



高等学校电子信息类“十三五”规划教材
应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

数据库原理及应用

盛志伟 方睿 王宁 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类“十三五”规划教材
应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

数据库原理及应用

盛志伟 方睿 王宁 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书结合笔者多年的数据库教学和信息系统开发经验编写而成,详细地介绍了数据库的基础知识和数据库应用开发的相关技术。全书共 10 章,内容包括数据库概论、关系数据库理论、SQL Server 2014 的使用、数据库与基本表的创建和管理、数据库设计和建模工具、SQL 语言、数据库高级对象的使用、数据库系统的安全、Oracle 的使用、MySQL 的使用。本书主要结合 Microsoft SQL Server 2014 讲解数据库的应用,最后介绍了 Oracle 11g 和 MySQL 数据库的安装与使用方法。

本书内容丰富、注重实用,给出的许多例子来自工程实践项目,例如使用数据库建模工具 ER-Studio 设计数据库、分页存储过程、统计报表等。为加深读者对内容的理解和掌握,本书每章后面均附有习题,并设计了 5 个综合性的过程化考核题目。

本书可作为高等院校计算机类、信息类、工程类、电子商务类和管理类各专业本专科学生的教材,也可作为科技人员学习数据库的自学教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用/盛志伟,方睿,王宁编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2016.5

高等学校电子信息类 “十三五”规划教材

应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

ISBN 978-7-5606-4070-9

I. ① 数… II. ① 盛… ② 方… ③ 王… III. ① 数据库系统—高等学校—教材

IV. ① TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 084760 号

策 划 李惠萍

责任编辑 许青青 唐小玉

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 24

字 数 566 千字

印 数 1~3000 册

定 价 43.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4070 - 9/TP

XDUP 4362001-1

如有印装问题可调换

序

进入 21 世纪以来,信息技术迅速改变着人们传统的生产和生活方式,社会的信息化已经成为当今世界发展不可逆转的趋势和潮流。信息作为一种重要的战略资源,与物资、能源、人力一起已被视为现代社会生产力的主要因素。目前,围绕着信息的获取、利用和控制,世界各国间的竞争日趋激烈,网络与信息安全问题已成为一个世纪性、全球性的课题。党的十八大报告明确指出,要“高度关注海洋、太空、网络空间安全”。党的十八届三中全会决定设立国家安全委员会,成立中央网络安全和信息化领导小组,并把网络与信息安全列入了国家发展的最高战略方向之一。这为包含网络空间安全在内的非传统安全领域问题的有效治理提供了重要的体制机制保障,是我国国家安全体制机制的一个重大创新性举措,彰显了我国政府治国理政的战略新思维和“大安全观”。

人才资源是确保我国网络与信息安全第一位的资源,信息安全人才培养是国家信息安全保障体系建设的基础和必备条件。随着我国信息化和信息安全产业的快速发展,社会对信息安全人才的需求不断增加。2015 年 6 月 11 日,国务院学位委员会和教育部联合发出“学位[2015]11 号”通知,决定在“工学”门类下增设“网络空间安全”一级学科,代码为 0839,授予工学学位。这是国家推进专业化教育,在信息安全领域掌握自主权、抢占先机的重要举措。

新中国成立以来,我国高等工科院校一直是培养各类高级应用型专门人才的主力。培养网络与信息安全高级应用型专门人才也是高等院校责无旁贷的责任。目前,许多高等院校和科研院所已经开办了信息安全专业或开设了相关课程。作为国家首批 61 所“卓越工程师教育培养计划”试点院校之一,成都信息工程大学以《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020 年)》《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020 年)》、《卓越工程师教育培养计划通用标准》为指导,以专业建设和工程技术为主线,始终贯彻“面向工业界、面向未来、面向世界”的工程教育理念,按照“育人为本、崇尚应用”“一切为了学生”的教学教育理念和“夯实基础、强化实践、注重创新、突出特色”的人才培养思路,遵循“行业指导、校企合作、分类实施、形式多样”的

原则，实施了一系列教育教学改革。令人欣喜的是，该校信息安全工程学院与西安电子科技大学出版社近期联合组织了一系列网络与信息安全专业教育教学改革的研讨活动，共同研讨培养应用型高级网络与信息安全工程技术人才的教育教学方法和课程体系，并在总结近年来该校信息安全专业实施“卓越工程师教育培养计划”教育教学改革成果和经验的基础上，组织编写了“应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材”。本套教材总结了该校信息安全专业教育教学改革成果和经验，相关课程有配套的课程过程化考核系统，是培养应用型网络与信息安全工程技术人才的一套比较完整、实用的教材，相信可以对我国高等院校网络与信息安全专业的建设起到很好的促进作用。该套教材为中国电子教育学会高教分会推荐教材。

信息安全是相对的，信息安全领域的对抗永无止境。国家对信息安全人才的需求是长期的、旺盛的。衷心希望本套教材在培养我国合格的应用型网络与信息安全工程技术人才的过程中取得成功并不断完善，为我国信息安全事业做出自己的贡献。

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

名誉主编（中国密码学会常务理事）

何大可

二〇一五年十二月

中国电子教育学会高教分会推荐

高等学校电子信息类“十三五”规划教材
应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

编审专家委员会名单

名誉主任: 何大可(中国密码学会常务理事)

主任: 张仕斌(成都信息工程大学信息安全学院副院长、教授)

副主任: 李 飞(成都信息工程大学信息安全学院院长、教授)

何明星(西华大学计算机与软件工程学院院长、教授)

苗 放(成都大学计算机学院院长、教授)

赵 刚(西南石油大学计算机学院院长、教授)

李成大(成都工业学院教务处处长、教授)

宋文强(重庆邮电大学移通学院计算机科学系主任、教授)

梁金明(四川理工学院计算机学院副院长、教授)

易 勇(四川大学锦江学院计算机学院副院长、成都大学计算机学院教授)

杨瑞良(成都东软学院计算机科学与技术系主任、教授)

编审专家委员: (排名不分先后)

范太华	叶安胜	黄晓芳	黎忠文	张 洪	张 蕾	贾 浩
赵 攀	陈 雁	韩 斌	李享梅	曾令明	何林波	盛志伟
林宏刚	王海春	索 望	吴春旺	韩桂华	赵 军	陈 丁
秦 智	王中科	林春蕾	张金全	王祖俚	蔺 冰	王 敏
万武南	甘 刚	王 燚	闫丽丽	昌 燕	黄源源	张仕斌
李 飞	王海春	何明星	苗 放	李成大	宋文强	梁金明
万国根	易 勇	杨瑞良				

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。其中,Microsoft SQL Server 是目前使用最广的数据库之一,它和 Windows 网络操作系统的无缝集成、智能化的内容管理、强大的功能,得到了广大用户的喜爱。

Microsoft SQL Server 2014 是微软公司具有重要意义的数据库新技术产品。作为新一代数据平台,SQL Server 2014 数据处理能力强大,是一个非常优秀的数据库软件和数据分析平台。通过它可以很方便地使用各种数据应用和服务,而且可以很容易地创建、管理和使用自己的数据应用和服务。它提供了许多新特性,与 SQL Server 2012 相比,SQL Server 2014 提供了内存优化表,支持管理 Azure 公有云数据,针对云备份和灾难恢复提供了新的混合解决方案,提供了业内领先的商业智能功能,可与 Excel 等熟悉的工具集成,从而更快速地对数据进行深入分析。

由于 Microsoft SQL Server 安装简单,易学易用,所以本书主要以 Microsoft SQL Server 2014 为工具讲解数据库的基本原理和数据库设计与应用知识。本书作者长期从事计算机相关专业的教学与科研工作,不仅积累了丰富的教学经验,而且具有多年数据库应用系统的研发设计经验和软件开发经验。本书结合目前工程教育模式,理论联系实际,在讲授基本理论知识的同时,强化实践能力。本书中的大部分例子围绕同一个实例展开,将一个完整的数据库应用系统(网上玩具商店)的开发案例分解成多个知识点,结合 Microsoft SQL Server 2014 中的各项技术,通过具体的例子进行讲解。全书的大部分例子以网上玩具商店(ToyUniverse)为主线,让读者边学习理论边实践。

本书的主要特点是实用性强,内容丰富,与实践相结合。目前市场上关于数据库的参考书,大致分为三大类:第一类侧重于理论的介绍,以数据库理论为基础,重点在数据库的系统结构、关系模型、关系代数、SQL 语言和规范化理论等内容上,理论性强,实践不够;第二类具体讲解某种数据库产品的使用方法,主要介绍某种具体的操作,类似于操作手册,没有理论基础的读者不容易掌握;第三类将某种数据库产品的使用方法与理论相结合,在讲授理论知识的同时也讲授一些具体的实现方法,可以说有一定的实践性,但实用性不强,往往是为讲解某个内容而讲解某个内容,例如讲解存储过程时,一般从什么是存储过程、如何创建一个存储过程、如何调用一个存储过程的角度来讲,并没有联系到具有实际意义的例子。本书很好地克服了这些不足,首先讲解数据库的基本理论知识,然后讲

解在 SQL Server 中创建一个数据库和数据表的方法,再通过网上玩具商店的实例讲解数据库的设计方法、SQL 语句、视图、存储过程、事务等内容。书中所给例子均经过作者精心设计,具有一定的实用价值,如报表生成、分页读取数据等。

本书共 10 章,前 2 章介绍基础知识,后 8 章介绍数据库应用知识。第 1 章介绍数据库的一些重要概念和基本理论知识;第 2 章讲解关系数据库的基础理论知识,本章涉及的数学模型比较多,考研和需深入学习的读者可着重学习,其余读者可简读;第 3 章讲解 SQL Server 2014 的安装和常用工具;第 4 章主要讲解数据库和数据表的创建,重点应掌握数据库完整性的实现;第 5 章讲解数据库的建模方法,介绍了 ER-Studio 数据库建模工具,重点应掌握 E-R 图的设计;第 6 章讲解 SQL 语言,这是全书的重中之重;第 7 章讲解数据库中一些重要的常用对象,例如视图、存储过程、触发器等,介绍了数据库中重要的概念——事务;第 8 章讲解数据库系统的安全性管理等技术;第 9 章和第 10 章分别讲解 Oracle 和 MySQL 数据库的安装及使用方法。第 3 章至第 8 章主要结合 Microsoft SQL Server 2014 讲解数据库的应用,在介绍过程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。每章后附有习题,有利于巩固知识点。此外,书中还设计了五次过程化考核,每次过程化考核都围绕一个案例进行,包括数据库的设计、数据库和数据表的创建、SQL 语句、数据库对象的使用等,这部分内容主要用于考核学生的数据库综合运用能力,也可以作为练习题供学生课后训练。

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,该平台和以往的以客观题为主的考试系统不同。本系统以主观题为主,系统和 SQL Server 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给出成绩。该门课可分 5 次考试,时间不限,摒弃了以前只进行期末纸质考试而部分学生突击备考的弊端,让学生能力得到了真正的提高。

本书第 1、3、4、5、6、7、8 章由成都信息工程大学的盛志伟老师和方睿老师编写,第 2 章由重庆邮电大学的王宁老师编写,第 9、10 章由王宁老师和盛志伟老师共同完成。本书提供配套的电子课件,如有需要,请联系出版社。

在本书的编写过程中,参考了大量的相关技术资料和程序开发文档、源码,同时还得到了很多同事的关心和帮助,在此一并表示诚挚的感谢。

由于内容庞杂、时间仓促及水平有限,书中难免有不妥之处,敬请海涵!欢迎读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2016 年 3 月

目 录

第 1 章 数据库概论.....	1	2.3.2 解决的方法.....	41
1.1 数据库发展简史.....	1	2.3.3 关系模式规范化.....	43
1.1.1 数据管理的诞生.....	1	2.3.4 函数依赖.....	43
1.1.2 关系数据库的由来.....	2	2.3.5 码.....	45
1.1.3 结构化查询语言.....	3	2.3.6 第一范式(1NF).....	46
1.1.4 面向对象数据库.....	4	2.3.7 第二范式.....	48
1.2 数据库系统概述.....	4	2.3.8 第三范式.....	49
1.2.1 数据系统的基本概念.....	4	2.3.9 BCNF 范式.....	50
1.2.2 数据管理技术的发展.....	7	2.3.10 关系模式分解.....	51
1.3 数据模型.....	11	2.3.11 关系模式规范化步骤.....	54
1.3.1 数据和数据模型.....	11	2.3.12 关系模式规范化的实例.....	55
1.3.2 概念数据模型.....	14	2.4 非规范化设计.....	57
1.3.3 逻辑数据模型.....	17	本章小结.....	58
1.4 关系模型.....	18	习题 2.....	58
1.4.1 关系模型的数据结构与基本概念.....	18	第 3 章 SQL Server 2014 的使用.....	62
1.4.2 关系模型的数据操作.....	21	3.1 SQL Server 2014 简介.....	62
1.4.3 关系模型的数据完整性约束.....	21	3.2 SQL Server 2014 的安装.....	67
1.5 数据库系统的模式结构.....	23	3.2.1 硬件和软件要求.....	67
1.5.1 三级模式结构.....	23	3.2.2 安装过程.....	68
1.5.2 数据库的二级模式映像功能.....	26	3.2.3 SQL Server 2014 系统数据库和 用户数据库.....	74
1.5.3 数据库的二级模式映像实例.....	27	3.3 SQL Server 2014 常用管理工具.....	75
本章小结.....	28	3.3.1 SQL Server 配置管理器.....	75
习题 1.....	29	3.3.2 SQL Server 管理平台.....	77
第 2 章 关系数据库理论.....	32	3.3.3 SQL Server 其他工具.....	80
2.1 关系模型.....	32	本章小结.....	82
2.2 关系运算.....	33	习题 3.....	82
2.2.1 传统的集合运算.....	33	第 4 章 数据库与基本表的创建和管理... 83	
2.2.2 专门的关系运算.....	35	4.1 SQL Server 2014 数据库结构.....	83
2.2.3 关系运算实例.....	39	4.1.1 数据库的逻辑结构.....	83
2.3 规范化理论.....	39		
2.3.1 问题的提出.....	39		

4.1.2 数据库的物理结构	84	5.5.1 确定物理结构	157
4.1.3 数据库的其他属性	86	5.5.2 评价物理结构	159
4.2 数据库的创建与管理	86	5.6 数据库的实施与维护	159
4.2.1 创建用户数据库	86	5.6.1 数据库实施	159
4.2.2 修改用户数据库	91	5.6.2 数据库运行与维护	160
4.2.3 分离与附加用户数据库	94	5.7 数据库设计实例	161
4.2.4 备份与还原用户数据库	96	5.8 数据库建模工具 ER-Studio	164
4.2.5 删除用户数据库	99	5.8.1 ER-Studio 8.0 的安装	164
4.2.6 收缩用户数据库	99	5.8.2 使用 ER-Studio 8.0 建立数据库 逻辑模型	164
4.3 基本表的创建与管理	103	5.8.3 使用 ER-Studio 8.0 生成数据库 物理模型	170
4.3.1 数据类型	103	5.8.4 使用 ER-Studio 8.0 生成数据库	173
4.3.2 创建表	107	5.8.5 ER-Studio 8.0 其他功能	176
4.3.3 修改表	115	5.9 网上玩具商店数据库	181
4.3.4 删除表	115	本章小结	185
4.3.5 数据库完整性的实现	116	习题 5	185
4.3.6 表中数据的维护	126	过程考核 2——需求分析和数据库建模	186
4.4 表索引的创建和管理	127		
4.4.1 表索引的相关概念	127	第 6 章 SQL 语言	188
4.4.2 管理索引	131	6.1 SQL 概述	188
4.5 导入导出数据	134	6.1.1 SQL 语言的特点	189
本章小结	136	6.1.2 SQL 语言的组成	189
习题 4	137	6.1.3 SQL 语句的结构	190
过程考核 1——数据库和数据表的创建	139	6.1.4 常用的 SQL 语句	190
第 5 章 数据库设计和建模工具	141	6.2 Transact-SQL 变量	192
5.1 数据库设计概述	141	6.2.1 局部变量	192
5.1.1 数据库设计的任务和内容	141	6.2.2 全局变量	193
5.1.2 数据库设计的基本步骤	142	6.3 Transact-SQL 语言基础	193
5.2 系统需求分析	144	6.3.1 注释符(Annotation)	193
5.2.1 需求分析的任务	145	6.3.2 运算符(Operator)	193
5.2.2 需求分析的方法	146	6.3.3 通配符(Wildcard)	194
5.3 概念结构设计	147	6.4 SQL Server 内置函数与流程控制语句	195
5.3.1 概念模型的特点	147	6.4.1 字符串函数	195
5.3.2 概念结构设计的方法和步骤	148	6.4.2 日期函数	197
5.4 逻辑结构设计	151	6.4.3 数学函数	198
5.4.1 逻辑结构设计任务和步骤	151	6.4.4 转换数据类型函数	199
5.4.2 E-R 图转化为关系模型	152	6.4.5 聚合函数	200
5.4.3 数据模型的优化	156	6.4.6 Transact-SQL 流程控制语句	201
5.5 物理结构设计	157		

6.5 数据操纵语言(DML)	206	7.4.5 管理触发器	291
6.5.1 数据的插入	206	7.5 事务	292
6.5.2 数据的更新	209	7.5.1 事务的概念	292
6.5.3 数据的删除	210	7.5.2 事务的回滚	294
6.6 数据查询语言(DQL)	211	7.6 锁	296
6.6.1 简单查询语句	213	7.6.1 锁的概念	296
6.6.2 用条件来筛选表中指定的 行(WHERE 子句)	218	7.6.2 锁的分类	299
6.6.3 按指定顺序显示数据(排序)	221	7.6.3 隔离级别	301
6.6.4 对查询的结果进行分组计算	222	7.6.4 死锁及其防止	302
6.6.5 连接查询	226	7.7 游标	304
6.6.6 子查询(嵌套查询)	236	本章小结	307
6.7 使用 XML 查询技术	242	习题 7	308
6.7.1 XML 查询基础	242	过程考核 4——数据库高级对象的使用	310
6.7.2 FOR XML 子句	247		
本章小结	253	第 8 章 数据库系统的安全	312
习题 6	254	8.1 概述	312
过程考核 3——编程基础、SQL 语言	257	8.1.1 数据库系统的安全控制模型	312
		8.1.2 数据库权限和用户分类	313
第 7 章 数据库高级对象的使用	259	8.1.3 SQL Server 的安全机制	313
7.1 视图	259	8.1.4 查看和设置 SQL Server 的 认证模式	315
7.1.1 视图的概念	259	8.2 管理 SQL Server 登录账号	316
7.1.2 创建视图	260	8.2.1 固定的服务器角色	316
7.1.3 管理视图	264	8.2.2 系统的登录账号	318
7.1.4 通过视图管理数据	265	8.3 管理数据库用户	322
7.1.5 索引视图	266	8.3.1 数据库用户简介	322
7.2 存储过程	267	8.3.2 数据库角色	322
7.2.1 存储过程的概念及优点	267	8.3.3 管理数据库用户	324
7.2.2 存储过程的类型	268	8.4 管理权限	326
7.2.3 创建存储过程	269	8.4.1 权限管理简介	326
7.2.4 管理存储过程	276	8.4.2 权限的管理	326
7.3 用户自定义函数	277	8.5 SQL Server 安全性管理的途径	330
7.3.1 创建用户自定义函数	278	8.5.1 使用视图作为安全机制	330
7.3.2 管理用户自定义函数	281	8.5.2 使用存储过程作为安全机制	331
7.4 触发器	282	本章小结	331
7.4.1 触发器的概念	282	习题 8	332
7.4.2 DML 触发器	282	过程考核 5——数据库安全	333
7.4.3 DDL 触发器	289		
7.4.4 登录触发器	290		

第 9 章 Oracle 的使用	334
9.1 Oracle 概述	334
9.2 Oracle 11g 的安装	334
9.3 Oracle 的体系结构	340
9.3.1 物理存储结构	340
9.3.2 逻辑存储结构	341
9.3.3 内存结构	342
9.3.4 进程结构	343
9.4 Oracle 常用工具的使用	344
9.4.1 Database Configuration Assistant	344
9.4.2 Net Configuration Assistant	346
9.4.3 Net Manager	347
9.4.4 Oracle SQL Plus 工具	350
9.4.5 Oracle OEM	351

9.4.6 Oracle SQL Developer	353
本章小结	356
习题 9	356

第 10 章 MySQL 的使用	357
10.1 MySQL 概述	357
10.2 MySQL 的安装	358
10.3 MySQL 的使用	362
10.4 使用可视化工具管理 MySQL 数据库	365
本章小结	367
习题 10	367

附录 习题参考答案	368
参考文献	372



第1章 数据库概论

本章要点

- ◆ 了解数据库技术的发展简史。
- ◆ 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。

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我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,到关系到我们每个人身份的户籍管理、电信部门的通信管理,都离不开数据库技术。数据库技术正在不知不觉地影响着我们的生活。

有了大量的数据,还需要对这些数据进行有效科学的管理、合理的分析,这样,这些数据才能服务于人。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的信息。不加分析,这些数据是毫无用处的。如果分析这些数据,得出顾客的消费习惯,例如某段时间内什么商品最好卖,什么商品最不好卖,这些结果对商家是十分有用的。数据库技术就是研究如何对数据进行科学的管理和合理的分析,为人们提供安全、准确的数据的技术。

1.1.1 数据管理的诞生

数据库的历史可以追溯到20世纪60年代末,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,机器通过运行数百万张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。

1951年,雷明顿兰德公司(Remington Rand Inc.)针对一种叫做Univac I的计算机推出了一种1秒钟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

生产出了第一个磁盘驱动器——the Model 305 RAMAC。此驱动器有 50 个盘片，每个盘片直径为 2 英尺(注：1 英尺=0.3048 米)，可以储存 5 MB 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 20 世纪 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(DataBase Management System, 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三类。

最早出现的是网状 DBMS。1961 年，通用电气(General Electric, GE)公司的查尔斯·巴赫曼(Charles Bachman)成功地开发出了世界上第一个网状 DBMS，这是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 的主机上运行，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(Integrated Database Management System, 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 DBMS 是紧随网状数据库而出现的。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)，它是一种适合其主机的层次数据库，是 IBM 公司研制的最早的大型数据库系统程序产品。

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。

随着 1970 年 IBM 公司 San Jose 研究室的研究员 E. F. Codd 的著名论文《大量共享数据库的关系模型》的发表，数据库系统有了重大的改变。Codd 提出数据库系统应该将数据组织成表的形式呈现给用户，这种形式称做关系。在关系的后面，可能是利用一个复杂的数据结构，实现对各种查询问题的快速响应。但是，不同于早期数据库系统的用户，关系数据库系统的用户将不必关心数据的存储结构，查询可以用非常高级的语言表述，因此可以极大地提高数据库程序员的工作效率。由于 E. F. Codd 的杰出工作，他于 1981 年获得了 ACM 图灵奖。

1.1.2 关系数据库的由来

虽然网状数据库和层次数据库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数据存储时，仍然需要明确数据的存储结构，指出存取路径，而关系数据库能较好地解决这些问题。

1970 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 实验室增加了大量的研究人员研究这个项目,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 SQL(Structured Query Language,结构化查询语言)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 产品化步伐缓慢有三个原因:一是 IBM 重视信誉,重视质量,尽量减少故障;二是 IBM 是个大公司,官僚体系庞大;三是 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 1988 年 ACM 的“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。

Oracle、MySQL 与 DB2 可在所有主流平台上运行;SQL Server 只能在 Windows 下运行。对于大型应用,一般使用 Oracle 和 DB2 数据库;对于中小型应用,可以使用 SQL Server 数据库。SQL Server 简单易用,非常适合于数据库知识的入门学习者。因此,本书主要结合 SQL Server 数据库来讲解数据库的基本知识。

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,里程碑式地提出了结构化查询语言,通常称为 SQL(Structured Query Language)语言。SQL 语言的功能包括查询、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,它提供了与关系数据库进行交互的方法,可以与标准的编程语言一起工作。自产生之日起,SQL 语言便成了检验关系数据库的试金石,其语言标准的每一次变更都指导着关系数据库产品的发展方向。然而,直到 20 世纪 70 年代中期,关系数据库理论才通过 SQL 在商业数据库 Oracle 和 DB2 中使用。

1986 年,美国国家标准学会(American National Standards Institute, 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。

ANSIX3135-1992[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 和国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)即开始合作开发 SQL-99(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了标准。

目前没有一个数据库系统能够支持 SQL 标准的所有概念和特性。大部分数据库系统能支持 SQL-92 标准中的大部分功能以及 SQL-99 中的部分新概念, 并且不同的数据库产品提供了其自身的编程语言, 如 Oracle 提供的是 PL/SQL 语言, SQL Server 提供的是 Transaction-SQL 语言, 这些语言支持 SQL 标准中的大部分功能。因此, 只要学习好标准 SQL 语言, 就可以在所有支持 SQL 的关系数据库上进行数据插入、数据修改、数据删除、数据查询等常用操作。

1.1.4 面向对象数据库

随着信息技术和市场的发展, 人们发现关系型数据库系统虽然技术很成熟, 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。受当时技术风潮的影响, 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)”上, 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 本人也在当时被 Informix 高薪聘为技术总负责人。

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, 使得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。

1.2 数据库系统概述

1.2.1 数据系统的基本概念

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, 可以是数字(如 76、2010、¥100), 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”。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), 这样的数据才有意义, 它表示这是个遥控玩具汽车, 价格是 38 元, 重量是 200 克, 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),则上面的 200 的意义就会完全不同。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、加工后需要将其保存起来。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(Database, DB)

数据库是存储在某种存储介质上的相关数据的有组织的集合。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:建立一个玩具的基本信息,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。显然这八项中的数据是有密切关系的,用于描述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呢?通常人们用一张二维表格来实现,如表 1-1 所示。

表 1-1 玩具基本信息表

玩具 ID	玩具名称	价格/¥	重量/克	品牌	最低年龄/岁	最高年龄/岁	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,即列名给表中的数据以一定的解释。由这样的多张表(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台联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,该系统包含一个“数据库集合”。

2. 数据库管理系统(Database Management System, DBMS)

上述查看玩具信息的操作一般是由专门软件负责实现的,这就是数据库管理系统。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。其主要功能包括以下几个方面:

(1) 数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL)来定义数据库结构,用于刻画数据库框架,并被保存在数据字典中,例如创建数据库、创建表等。

(2) 数据存取功能。DBMS 提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),实