

免费提供
电子教案

高等院校规划教材
计算机科学与技术系列

数据库原理及应用

方 睿 韩桂华 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等院校规划教材·计算机科学与技术系列

数据库原理及应用

方睿 韩桂华 编著



机械工业出版社

数据库技术是一门应用性很强的计算机应用学科,因此在讲授数据库原理及应用时应该从理论和应用两个方面介绍。本书以网上玩具商店(ToyUniverse)的例子为主线,让读者边学习理论边实践,做到理论和应用相结合。

本书侧重于数据库系统的开发。全书分为10章。第1、2章介绍数据库理论基础、关系数据库设计过程和数据库建模工具ER/Studio。第3~9章主要结合Microsoft SQL Server 2008来讲解数据库的应用,包括SQL Server 2008、数据库管理、数据表管理、Transact-SQL编程基础、数据查询、数据库高级编程、数据库系统的安全等内容。第10章给出了网上玩具商店案例具体实现的前台代码(Visual Studio .NET 2010开发环境)。读者在学完本书后,可以依照第10章的提示开发出自己的数据库系统。

本书条理清晰,概念准确,讲解详细,可作为本专科院校相关专业的教材,也可作为数据库初学者、数据库开发技术人员的参考书。

本书配套电子教案和源代码,需要的教师可登录机工教材服务网(www.cmpedu.com)进行注册,待审核通过后即可免费下载,也可直接联系编辑获取(QQ: 241151483,电话010-88379753)。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用/方睿,韩桂华编著. —北京:机械工业出版社,2010.10
(高等院校规划教材·计算机科学与技术系列)

ISBN 978-7-111-32215-3

I. ①数… II. ①方… ②韩… III. ①数据库系统—高等学校—教材
IV. ①TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第200418号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:陈皓 常建丽

责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2010年11月·第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·463千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32215-3

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

计算机技术的发展极大地促进了现代科学技术的发展，明显地加快了社会发展的进程。因此，各国都非常重视计算机教育。

近年来，随着我国信息化建设的全面推进和高等教育的蓬勃发展，高等院校的计算机教育模式也在不断改革，计算机学科的课程体系和教学内容趋于更加科学和合理，计算机教材建设逐渐成熟。在“十五”期间，机械工业出版社组织出版了大量计算机教材，包括“21世纪高等院校计算机教材系列”、“21世纪重点大学规划教材”、“高等院校计算机科学与技术‘十五’规划教材”、“21世纪高等院校应用型规划教材”等，均取得了可喜成果，其中多个品种的教材被评为国家级、省部级的精品教材。

为了进一步满足计算机教育的需求，机械工业出版社策划开发了“高等院校规划教材”。这套教材是在总结我社以往计算机教材出版经验的基础上策划的，同时借鉴了其他出版社同类教材的优点，对我社已有的计算机教材资源进行整合，旨在大幅提高教材质量。我们邀请多所高校的计算机专家、教师及教务部门针对此次计算机教材建设进行了充分的研讨，达成了许多共识，并由此形成了“高等院校规划教材”的体系架构与编写原则，以保证本套教材与各高等院校的办学层次、学科设置和人才培养模式等相匹配，满足其计算机教学的需要。

本套教材包括计算机科学与技术、软件工程、网络工程、信息管理与信息系统、计算机应用技术以及计算机基础教育等系列。其中，计算机科学与技术系列、软件工程系列、网络工程系列和信息管理与信息系统系列是针对高校相应专业方向的课程设置而组织编写的，体系完整，讲解透彻；计算机应用技术系列是针对计算机应用类课程而组织编写的，着重培养学生利用计算机技术解决实际问题的能力；计算机基础教育系列是为大学公共基础课层面的计算机基础教学而设计的，采用通俗易懂的方法讲解计算机的基础理论、常用技术及应用。

本套教材的内容源自致力于教学与科研一线的骨干教师与资深专家的实践经验和研究成果，融合了先进的教学理念，涵盖了计算机领域的核心理论和最新的应用技术，真正在教材体系、内容和方法上做到了创新。同时，本套教材根据实际需要配有电子教案、实验指导或多媒体光盘等教学资源，实现了教材的“立体化”建设。本套教材将随着计算机技术的进步和计算机应用领域的扩展而及时改版，并及时吸纳新兴课程和特色课程的教材。我们将努力把这套教材打造成为国家级或省部级精品教材，为高等院校的计算机教育提供更好的服务。

对于本套教材的组织出版工作，希望计算机教育界的专家和老师们能提出宝贵的意见和建议。衷心感谢计算机教育工作者和广大读者的支持与帮助！

机械工业出版社

前 言

随着计算机技术的不断发展,信息化管理程度的不断提高,数据库技术在信息管理中的作用日益重要。Microsoft SQL Server 2008 是目前使用最广泛的数据库之一,由于它和 Windows 网络操作系统的无缝集成、具有智能化的内容管理及强大的功能,得到了大量用户的喜爱。

本书结合目前工程教育模式和作者多年从事数据库开发与教学的经验,围绕一个实例展开,将网上玩具商店(ToyUniverse)的开发案例分解成多个知识点,结合 Microsoft SQL Server 2008 中的各项技术,通过具体的例子进行讲解。全书的例子以 ToyUniverse 为主线,让读者边学习理论边实践。

本书侧重于数据系统的开发。全书共分为 10 章。第 1、2 章介绍数据库理论基础、关系数据库设计过程和数据库建模工具(ER/Studio);第 3~9 章主要结合 Microsoft SQL Server 2008 来讲解数据库的应用,包括 SQL Server 2008 的安装和实用工具、数据库管理、数据表管理、Transact-SQL 编程基础、数据查询、数据库高级编程、数据库系统的安全等内容。第 10 章给出了网上玩具商店案例具体实现的前台代码结构(Visual Studio .NET 2010 开发环境),重点介绍怎样用 SQL Server 2008 和 .NET 的 C# 开发一个 B/S 结构的应用程序。其中贯穿相应的数据库理论知识,使读者很容易将理论和实践结合起来。书中的全部程序都已上机调试通过。读者在学完本书后,可以依照第 10 章的提示开发出自己的数据库系统。

结合过程化考试教改的成果,我们开发了一套和本书配套的考试平台。与以往以客观题为主的考试系统不同,本系统是以主观题为主,系统和 SQL Server 2008 紧密结合,考试过程中通过考试平台可以直接操作数据库,根据学生提交的结果,系统自动判分。该门课可分 5 次考试,时间不限,摒弃了以前期末纸质考试学生突击应对的弊病,让学生能力得到真正的提高。

本书第 1~7、10 章由方睿编写,第 8、9 章由韩桂华编写。

本书在编写过程中参考了大量的相关技术资料 and 程序开发文档、源码,在此向资料的作者深表谢意。同时还得到很多同事的关心和帮助,在此表示深深的感谢。

鉴于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者和同行批评指正。

作 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 数据库理论基础	1
1.1 数据库发展简史	1
1.1.1 数据管理的诞生	1
1.1.2 关系数据库的由来	2
1.1.3 结构化查询语言	3
1.1.4 面向对象数据库	3
1.2 数据库系统概述	4
1.2.1 数据库系统的基本概念	4
1.2.2 数据管理技术的发展	6
1.3 数据模型	11
1.3.1 数据和数据模型	11
1.3.2 概念层数据模型	14
1.3.3 组织层数据模型	16
1.4 数据库系统的模式结构	23
1.4.1 三级模式结构	23
1.4.2 二级模式映像功能	26
1.4.3 二级模式映像实例	27
1.5 关系数据库的规范化设计和非规范化设计	28
1.5.1 规范化设计	28
1.5.2 非规范化设计	35
1.6 本章小结	35
1.7 思考题	35
第 2 章 关系数据库设计和建模工具	37
2.1 数据库设计	37
2.1.1 数据库设计的基本过程	37
2.1.2 系统需求分析	40
2.1.3 概念结构设计	42
2.1.4 逻辑结构设计	45
2.1.5 物理结构设计	48
2.1.6 数据库的实施与维护	50
2.2 数据库建模工具 ER/Studio	52
2.2.1 ER/Studio 8.0 的安装	52

2.2.2	使用 ER/Studio 8.0 建立数据库逻辑模型	53
2.2.3	使用 ER/Studio 8.0 生成数据库物理模型	58
2.2.4	使用 ER/Studio 8.0 生成数据库和导入数据库	60
2.2.5	ER/Studio 8.0 的其他功能	63
2.3	本章小结	67
2.4	思考题	67
2.5	过程考核 1: 需求分析和数据库建模	68
第 3 章	SQL Server 2008	69
3.1	SQL Server 2008 概述	69
3.1.1	SQL Server 的发展	69
3.1.2	Microsoft 数据平台愿景	70
3.1.3	SQL Server 2008 的新功能	70
3.2	SQL Server 2008 的安装	74
3.2.1	SQL Server 2008 的各个版本	74
3.2.2	对硬件的要求	74
3.2.3	SQL Server 2008 的安装步骤	76
3.2.4	SQL Server 2008 系统数据库和示例数据库	81
3.3	SQL Server 2008 组件和常用管理工具	82
3.3.1	SQL Server 2008 组件和服务	82
3.3.2	SQL Server 2008 常用管理工具	84
3.4	本章小结	93
3.5	思考题	93
第 4 章	SQL Server 2008 数据库管理	94
4.1	SQL Server 2008 数据库结构	94
4.1.1	数据库的逻辑结构	94
4.1.2	数据库的物理结构	95
4.1.3	数据库的其他属性	96
4.2	SQL Server 2008 数据库基本管理	97
4.2.1	创建用户数据库	97
4.2.2	修改用户数据库	103
4.2.3	删除用户数据库	108
4.3	SQL Server 2008 数据库高级管理	108
4.3.1	收缩用户数据库	108
4.3.2	分离与附加用户数据库	113
4.3.3	备份与还原用户数据库	114
4.3.4	数据库快照	116
4.4	本章小结	117
4.5	思考题	117

第 5 章 SQL Server 2008 数据表管理	119
5.1 数据表基础知识	119
5.1.1 数据表的基本概念	119
5.1.2 数据类型	119
5.2 数据表的创建和管理	124
5.2.1 列的属性	125
5.2.2 创建表	126
5.2.3 管理表	130
5.3 数据完整性和约束	133
5.3.1 数据完整性	134
5.3.2 约束	135
5.4 表索引的创建和管理	142
5.4.1 表索引的相关概念	142
5.4.2 创建和管理索引	146
5.5 管理表中的数据	150
5.5.1 数据的插入	150
5.5.2 数据的更新	152
5.5.3 数据的删除	154
5.5.4 利用对象浏览器管理表中的数据	155
5.5.5 数据修改时的完整性检查	155
5.6 本章小结	157
5.7 思考题	157
5.8 过程考核 2: 数据库的基本设计和实现	157
第 6 章 Transact-SQL 编程基础	158
6.1 SQL 概述	158
6.1.1 SQL 的特点	158
6.1.2 SQL 的组成	159
6.1.3 SQL 语句的结构	160
6.1.4 常用的 SQL 语句	160
6.2 Transact-SQL 的变量	161
6.2.1 局部变量	162
6.2.2 全局变量	162
6.3 Transact-SQL 语言基础	163
6.3.1 注释符	163
6.3.2 运算符	163
6.3.3 通配符	164
6.4 SQL Server 2008 的内置函数	164
6.4.1 字符串函数	164

6.4.2	日期函数	166
6.4.3	数学函数	167
6.4.4	转换数据类型函数	168
6.4.5	聚合函数	168
6.5	Transact-SQL 的流程控制语句	169
6.5.1	IF...ELSE 语句	170
6.5.2	BEGIN...END 语句	170
6.5.3	CASE 语句	170
6.5.4	WHILE...CONTINUE...BREAK 语句	171
6.5.5	TRY...CATCH 语句	172
6.5.6	WAITFOR 语句	173
6.5.7	GOTO 语句	174
6.5.8	RETURN 语句	174
6.6	本章小结	175
6.7	思考题	175
第 7 章	数据查询	177
7.1	查询语句基础	177
7.1.1	SELECT 语句的语法结构及其顺序	177
7.1.2	SELECT 语句各个子句的执行顺序	178
7.2	简单查询语句	178
7.2.1	基本查询语句	178
7.2.2	用条件来筛选表中指定的行	183
7.2.3	按指定顺序显示数据	187
7.2.4	对查询的结果进行分组计算	188
7.3	连接查询	193
7.3.1	内连接	193
7.3.2	外连接	194
7.3.3	交叉连接	195
7.4	子查询	195
7.4.1	使用比较运算符连接子查询	195
7.4.2	使用谓词 IN 连接子查询	196
7.4.3	使用谓词 EXISTS 连接子查询	196
7.4.4	使用别名连接子查询	197
7.5	使用 XML 查询技术	198
7.5.1	XML 查询的基础知识	198
7.5.2	FOR XML 子句	202
7.6	本章小结	209
7.7	思考题	209

7.8	过程考核 3: 编程基础、SQL 查询	210
第 8 章	数据库高级编程	211
8.1	视图	211
8.1.1	视图的概念	211
8.1.2	创建视图	212
8.1.3	管理视图	215
8.1.4	通过视图管理数据	216
8.1.5	索引视图	217
8.2	存储过程	218
8.2.1	存储过程的概念及优点	218
8.2.2	存储过程的类型	219
8.2.3	创建存储过程	219
8.2.4	管理存储过程	224
8.2.5	系统存储过程	225
8.3	用户自定义函数	225
8.3.1	创建用户自定义函数	226
8.3.2	管理用户自定义函数	229
8.4	触发器	230
8.4.1	触发器的概念	230
8.4.2	DML 触发器	231
8.4.3	DDL 触发器	236
8.4.4	登录触发器	237
8.4.5	管理触发器	238
8.5	事务	239
8.5.1	事务的概念	239
8.5.2	事务回滚	241
8.6	锁	242
8.6.1	锁的概念	242
8.6.2	死锁及其防止	246
8.7	本章小结	248
8.8	思考题	249
8.9	过程考核 4: 数据库高级对象的使用	250
第 9 章	数据库系统的安全	251
9.1	概述	251
9.1.1	数据库系统的安全控制模型	251
9.1.2	数据库权限和用户分类	252
9.1.3	SQL Server 的安全机制	252
9.1.4	查看和设置 SQL Server 的认证模式	254

9.2	管理 SQL Server 登录账号	255
9.2.1	固定的服务器角色	255
9.2.2	系统的登录账号	257
9.2.3	管理登录账号	257
9.3	管理数据库用户	261
9.3.1	数据库用户简介	261
9.3.2	数据库角色	261
9.3.3	数据库用户的管理	263
9.4	管理权限	264
9.4.1	权限管理简介	264
9.4.2	权限的管理	265
9.5	SQL Server 安全性管理的途径	266
9.5.1	使用视图作为安全机制	267
9.5.2	使用存储过程作为安全机制	268
9.6	本章小结	268
9.7	思考题	268
9.8	过程考核 5: 数据库安全	269
第 10 章	网上玩具商店案例	270
10.1	网上玩具商店解决方案	270
10.2	.NET 与 SQL Server 2008 开发环境集成	271
10.3	网上玩具商店部分关键源代码分析	273
10.3.1	创建应用程序首页 Default.aspx	273
10.3.2	.NET 应用的数据访问程序块	275
10.3.3	ASP.NET 配置文件 Web.config	279
10.4	其他文件	282
10.4.1	项目各文件夹中的内容	282
10.4.2	项目各文件之间的导航关系	284
附录	ToyUniverse 物理模型中的表	285
参考文献		289

第 1 章 数据库理论基础

本章学习目标:

- 了解数据库发展简史。
- 掌握数据库、数据库管理系统、数据库系统、数据库系统体系结构的概念。
- 掌握概念模型和数据模型的基本概念。
- 掌握数据库系统的模式结构及二级映像功能。
- 掌握关系数据库的规范化设计和非规范化设计。

1.1 数据库发展简史

数据库的诞生和发展给计算机信息管理带来了一场巨大的革命。数据管理经历了从手工管理阶段、文件管理阶段到数据库管理阶段的变迁。随着信息处理的日益发展,信息管理水平的不断提高,计算机管理数据的方式不断改进,数据库技术正逐步渗透到人们日常生活的各个方面。从超市的货物管理,书店的图书管理,飞机、火车的售票系统,网上购物,到关系每个人身份的户籍管理,电信移动的通信管理,都离不开数据库技术。数据库技术正在不知不觉地影响人们的生活。

有了大量的数据,还需要对这些数据进行科学的管理,合理的分析,才能服务于人。一个网上购物网站,经过长时间的运行,记录了大量的顾客消费记录。不加分析,这些数据是毫无用处的,如果分析这些数据,便可得出顾客的消费习惯。例如,某段时间内什么商品最好卖,什么最不好卖,这些结果对商家是十分有用的。数据库技术就是研究对数据进行科学的管理,合理的分析,为人们提供安全、准确数据的技术。

1.1.1 数据管理的诞生

数据库的历史可以追溯到 50 年前,那时的数据管理非常简单,通过大量的分类、比较和表格绘制,机器运行数百万穿孔卡片来进行数据的处理,其运行结果在纸上打印出来或者制成新的穿孔卡片。而数据管理就是对所有这些穿孔卡片进行物理的储存和处理。

然而,1951 年雷明顿兰德公司 (Remington Rand Inc) 推出了一种叫做 Univac I 的计算机,其内置有 1s 内可以输入数百条记录的磁带驱动器,从而引发了数据管理的革命。1956 年,IBM 生产出第一个磁盘驱动器——the Model 305 RAMAC。此驱动器有 50 个盘片,每个盘片直径是 0.6096m,可以储存 5MB 的数据。使用磁盘最大的好处是可以随机地存取数据,而穿孔卡片和磁带只能顺序存取数据。

数据库系统的萌芽出现于 60 年代。当时计算机开始广泛地应用于数据管理,对数据的共享提出了越来越高的要求。传统的文件系统已经不能满足人们的需求了,能够统一管理和共享数据的数据库管理系统 (DBMS) 应运而生。数据模型是数据库系统的核心和基础,各种 DBMS 软件都是基于某种数据模型的。所以,通常也按照数据模型的特点将传统数据库系统

分成网状数据库、层次数据库和关系数据库 3 类。

最早出现的是网状 DBMS。1961 年，通用电气（General Electric, GE）公司的 Charles Bachman 成功地开发出世界上第一个网状 DBMS，即第一个数据库管理系统——集成数据存储（Integrated DataStore, IDS），奠定了网状数据库的基础，并在当时得到了广泛的发行和应用。IDS 具有数据模式和日志的特征，但它只能在 GE 主机上运行，并且数据库只有一个文件，数据库所有的表必须通过手工编码来生成。

之后，通用电气公司的一个客户——BF Goodrich Chemical 公司最终不得不重写了整个系统，并将重写后的系统命名为集成数据管理系统（IDMS）。

网状数据库模型对于层次和非层次结构的事物都能比较自然地模拟。在关系数据库出现之前，网状 DBMS 要比层次 DBMS 用得普遍。在数据库发展史上，网状数据库占有重要的地位。

层次型 DBMS 是紧随网络型数据库出现的。最著名、最典型的层次数据库系统是 IBM 公司在 1968 年开发的 IMS（Information Management System），一种适合其主机的层次数据库。这是 IBM 公司研制的最早的大型数据库系统程序产品。从 20 世纪 60 年代末产生起，如今已经发展到 IMSV6，它提供群集、N 路数据共享、消息队列共享等先进特性的支持。这个具有 30 年历史的数据库产品在如今的 WWW 应用连接、商务智能应用中扮演着新的角色。

1973 年，Cullinane 公司（也就是后来的 Cullinet 软件公司）开始出售 Goodrich 公司的 IDMS 改进版本，并且逐渐成为当时世界上最大的软件公司。

1.1.2 关系数据库的由来

网状数据库和层次数据库已经很好地解决了数据的集中和共享问题，但是在数据的独立性和抽象级别上仍有很大缺陷。用户在对这两种数据库进行存取数据时，仍然需要明确数据的存储结构，指出存取路径。而关系数据库较好地解决了这些问题。

1969 年，E.F.Codd 发明了关系数据库。

关系模型有严格的数学基础，抽象级别较高，而且简单清晰，便于理解和使用。但是，当时也有人认为关系模型是理想化的数据模型，用来实现 DBMS 是不现实的，尤其担心关系数据库的性能令人难以接受，更有人视其为对当时正在进行中的网状数据库规范化工作的严重威胁。

1970 年，关系模型建立之后，IBM 公司在 San Jose 实验室增加了大量人员研究这个项目，这个项目就是著名的 System R。其目标是论证一个全功能关系 DBMS 的可行性。该项目结束于 1979 年，完成了第一个实现结构化查询语言（Structured Query Language, SQL）的 DBMS。然而，IBM 对 IMS 的承诺阻止了 System R 的投产，一直到 1980 年 System R 才作为一个产品正式推向市场。IBM 产品化步伐缓慢有 3 个原因：一是 IBM 重视信誉，重视质量，尽量减少故障；另外，IBM 是一个大公司，官僚体系庞大；再有，IBM 内部已经有层次数据库产品，相关人员不积极，甚至反对。

然而同时，1973 年加州大学伯克利分校的 Michael Stonebraker 和 Eugene Wong 利用 System R 已发布的信息开始开发自己的关系数据库系统 Ingres。他们开发的 Ingres 项目最后由 Oracle 公司、Ingres 公司以及硅谷的其他厂商进行了商品化。后来，System R 和 Ingres 系统双双获得 ACM（美国计算机协会）的 1988 年“软件系统奖”。

1976年，霍尼韦尔公司（Honeywell）开发了第一个商用关系数据库系统——Multics Relational Data Store。关系型数据库系统以关系代数为坚实的理论基础，经过几十年的发展和实际应用，技术越来越成熟和完善。其代表产品有 Oracle、IBM 公司的 DB2，微软公司的 MS SQL Server 以及 Informix、ADABASD 等。

1.1.3 结构化查询语言

1974年，IBM 的 Ray Boyce 和 Don Chamberlin 将 Codd 关系数据库的数学定义以简单的关键字语法表现出来，里程碑式地提出了 SQL。SQL 的功能包括查询、操纵、定义和控制，是一个综合的、通用的关系数据库语言，同时又是一种高度非过程化的语言，只要求用户指出做什么，而不需要指出怎么做。SQL 集成实现了数据库生命周期中的全部操作。SQL 提供了与关系数据库进行交互的方法，它可以与标准的编程语言一起工作。自产生之日起，SQL 便成了检验关系数据库的试金石，而 SQL 标准的每一次变更都指导关系数据库产品的发展方向。然而，直到 20 世纪 70 年代中期，关系理论才通过 SQL 在商业数据库 Oracle 和 DB2 中使用。

1986年，ANSI 把 SQL 作为关系数据库语言的美国标准，同年公布了标准 SQL 文本。目前，SQL 标准有 3 个版本。基本 SQL 定义是 ANSI X3.135-89，“Database Language - SQL with Integrity Enhancement” [ANS89]，一般叫做 SQL-89。SQL-89 定义了模式定义、数据操作和事务处理。SQL-89 和随后的 ANSI X3.168-1989，“Database Language-Embedded SQL” 构成了第一代 SQL 标准。ANSI X3.135-1992 [ANS92] 描述了一种增强功能的 SQL，现在叫做 SQL-92 标准。SQL-92 包括模式操作，动态创建和 SQL 语句动态执行、网络环境支持等增强特性。在完成 SQL-92 标准后，ANSI 和 ISO 即开始合作开发 SQL3 标准。SQL3 的主要特点在于抽象数据类型的支持，为新一代对象关系数据库提供标准。

1.1.4 面向对象的数据库

随着信息技术和市场的不断发展，人们发现虽然关系型数据库系统技术很成熟，但其局限性也是显而易见的：它能很好地处理所谓的“表格型数据”，却对技术界出现的越来越多的复杂类型的数据无能为力。20 世纪 90 年代以后，技术界一直在研究和寻求新型数据库系统。但在什么是新型数据库系统的发展方向的问题上，产业界一度是相当困惑的。受当时技术热潮的影响，在相当一段时间内，人们把大量的精力花在研究“面向对象的数据库系统（Object Oriented Database）”或简称“OO 数据库系统”。值得一提的是，美国 Stonebraker 教授提出的面向对象的关系型数据库理论曾一度受到产业界的青睐，而 Stonebraker 本人在当时也被 Informix 高价聘为技术总负责人。

然而，数年的发展表明，面向对象的关系型数据库系统产品的市场发展情况并不理想。理论上的完美性并没有带来市场的热烈反应。其不成功的主要原因在于，这种数据库产品的主要设计思想是企图用新型数据库系统来取代现有的数据库系统。这对许多已经运用数据库系统多年并积累了大量工作数据的客户，尤其是大客户来说，是无法承受新旧数据间的转换而带来的巨大工作量及巨额开支的。另外，面向对象的关系型数据库系统使查询语言变得极其复杂，无论是数据库的开发商还是应用客户，都对此产生了畏惧感。

一般地，人们把数据库系统分为3代。

- 1) 支持层次模型和网状模型的第1代数据库系统。
- 2) 支持关系模型的第2代数据库系统。
- 3) 支持面向对象的数据模型的第3代数据库系统。

1.2 数据库系统概述

1.2.1 数据库系统的基本概念

数据库管理的基本对象是数据。数据是信息的具体表现形式，可以采用任何能被人们认知的符号表示，可以是数字（如76、2010，¥100等），也可以是文本，图形，图像，视频等。由它们按照规律组成的一条记录也叫数据（如遥控玩具汽车，¥38，200，3~5岁等），对于这组数据中的每个数据，需要规定一个解释（玩具名，价格，重量（克），适合对象），数据才有意义，它表示这是个遥控玩具汽车，价格是38元，适合3~5岁儿童玩耍，描述的是一个玩具汽车的基本信息。如果换种解释（玩具名，价格，体积，适合对象），上面的200意义完全不同。所以，数据不能离开语义，离开了语义，数据将毫无意义。

现实中，人们要管理某些信息，在抽象、整理、加工后需要保存起来。目前最常用的方法就是将这些大量的数据按照一定的结构组织成数据库，保存在计算机的存储设备上，这样就可以长期保存和方便使用。

1. 数据库

数据库（Database，DB）是存储在某种存储介质上的相关数据有组织的集合。在这个定义中特别要注意“相关”和“有组织”这些描述。也就是说，数据库不是简单地将一些数据堆集在一起，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。

例如：建立一个玩具基本信息，每个玩具都有如下信息：玩具ID，玩具名称，价格，重量，品牌，适合最低年龄，适合最高年龄，照片等。显然，这8项数据有着密切的关系，描述了每个玩具的基本情况。如何把描述每个玩具的数据按一定方式组织起来，达到方便管理的目的？通常，人们用一张二维表格来实现（见表1-1）。

表 1-1 玩具基本信息表

玩具 ID	玩具名称	价格/元	重量/g	品牌	最低年龄	最高年龄	照片
000001	遥控汽车	38	300	好孩子	3	6	略
000002	芭比娃娃	168	180	芭比	2	9	略
000003	遥控机器人	158	2000	罗本	4	10	略

表1-1中的每一行就是一个完整的数据，其语义就是由表头的列名来定义的，就是列名给表中的数据以一定的解释。有这样的多张表（记录不同的信息）就可以构成一个数据库。借助于网络，人们就可以在任何一上网的机器上查询到自己感兴趣的玩具信息，从而能选到自己满意的玩具，完成网购。

J.Martin给数据库下了一个比较完整的定义：数据库是存储在一起的相关数据的集合，

这些数据是结构化的，无有害的或不必要的冗余，并为多种应用服务；数据的存储独立于使用它的程序；对数据库插入新数据，修改和检索原有数据均能按一种公用的和可控制的方式进行。当某个系统中存在结构上完全分开的若干个数据库时，则该系统包含一个“数据库集合”。

2. 数据库管理系统

上述查看玩具信息的操作一般是由专门的软件负责实现的，这就是数据库管理系统(Database Management System, DBMS)。数据库管理系统是一种操纵和管理数据库的大型软件，用于建立、使用和维护数据库。它对数据库进行统一的管理和控制，以保证数据库的安全性和完整性。用户通过 DBMS 访问数据库中的数据，数据库管理员也通过 DBMS 进行数据库的维护工作。它的主要功能包括以下几个方面。

1) 数据定义功能。DBMS 提供数据库定义语言(DDL)来定义数据库结构，它们是刻画数据库框架，并被保存在数据字典中的。

2) 数据存取功能。DBMS 提供数据操纵语言(DML)，实现对数据库数据的基本存取操作：检索，插入，修改和删除。

3) 数据库运行管理功能。DBMS 提供数据控制功能，即数据的安全性、完整性和并发控制等对数据库运行进行有效的控制和管理，以确保数据正确有效。

4) 数据库的建立和维护功能。包括数据库初始数据的装入，数据库的转储、恢复、重组织，系统性能监视、分析等功能。

5) 数据库的传输。DBMS 提供处理数据的传输，实现用户程序与 DBMS 之间的通信，通常与操作系统协调完成。

目前，业界使用的 Oracle、SQL Server、My SQL、DB2 等软件产品指的都是数据库管理系统，而不是数据库。通常说的 Oracle 数据库或 SQL Server 数据库指的是用 Oracle 或 SQL Server 这样的数据库管理系统所创建和管理的具体数据库，如本书要讲到的 ToyUniverse 数据库。

3. 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是由数据库及其管理软件组成的系统。它是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。它是一个实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统，是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

上面讲述了数据库管理系统是一个系统软件，如 SQL Server、Oracle、DB2 等都是著名的数据库管理系统软件。但有了数据库管理系统这个软件之后并不意味着已经具有了用数据库管理系统管理数据带来的优点，还必须在这个软件基础之上进行一些必要的工作，以把数据库管理系统提供的功能发挥出来。首先，必须在这个系统中存放用户自己的数据，让数据库管理系统帮助我们把这些数据管理起来；其次，我们还应对这些数据进行操作，并让这些数据发挥应有的作用；最后，我们还需要一个维护整个系统正常运行的管理人员。比如，当数据库出现故障或问题时应该如何处理，以使数据库恢复正常，这个管理人员就称为数据库管理员(DBA)。

一个完整的数据库系统是基于数据库的一个计算机应用系统。数据库系统一般包括 5 个主要部分：数据库、数据库管理系统、应用程序、数据库管理员和用户，如图 1-1 所示。

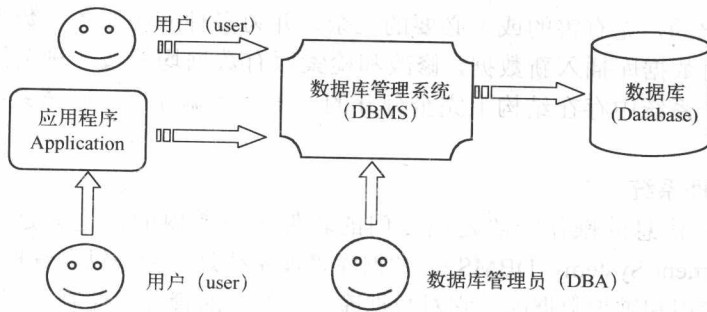


图 1-1 数据库系统的组成

其中，数据库是数据的集合，它以一定的组织形式存于存储介质上；DBMS 是管理数据库的系统软件，它实现数据库系统的各种功能，是整个数据库系统的核心；应用程序是指以数据库以及数据库数据为基础的应用程序；数据库管理员负责数据库的规划、设计、协调、维护和管理等工作；用户是使用数据库系统的一般人员。

数据库系统的运行还要有计算机硬件和软件环境的支持，同时还要有使用数据库系统的用户。硬件环境是指保证数据库系统正常运行的最基本的内存、外存等硬件资源。软件环境是指数据库管理系统作为系统软件是建立在一定操作系统环境上的。没有合适的操作系统，数据库管理系统是无法正常运转的。比如，SQL Server 2000 的企业版就需要服务器版操作系统的支持，如图 1-2 所示。

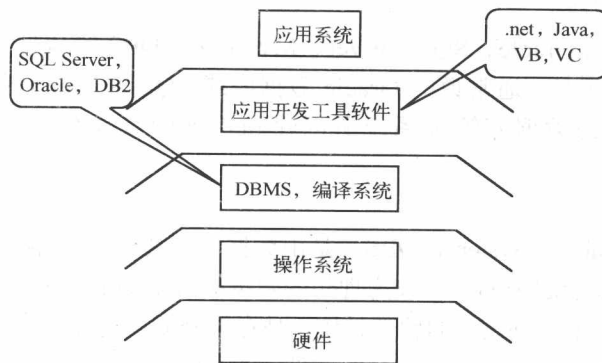


图 1-2 数据库系统的软硬件层次

可以看出，数据库、数据库管理系统和数据库系统是 3 个不同的概念。数据库强调的是数据，数据库管理系统强调的是系统软件，而数据库系统强调的是整个应用系统。

1.2.2 数据管理技术的发展

数据管理技术的发展大体归为 3 个阶段：人工管理、文件管理系统和数据库系统。

1. 人工管理

在这一阶段（20 世纪 50 年代中期以前），计算机主要用于科学计算。外部存储器只有磁带、卡片和纸带等，还没有磁盘等直接存取存储设备。软件只有汇编语言，尚无数据管理方