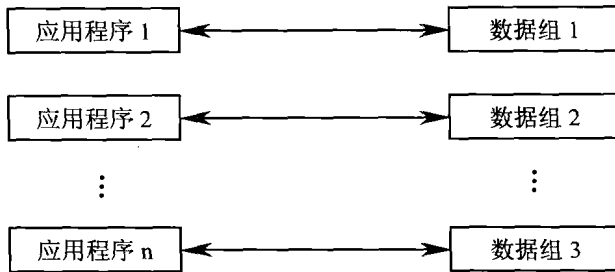


图 1-1 人工管理阶段程序与数据的关系

### 2. 文件管理阶段

从 20 世纪 50 年代后期开始至 60 年代末为文件管理阶段，应用程序通过专门管理数据的软件即文件系统来使用数据。由于计算机存储技术的发展和操作系统的出现，同时计算机硬件也已经具有可直接存取的磁盘、磁带及磁鼓等外部存储设备，软件则出现了高级语言和操作系统，而操作系统的一项主要功能就是文件管理，因此，数据处理应用程序利用操作系统的文件管理功能，将相关数据按一定的规则构成文件，通过文件系统对文件中的数据进行存取、管理，实现数据的文件管理方式。

在文件管理阶段中，文件系统为程序与数据之间提供了一个公共接口，使应用程序采用统一的存取方法来存取、操作数据，程序与数据之间不再是直接的对应关系，因而程序和数据有了一定的独立性。但文件系统只是简单地存放数据，数据的存取在很大程度上仍依赖于应用程序，不同程序难于共享同一数据文件，数据独立性较差。此外，由于文件系统没有一个相应的模型约束数据的存储，因而仍有较高的数据冗余，这又极易造成数据的不一致性。

在文件管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

### 3. 数据库管理阶段

数据库管理阶段是 20 世纪 60 年代末在文件管理基础上发展起来的。随着计算机性价比的持续提高，软件技术的不断发展，人们克服了文件系统的不足，开发了一类新的数据管理软件——数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS），运用数据库技术进行数据管理，将数据管理技术推向了数据库管理阶段。

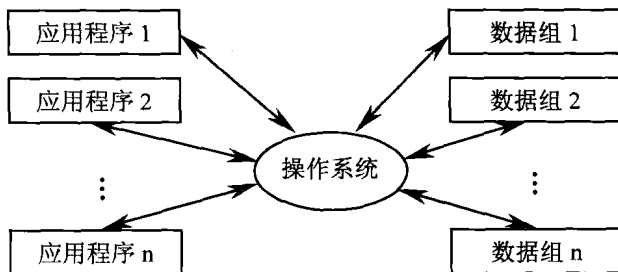


图 1-2 文件管理阶段程序与数据的关系

数据库技术使数据有了统一的结构，对所有的数据实行统一、集中、独立的管理，以实现数据的共享，保证数据的完整性和安全性，提高了数据管理效率。数据库也是以文件方式存储数据的，但它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间，由数据库管理系统（DBMS）把所有应用程序中使用的相关数据汇集起来，按统一的数据模型，以记录为单位存储在数据库中，为各个应用程序提供方便、快捷的查询、使用。

数据库系统不同于文件系统的地方是：数据库中数据的存储是按同一结构进行的，不同的应用程序都可直接操作使用这些数据，应用程序与数据间保持高度的独立性；数据库系统提供一套有效的管理手段，保持数据的完整性、一致性和安全性，使数据具有充分的共享性；数据库系统还为用户管理、控制数据的操作，提供了功能强大的操作命令，使用户直接使用命令或将命令嵌入应用程序中，简单方便地实现数据库的管理、控制操作。在数据库管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

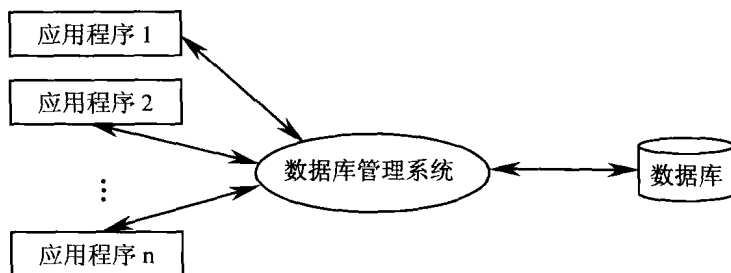


图 1-3 数据库管理阶段程序与数据的关系

#### 1.1.4 数据库技术的发展

数据库技术萌芽于 20 世纪 60 年代中期，到 60 年代末 70 年代初出现了三个事件，标志着数据库技术日趋成熟，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商品化软件 IMS (Information Management System)，IMS 的数据模型是层次结构的。

(2) 美国数据系统语言协会 CODASYL (Conference On Data System Language) 下属的数据库任务组 DBTG (Data Base Task Group) 对数据库方法进行系统的讨论、研究，提出了若干报告，成为 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。DBTG 所提议的方法是基于网状结构的，它是网状模型的基础和典型代表。

(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。

自 20 世纪 70 年代开始，数据库技术有了很大的发展，表现为：

(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) 这些商用系统的运行，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、辅助决策等各个方面，深入到生产、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。IBM 公司 San Jose 研究实验室在 IBM 370 系列计算机上研究关系数据库系统 System R 获得成功，1981 年 IBM 公司又宣布了具有 System R 全部特征的新的数据库软件产品 SQL/DS 问世。与此同时，美国加州伯克利分校也研制出 INGRES 关系数据库实验系统，并紧接着推出了商用 INGRES 软件系统，使关系方法从实验室走向社会。

20 世纪 80 年代开始，几乎所有新开发的数据库系统都是关系数据库系统，随着微型计算机的出现与迅速普及，运行于微机的关系数据库系统也越来越丰富，性能越来越好，功能越来越强，应用遍及各个领域，为人类迈入信息时代起到了推波助澜的作用。

### 1.1.5 数据库新技术

数据库技术发展之快、应用之广是计算机科学其他领域技术无可比拟的。随着数据库应用领域的不断扩大和信息量的急剧增长，占主导地位的关系数据库系统已不能满足新的应用领域的需求，如 CAD（计算机辅助设计）/CAM（计算机辅助制造）、CIMS（计算机集成制造系统）、CASE（计算机辅助软件工程）、OA（办公自动化）、GIS（地理信息系统）、MIS（管理信息系统）、KBS（知识库系统）等，都需要数据库新技术的支持。这些新应用领域的特点是：存储和处理的对象复杂，对象间的联系具有复杂的语义信息；需要复杂的数据类型支持，包括抽象数据类型、无结构的超长数据、时间和版本数据等；需要常驻内存的对象管理以及支持对大量对象的存取和计算；支持长事务和嵌套事务的处理。这些需求是传统关系数据库系统难以满足的。

自 20 世纪 60 年代中期以来，数据库技术与其他领域的技术相结合，出现了数据库的许多新的分支，如与网络技术相结合出现了网络数据库、与分布处理技术相结合出现了分布式数据库；与面向对象技术相结合出现了面向对象数据库；与人工智能技术相结合出现了知识库、主动数据库；与并行处理技术相结合出现了并行数据库；与多媒体技术相结合出现了多媒体数据库。此外，针对不同应用领域出现了工程数据库、实时数据库、空间数据库、地理数据库、统计数据库、时态数据库、数据仓库等多种数据库及相关技术。

#### 1. 分布式数据库

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。分布式数据库系统是地理上分布在计算机网络不同结点，逻辑上属于同一系统的数据库系统，它不同于将数据存储在服务器上供用户共享存取的数据库系统，分布式数据库系统不仅能支持局部应用，存取本地结点或另一个结点的数据，而且能支持全局应用，同时存取两个或两个以上结点的数据。

分布式数据库系统的主要特点是：

(1) 数据是分布的。数据库中的数据分布在计算机网络的不同结点上,而不是集中在一个结点,区别于数据存放在服务器上由各用户共享的网络数据库系统。

(2) 数据是逻辑相关的。分布在不同结点的数据,逻辑上属于同一个数据库系统,数据间存在相互关联,区别于由计算机网络连接的多个独立数据库系统。

(3) 结点的自治性。每个结点都有自己的计算机软、硬件资源、数据库、数据库管理系统(即 Local DataBase Management System, LDBMS, 局部数据库管理系统),因而能够独立地管理局部数据库。局部数据库中的数据可仅供本结点用户存取使用,也可供其他结点上的用户存取使用,提供全局应用。

## 2. 面向对象数据库

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,以便对现实世界中复杂应用的实体和联系建模。因此,面向对象数据库系统首先是一个数据库系统,具备数据库系统的基本功能,其次是一个面向对象的系统,针对面向对象的程序设计语言的永久性对象存储管理而设计的,充分支持完整的面向对象概念和机制。

## 3. 多媒体数据库

多媒体数据库系统(Multi-media DataBase System, MDBS)是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。在许多数据库应用领域中,都涉及到大量的文字、图形、图像、声音等多媒体数据,这些与传统的数字、字符等格式化数据有很大的不同,都是一些结构复杂的对象。这主要体现在如下几点:

(1) 数据量大。格式化数据的数据量小,而多媒体数据量一般都很大,1分钟视频和音频数据就需要几十兆数据空间。

(2) 结构复杂。传统的数据以记录为单位,一个记录由多个字段组成,结构简单,而多媒体数据种类繁多、结构复杂,大多是非结构化数据,来源于不同的媒体且具有不同的形式和格式。

(3) 时序性。文字、声音或图像组成的复杂对象需要有一定的同步机制,如一幅画面的配音或文字需要同步,既不能超前也不能滞后,而传统数据无此要求。

(4) 数据传输的连续性。多媒体数据如声音或视频数据的传输必须是连续、稳定的,不能间断,否则出现失真会影响效果。多媒体数据的这些特点,使系统不能像格式化数据一样去管理和处理多媒体数据,也不能简单地通过扩充传统数据库来满足多媒体应用的需求,因此,多媒体数据库需要有特殊的数据结构、存储技术、查询和处理方式。

从实际应用的角度考虑,多媒体数据库管理系统(MDBMS)应具有如下基本功能:

(1) 应能够有效地表示多种媒体数据,对不同媒体的数据如文本、图形、图像、声音等能够按应用的不同,采用不同的表示方法。

(2) 应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关联。

(3) 应能够像其他格式化数据一样对多媒体数据进行操作,包括对多媒体数据的浏览、

查询检索，对不同的媒体提供不同的操纵，如声音的合成、图像的缩放等。

(4) 应具有开放功能，提供多媒体数据库的应用程序接口等。

#### 4. 数据仓库

随着信息技术的高速发展，数据和数据库在急剧增长，数据库应用的规模、范围和深度不断扩大，一般的事务处理已不能满足应用的需要，企业界需要建立在大量信息数据基础上的决策支持（Decision Support, DS）。数据仓库（Data Warehousing, DW）技术的兴起满足了这一需求。数据仓库可以提供对企业数据的方便访问和强大的分析工具，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，涉及三方面的技术内容：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。

数据库技术作为数据管理的一种有效手段主要用于事务处理，但随着应用的深入，人们发现对数据库的应用可分为两类：操作型处理和分析型处理。操作型处理也称为联机事务处理（On-Line Transaction Processing, OLTP），它是指对企业数据进行日常的业务处理，这类处理主要是针对企业数据库的一个或一批记录进行查询检索或更新操作。与联机事务处理不同的是，分析型处理主要用于管理人员的决策分析，通过对大量数据的综合、统计和分析，得出有利于企业的决策信息，但若按事务处理的模式进行分析处理，则得不到令人满意的结果，而数据仓库和联机分析处理等技术能够以统一的模式，从多个数据源收集数据提供用户进行决策分析。

数据仓库不是一种产品，而是由软硬件技术组成的环境。它将企业内部各种跨平台的数据，经过重新组合和加工，构成面向决策的数据仓库，为企业决策者方便地分析企业发展状况并做出决策，提供有效的途径。

## 1.2 数据库系统

### 1.2.1 数据库系统的组成

数据库应用系统简称为数据库系统（DataBase System, DBS），是一个计算机应用系统。它由计算机硬件、数据库管理系统、数据库、应用程序和用户等部分组成。

#### 1. 计算机硬件

计算机硬件（Hardware）是数据库系统赖以存在的物质基础，是存储数据库及运行数据库管理系统（DBMS）的硬件资源，主要包括主机、存储设备、I/O 通道等。大型数据库系统一般都建立在计算机网络环境下。

为使数据库系统获得较满意的运行效果，应对计算机的 CPU、内存、磁盘、I/O 通道等技术性能指标，采用较高的配置。

#### 2. 数据库管理系统

数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）是指负责数据库存取、维护、管理的系统软件。DBMS 提供对数据库中数据资源进行统一管理和控制的功能，将用户应用程序与数据库数据相互隔离。它是数据库系统的核心，其功能的强弱是衡量数据库系统性能优劣的主要指标。



DBMS 必须运行在相应的系统平台上，在操作系统和相关的系统软件支持下，才能有效地运行。

### 3. 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是指数据库系统中以一定组织方式将相关数据组织在一起，存储在外部存储设备上所形成的、能为多个用户共享的、与应用程序相互独立的相关数据集合。数据库中的数据也是以文件的形式存储在存储介质上的，它是数据库系统操作的对象和结果。数据库中的数据具有集中性和共享性。所谓集中性是指把数据库看成性质不同的数据文件的集合，其中的数据冗余很小。所谓共享性是指多个不同用户使用不同语言，为了不同应用目的可同时存取数据库中的数据。

数据库中的数据由 DBMS 进行统一管理和控制，用户对数据库进行的各种数据操作都是通过 DBMS 实现的。

### 4. 应用程序

应用程序 (Application) 是在 DBMS 的基础上，由用户根据应用的实际需要所开发的、处理特定业务的应用程序。应用程序的操作范围通常仅是数据库的一个子集，也即用户所需的那部分数据。

### 5. 数据库用户

用户 (User) 是指管理、开发、使用数据库系统的所有人员，通常包括数据库管理员、应用程序员和终端用户。数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 负责管理、监督、维护数据库系统的正常运行；应用程序员 (Application Programmer) 负责分析、设计、开发、维护数据库系统中运行的各类应用程序；终端用户 (End-User) 是在 DBMS 与应用程序支持下，操作使用数据库系统的普通使用者。不同规模的数据库系统，用户的人员配置可以根据实际情况有所不同，大多数用户都属于终端用户，在小型数据库系统中，特别是在微机上运行的数据库系统中，通常 DBA 就由终端用户担任。

图 1-4 是数据库管理系统与计算机硬件及其他软件的层次关系，外层应用依赖于内层资源的支持。

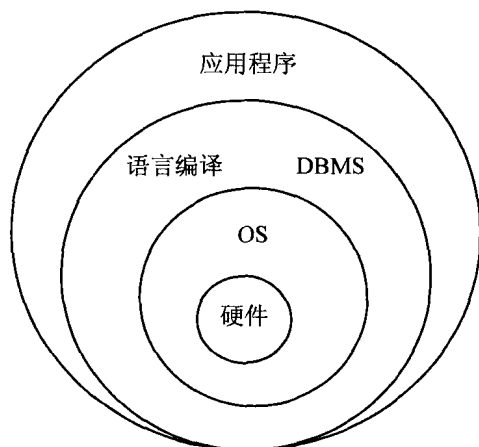


图 1-4 软硬件的层次关系

综上所述，数据库中包含的数据，是存储在存储介质上的数据文件的集合；每个用户均