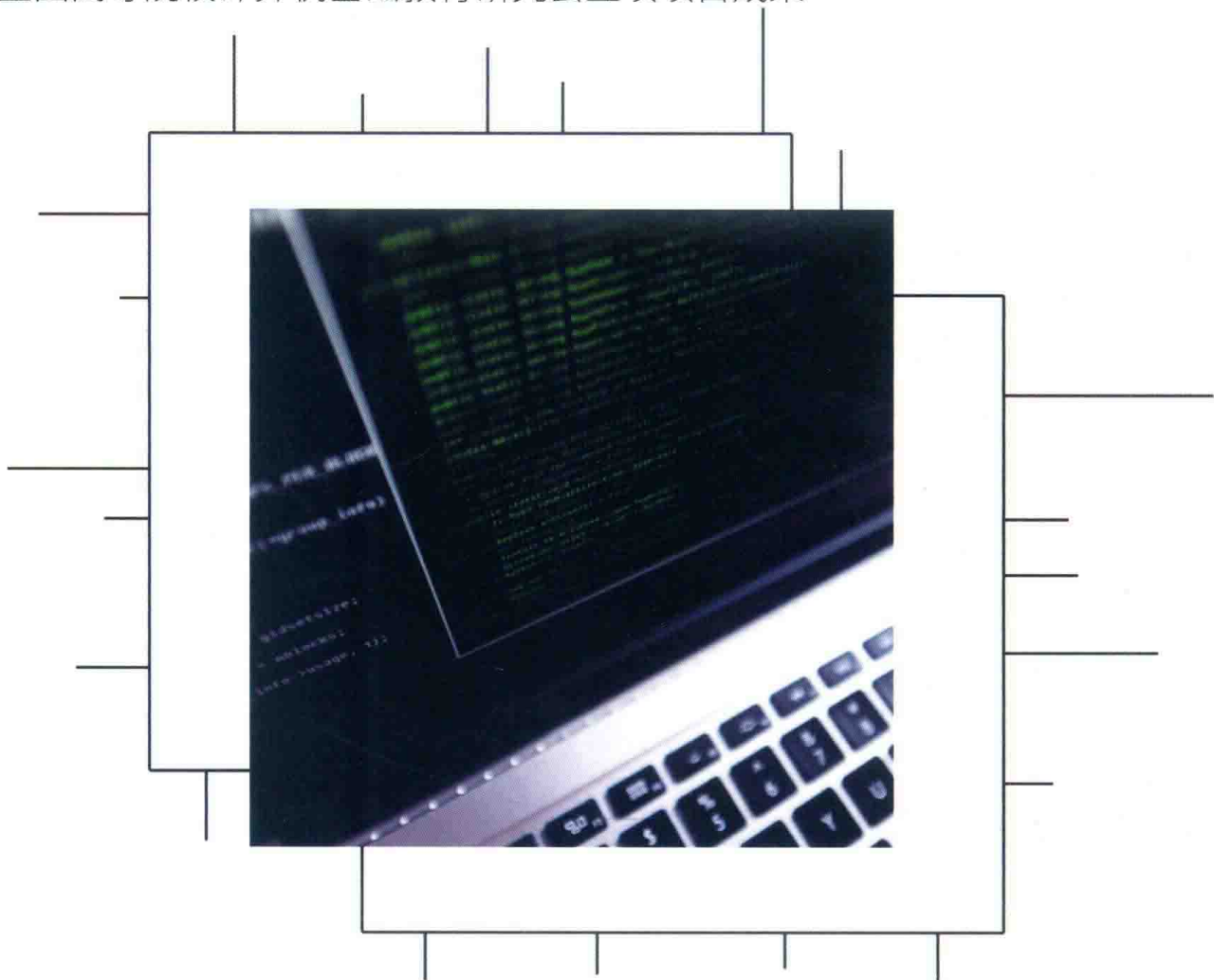




国家新闻出版改革发展项目库入库项目  
高等院校计算机类规划教材  
全国高等院校计算机基础教育研究会立项项目成果



# SQL Server 数据库 应用与实践教程 (第2版)

黄慧 吕树红 肖璞 编著

- 配套视频资源，全面覆盖课程重难点
- 知识层、应用层和综合层紧密结合
- 优化实践教学，注重技术训练，提高应用能力



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com



国家新闻出版改革发展项目库入库项目  
高等院校计算机类规划教材  
全国高等院校计算机基础教育研究会立项项目成果

# SQL Server 数据库 应用与实践教程 (第2版)

黄慧 吕树红 肖璞◎编著



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书为 SQL Server 实践类教材,系统全面地介绍了 SQL Server 及 SQL 语言的各类知识。本书结合了实际开发中的案例,以深入浅出的方式讲解了 SQL Server 的相关知识点。全书共分为 13 章,内容包括数据库基础、SQL Server 安装与简介、数据库管理、表的管理、索引与视图、表达式与流程控制、存储过程、事务、触发器、游标、SQL Server 安全管理、综合案例和 ADO.NET 访问数据库。全书的重难点知识均配有微视频,并且每章内容都与实例紧密结合,第 1~11 章配备了实验环节,有助于学生对知识点的理解和应用。

本书内容丰富,注重实训,可作为普通高等院校计算机相关专业的课程教材,也可作为 SQL Server 数据库管理员、数据库开发人员、数据库爱好者及其他数据库从业人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 数据库应用与实践教程 / 黄慧, 吕树红, 肖璞编著. -- 2 版. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2021. 11

ISBN 978-7-5635-6545-0

I. ①S… II. ①黄… ②吕… ③肖… III. ①关系数据库系统—教材 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 216155 号

策划编辑: 马晓仟 责任编辑: 廖 娟 封面设计: 七星博纳

---

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 445 千字

版 次: 2017 年 5 月第 1 版 2021 年 11 月第 2 版

印 次: 2021 年 11 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-6545-0

定价: 47.00 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

SQL Server 是由美国微软公司制作并发布的一种性能优越的关系型数据库管理系统 (Relational Database Management System, RDBMS), 其具有良好的数据库设计、管理与网络功能, 因此成为数据库产品的首选。目前, 普通高等院校计算机相关专业和 IT 培训机构都将 SQL Server 作为必修内容之一, 这对培养计算机人才起到了重要的作用。

本教程的编写是为了完善计算机专业人才培养模式, 配合新的课程体系, 在讲解理论知识的基础上优化实践教学环节, 提高读者的实践能力, 同时也形成了如何开展计算机系统能力培养的实践方案。本教程在实训环节上既重视理论知识的重现, 又注重读者数据库设计与应用能力的培养, 让读者在实训中去体会和验证理论知识。

本教程着眼于教学内容, 力求能够优化实践教学环节, 提高读者的实践能力。因此, 本教程在内容的选择和深度的把握上力求做到深入浅出、循序渐进。每个章节都结合大量的示例和任务, 其中复杂的案例以任务的方式分解成若干子任务, 以求逐步引导读者掌握和灵活运用相关知识点。同时, 设计了 11 个实验以巩固和加深读者对理论知识的理解。本教程每个章节的源程序都已上机调试通过。为适应多媒体教学的需要, 我们为使用本教程的教师制作了配套的电子课件以及实验部分的源代码。如有需要, 可以通过北京邮电大学出版社的网站 <http://www.buptpress.com> 下载。同时, 基于本教程, 我们在中国大学 MOOC 平台开设了“数据库原理与应用”课程, 可以通过网址 <https://www.icourse163.org/> 登录平台首页, 搜索“数据库原理与应用(三江学院 主讲人: 黄慧)”, 或者直接通过网址 <https://www.icourse163.org/course/SJU-1464539181?from=searchPage> 学习。

本教程由三江学院黄慧、吕树红和肖璞编写, 其中第 2、3、5、6 章由吕树红编写, 第 11、13 章由肖璞编写, 第 1、4、7、8、9、10、12 章和实验内容由黄慧编写。刘亚军教授为本教程的编写提供了宝贵的意见和大力协助。三江学院计算机科学与工程学院数据库兴趣小组为本教程的编写做了大量的资料收集和整理工作。本教程是作为全国高等院校计算机基础教育研究会的计算机系统能力培养教学研究与改革的课题出版的, 在编写过程中, 编者参考了大量的相关技术资料 and 程序开发源码资料, 以及网上的各种有益资料, 在此对众多资料作者一并表示感谢!

由于编者水平有限, 书中难免存在错误或不足之处, 敬请读者批评指正。如果读者在使用本教程的过程中有任何问题, 可直接与编者联系 (E-mail: 1245910439@qq.com)。

# 目 录

第 1 章 数据库基础	1
1.1 数据库系统简介	1
1.1.1 数据库系统基本概念	1
1.1.2 数据库技术的发展阶段	2
1.1.3 数据库系统的组成	4
1.1.4 数据库系统的特征	5
1.1.5 数据库系统结构	5
1.2 数据模型	8
1.2.1 现实世界	9
1.2.2 信息世界	9
1.2.3 机器世界	11
1.3 关系模型	12
1.3.1 关系数据结构	12
1.3.2 关系操作	13
1.3.3 关系完整性约束	14
1.3.4 对关系的限制	14
1.4 关系运算	15
1.5 概念模型与关系模式设计	20
1.5.1 一对一联系	20
1.5.2 一对多联系	21
1.5.3 多对多联系	21
1.5.4 常规实体与弱实体	22
1.5.5 超类与子类	22
1.5.6 数据库设计要点	23
1.6 范式与非范式化	25
1.6.1 范式	25
1.6.2 非范式化	29
1.7 数据库系统设计	30
1.7.1 需求分析阶段	31

1.7.2	概念结构设计阶段	31
1.7.3	逻辑结构设计阶段	32
1.7.4	物理结构设计阶段	33
1.7.5	数据库实施阶段	33
1.7.6	数据库运行和维护阶段	34
实验一	数据库基础	35
<b>第 2 章</b>	<b>SQL Server 安装与简介</b>	<b>43</b>
2.1	SQL Server 的发展	43
2.2	SQL Server 2012 简介	43
2.3	SQL Server 2016 安装	44
2.4	SQL Server Management Studio 简介	54
2.5	SQL Server 系统数据库	55
2.6	SQL Server 系统表	56
实验二	安装 SQL Server 2016	57
<b>第 3 章</b>	<b>数据库管理</b>	<b>58</b>
3.1	Transact-SQL 简介	58
3.2	标识符	59
3.3	数据库的组成	60
3.3.1	文件	60
3.3.2	文件组	60
3.3.3	数据库中文件与文件组关系图	60
3.4	创建数据库	61
3.4.1	使用企业管理器创建数据库	61
3.4.2	使用 CREATE DATABASE 语句创建数据库	61
3.4.3	查看数据库	64
3.5	修改数据库	65
3.5.1	企业管理器修改数据库	65
3.5.2	使用 ALTER DATABASE 语句修改数据库	65
3.6	删除数据库	68
3.6.1	企业管理器删除数据库	68
3.6.2	使用 DROP DATABASE 语句修改数据库	68
3.7	分离和附加数据库	69
3.7.1	分离数据库	69
3.7.2	附加数据库	70
3.8	备份和恢复数据库	72

3.8.1 备份数据库	72
3.8.2 恢复数据库	75
实验三 数据库管理	78
<b>第4章 表的管理</b>	<b>80</b>
4.1 SQL Server 的数据类型	80
4.2 表的创建及约束规则	84
4.2.1 表的创建	85
4.2.2 完整性约束	86
4.2.3 修改表	92
4.3 表的维护	93
4.3.1 插入数据	93
4.3.2 修改数据	95
4.3.3 删除数据	96
4.4 单表查询	98
4.4.1 SELECT 子句	98
4.4.2 SELECT 子句中的函数	100
4.4.3 WHERE 子句	106
4.4.4 ORDER BY 子句	107
4.4.5 GROUP BY 子句	108
4.4.6 HAVING 子句	109
4.4.7 COMPUTE 与 COMPUTE BY	110
4.5 连接查询	111
4.5.1 内连接	112
4.5.2 外连接	113
4.5.3 交叉连接	114
4.6 子查询	114
4.6.1 使用比较运算符连接子查询	115
4.6.2 使用 IN 关键字连接子查询	116
4.6.3 使用 ANY、ALL 关键字连接子查询	116
4.6.4 使用 EXISTS 关键字连接子查询	117
4.6.5 相关子查询	119
4.7 集合查询	119
4.8 保存查询结果	120
实验四 表的管理	122
<b>第5章 索引与视图</b>	<b>127</b>
5.1 索引	127

5.1.1	索引概述 .....	127
5.1.2	创建索引 .....	129
5.1.3	维护索引 .....	131
5.2	视图 .....	132
5.2.1	视图概述 .....	132
5.2.2	创建视图 .....	133
5.2.3	使用视图更新数据 .....	134
5.2.4	维护视图 .....	134
实验五	索引与视图 .....	136
<b>第6章</b>	<b>表达式与流程控制 .....</b>	<b>138</b>
6.1	常量 .....	138
6.2	变量 .....	139
6.2.1	局部变量 .....	139
6.2.2	全局变量 .....	140
6.3	运算符与表达式 .....	140
6.4	流程控制 .....	142
6.4.1	BEGIN ... END 语句 .....	142
6.4.2	IF ... ELSE 语句 .....	143
6.4.3	CASE 语句 .....	144
6.4.4	WHILE 语句 .....	145
6.4.5	WHILE ... CONTINUE ... BREAK 语句 .....	146
6.4.6	RETURN 语句 .....	147
6.4.7	GOTO 语句 .....	147
6.4.8	WAITFOR 语句 .....	148
6.5	注释语句 .....	148
实验六	表达式与流程控制 .....	149
<b>第7章</b>	<b>存储过程 .....</b>	<b>151</b>
7.1	存储过程概述 .....	152
7.1.1	存储过程定义 .....	152
7.1.2	存储过程分类 .....	152
7.1.3	存储过程优点 .....	153
7.2	不带参数的存储过程 .....	153
7.2.1	一个场景 .....	154
7.2.2	示例 .....	155
7.3	带有输入参数的存储过程 .....	155

7.3.1 一个场景 .....	156
7.3.2 示例 .....	157
7.4 TRY-CATCH 结构 .....	158
7.4.1 语法 .....	158
7.4.2 错误函数 .....	159
7.5 IF EXISTS 语句 .....	160
7.6 存储过程的返回值 .....	161
7.6.1 一个场景 .....	161
7.6.2 示例 .....	162
7.7 存储过程的输出参数 .....	163
7.7.1 一个场景 .....	164
7.7.2 示例 .....	165
7.8 存储过程调用存储过程 .....	166
7.9 修改与删除存储过程 .....	167
实验七 存储过程 .....	168
<b>第 8 章 事务</b> .....	<b>173</b>
8.1 事务的概念 .....	174
8.2 事务的操作 .....	175
8.3 包含事务的存储过程 .....	175
8.3.1 一个场景 .....	175
8.3.2 示例 .....	176
8.4 设置事务的保存点 .....	179
8.4.1 保存点的概念及语法 .....	179
8.4.2 示例 .....	179
8.5 事务的并发控制 .....	180
8.5.1 并发的概念 .....	181
8.5.2 锁机制 .....	182
8.5.3 设置事务隔离级别 .....	186
实验八 事务 .....	190
<b>第 9 章 触发器</b> .....	<b>192</b>
9.1 触发器的概念 .....	192
9.2 DML 触发器的分类及幻表 .....	194
9.3 触发器的创建及应用 .....	195
9.3.1 触发器的创建 .....	195
9.3.2 应用 .....	196

9.3.3 修改和删除触发器 .....	201
实验九 触发器 .....	203
<b>第 10 章 游标</b> .....	<b>205</b>
10.1 游标的概念 .....	206
10.2 游标的分类 .....	206
10.3 创建游标的步骤 .....	207
10.3.1 声明游标 .....	207
10.3.2 打开游标 .....	208
10.3.3 读取游标数据 .....	208
10.3.4 游标函数 .....	210
10.3.5 关闭游标 .....	210
10.3.6 释放游标 .....	211
10.4 使用游标读取数据到变量中 .....	211
10.5 游标嵌套游标 .....	212
实验十 游标 .....	214
<b>第 11 章 SQL Server 安全管理</b> .....	<b>216</b>
11.1 SQL Server 登录 .....	216
11.1.1 身份验证模式 .....	217
11.1.2 创建登录名 .....	217
11.1.3 修改和删除登录名 .....	220
11.2 数据库用户 .....	222
11.2.1 创建数据库用户 .....	222
11.2.2 修改和删除数据库用户 .....	224
11.3 角色 .....	225
11.3.1 角色分类 .....	225
11.3.2 创建用户自定义的数据库角色 .....	225
11.3.3 管理角色 .....	227
11.4 权限管理 .....	229
11.4.1 权限的分类 .....	229
11.4.2 设置权限 .....	230
实验十一 SQL Server 安全管理 .....	235
<b>第 12 章 综合案例</b> .....	<b>238</b>
12.1 需求分析 .....	238
12.2 数据库设计 .....	239

12.2.1 概念设计	239
12.2.2 关系模式设计	239
12.2.3 表的创建	242
12.3 T-SQL 程序设计	244
12.4 调式与执行	253
<b>第 13 章 ADO.NET 访问数据库</b>	<b>255</b>
13.1 ADO.NET 简介	255
13.1.1 ADO.NET 的作用	255
13.1.2 ADO.NET 的体系结构	256
13.1.3 ADO.NET 访问数据库的两种模式	257
13.2 连接模式访问数据库	257
13.2.1 SqlConnection 类	257
13.2.2 SqlCommand 类	260
13.2.3 SqlDataReader 类	262
13.2.4 连接模式访问数据库应用	264
13.3 非连接模式访问数据库	266
13.3.1 SqlDataAdapter 类	266
13.3.2 DataSet 类	268
13.3.3 非连接模式访问数据库应用	269
参考文献	272
附录 SchoolInfo 数据库相关表结构	273

# 第 1 章 数据库基础

## 本章目标：

1. 数据库系统简介
2. 关系运算
3. 概念模型与关系模式设计
4. 范式与非范式化
5. 数据库系统设计

数据库技术是信息系统的一个核心技术,是一种计算机辅助管理数据的方法,它研究如何组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据;是通过研究数据库的结构、存储、设计、管理以及应用的基本理论和实现方法,并利用这些理论来实现对数据库中的数据进行处理、分析和理解的技术。数据库技术作为数据库管理的最新技术,目前已广泛应用于各个领域。

本章将介绍数据库系统的基本概念、关系运算、常见的数据模型与关系数据库的规范化等概念。

## 1.1 数据库系统简介



数据库的基本概念

### 1.1.1 数据库系统基本概念

**信息:**人脑对现实世界中的客观事物以及事物之间联系的抽象反映。信息向我们提供了关于现实世界实际存在的事物及其联系的有用知识。

**数据(Data):**人们用各种物理符号把信息按一定格式记载下来的有意义的符号组合。数据可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音、语言等,数据有多种形式,它们都可以经过数字化后存入计算机。数据的含义称为数据的语义,数据与语义是不可分的。

**数据库(Database, DB):**存储数据的仓库,可长期存放在计算机内、有组织、可共享的大量互相关联的数据的集合。数据库中的数据按照一定数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的独立性和易扩展性,并为各种用户共享,即数据库有永久存储、有知识和可共享三个基本特点。

**数据库管理系统(Database Management System, DBMS):**位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它的主用功能包括以下几个方面。

- **数据定义功能:**提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL),让用户方便地对数据库中数据对象进行定义。

- 数据组织、存储和管理功能:提高存储空间利用率和存储效率。
- 数据操纵功能:提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),实现对数据库基本操作,如增删改查等。
- 数据库的建立和维护功能:统一管理控制,以保证安全、完整、多用户并发使用。
- 其他功能:与网络中其他软件系统通信功能,异构数据库之间的互访和互操作功能。

数据库系统(Database System, DBS):在计算机系统中引入数据库后的系统,一般由数据库、数据库管理系统、应用系统、数据库管理员(Database Administrator, DBA)构成,简称数据库。

### 1.1.2 数据库技术的发展阶段

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。数据库技术的根本目标是要解决数据的共享问题。

数据库技术研究和管理的对象是数据,所以数据库技术所涉及的具体内容主要包括:通过对数据的统一组织和管理,按照指定的结构建立相应的数据库和数据仓库;利用数据库管理系统和数据挖掘系统设计出能够实现对数据库中的数据进行添加、修改、删除、处理、分析、理解、报表和打印等多种功能的数据管理和数据挖掘应用系统;并利用应用管理系统最终实现对数据的处理、分析和理解。

数据管理技术的发展大致划分为以下四个阶段: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阶段。

#### 1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代以前,计算机主要用于数值计算,计算机的软硬件均不完善。硬件存储设备只有纸带、卡片、磁带,没有直接存取设备;从软件看(实际上,当时还未形成软件的整体概念),没有操作系统以及管理数据的软件;从数据看,数据量小,数据无结构,由用户直接管理,且数据间缺乏逻辑组织,数据依赖于特定的应用程序,缺乏独立性。这个阶段由于还没有软件系统对数据进行管理,程序员在程序中不仅要规定数据的逻辑结构,还要设计其物理结构,包括存储结构、存取方法、输入输出方式等。当数据的物理组织或存储设备改变时,用户程序就必须重新编制。由于数据的组织面向应用,不同的计算程序之间不能共享数据,使得不同的应用之间存在大量的重复数据,很难维护应用程序之间数据的一致性。

这一阶段的主要特征可归纳为以下几点。

- (1) 计算机中没有支持数据管理的软件。
- (2) 数据组织面向应用,数据不能共享,数据重复。
- (3) 在程序中要规定数据的逻辑结构和物理结构,数据与程序不独立。
- (4) 数据处理方式——批处理。

#### 2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期,计算机大容量存储设备(如硬盘)的出现推动了软件技术的发展,而操作系统的出现标志着数据管理步入一个新的阶段。这一阶段的主要标志是计算机中有了专门管理数据库的软件——操作系统(文件管理)。

在文件系统阶段,数据以文件为单位存储在外存,且由操作系统统一管理。操作系统为用户使用文件提供了友好界面。文件的逻辑结构与物理结构脱钩,程序和数据分离,使数据与程序有了一定的独立性。用户的程序与数据可分别存放在外存储器上,各个应用程序可以共享一组数据,实现了以文件为单位的数据共享。

数据处理系统把计算机中的数据组织成相互独立的数据文件,系统可以按照文件的名称对其进行访问,对文件中的记录进行存取,并可以实现对文件的修改、插入和删除,这就是文件系统。文件系统实现了记录内的结构化,即给出了记录内各种数据间的关系,但是,文件从整体来看却是无结构的。其数据面向特定的应用程序,因此数据共享性、独立性差,且冗余度大,管理和维护的代价也很大。

由于数据的组织仍然是面向程序,所以存在大量的数据冗余。而且数据的逻辑结构不能方便地修改和扩充,数据逻辑结构的每一点微小改变都会影响到应用程序。由于文件之间互相独立,因而它们不能反映现实世界中事物之间的联系,操作系统不负责维护文件之间的联系信息。如果文件之间有内容上的联系,那也只能由应用程序去处理。

### 3. 数据库系统阶段

20世纪60年代后期,随着计算机在数据管理领域的普遍应用,人们对数据管理技术提出了更高的要求:希望面向企业或部门,以数据为中心组织数据,减少数据的冗余,提供更高的数据共享能力,同时要求程序和数据具有较高的独立性,当数据的逻辑结构改变时,不涉及数据的物理结构,也不影响应用程序,以降低应用程序研制与维护的费用。数据库技术正是在这样一个应用需求的基础上发展起来的。

数据库中的数据不再只针对某一特定应用,而是面向全组织,具有整体的结构性,共享性高,冗余度小,具有一定的程序与数据间的独立性,并且实现了数据的统一控制。数据库技术有以下特点。

(1) 面向企业或部门,以数据为中心组织数据,形成综合性的数据库,为各应用共享。

(2) 采用一定的数据模型。数据模型不仅要描述数据本身的特点,而且要描述数据之间的联系。

(3) 数据冗余小、易修改、易扩充。不同的应用程序根据处理要求,从数据库中获取需要的数据,这样就减少了数据的重复存储,也便于增加新的数据结构,便于维护数据的一致性。

(4) 程序和数据有较高的独立性。

(5) 具有良好的用户接口,用户可方便地开发和使用数据库。

(6) 对数据进行统一管理和控制,提供了数据的安全性、完整性以及并发控制。

从文件系统发展到数据库系统,这在信息领域中具有里程碑的意义。在文件系统阶段,人们在信息处理中关注的中心问题是系统功能的设计,因此程序设计占主导地位;而在数据库方式下,数据开始占据了中心位置,数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题,而应用程序则以既定的数据结构为基础进行设计。

### 4. 高级数据库系统阶段

20世纪80年代以来,关系数据库理论日趋完善,逐步取代网状和层次数据库而占领了市场,并向更高阶段发展。目前,数据库技术已成为计算机领域中最重要技术之一,它是软件科学中的一个独立分支,正在朝分布式数据库、数据库机、知识库系统、多媒体数据库方

向发展。特别是现在的数据仓库和数据挖掘技术的发展,大大推动了数据库向智能化和大容量化的发展趋势,充分发挥了数据库的作用。

由于互联网的普及,Web 和数据仓库等应用兴起,数据的绝对量在以惊人的速度迅速膨胀;同时,移动和嵌入式应用快速增长。针对市场的不同需求,数据库正在朝系列化方向发展。数据库管理系统是网络经济的重要基础设施之一,支持 Internet(甚至于 Mobile Internet)数据库应用已经成为数据库系统的重要方面。

数据、计算机硬件和数据库应用,这三者推动着数据库技术与系统的发展。数据库要管理的数据的复杂度和数据量都在迅速增长;计算机硬件平台的发展仍然实践着摩尔定律;数据库应用迅速向深度、广度扩展。尤其是互联网的出现,极大地改变了数据库的应用环境,向数据库领域提出了前所未有的技术挑战。这些因素的变化推动着数据库技术的进步,出现了一批新的数据库技术,如 Web 数据库技术、并行数据库技术、数据仓库与联机分析技术、数据挖掘与商务智能技术、内容管理技术、海量数据管理技术等。限于篇幅,本章不可能逐一展开来阐述这些方面的变化,只是从这些变化中归纳出数据库技术发展呈现出的突出特点。

事实上,数据库系统的稳定和高效也是技术上长久不衰的追求。此外,从企业信息系统发展的角度上看,一个系统的可扩展能力也是非常重要的。由于业务的扩大,原来的系统规模和能力已经不再适应新的要求时,不是重新更换更高档次的机器,而是在原有的基础上增加新的设备,如处理器、存储器等,从而达到分散负载的目的。数据的安全性是另一个重要的课题,普通的基于授权的机制已经不能满足许多应用的要求,新的基于角色的授权机制以及一些安全功能要素,如存储隐通道分析、标记、加密、推理控制等,在一些应用中成为必须。

数据库系统要支持互联网环境下的应用,要支持信息系统间“互联互通”,要实现不同数据库间的数据交换和共享,要处理以 XML 类型的数据为代表的网上数据,甚至要考虑无线通信发展带来的革命性的变化。与传统的数据库相比,互联网环境下的数据库系统要具备处理更大量的数据以及为更多的用户提供服务的能力,要提供对长事务的有效支持,要提供对 XML 类型数据的快速存取的有效支持。

### 1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统一般由以下四个部分组成。

#### 1. 数据库

数据库中的数据按一定的数学模型组织、描述和存储,具有较小的冗余、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户共享。

#### 2. 硬件

硬件是构成计算机系统的各种物理设备,包括存储所需的外部设备。硬件的配置应满足整个数据库系统的需要。

#### 3. 软件

软件包括操作系统、数据库管理系统及应用程序。数据库管理系统是数据库系统的核心软件,是在操作系统的支持下工作,解决如何科学地组织和存储数据,如何高效获取和维护数据的系统软件。其主要功能包括:数据定义功能、数据操纵功能、数据库的运行管理和数据库的建立与维护。

#### 4. 人员

人员主要有以下四类。

第一类为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,他们和用户及数据库管理员一起确定系统的硬件配置,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。

第二类为应用程序员,负责编写使用数据库的应用程序。这些应用程序可对数据进行检索、建立、删除或修改。

第三类为最终用户,他们利用系统的接口或查询语言访问数据库。

第四类为数据库管理员,负责数据库的总体信息控制。数据库管理员的具体职责包括:具体数据库中的信息内容和结构,决定数据库的存储结构和存取策略,定义数据库的安全性要求和完整性约束条件,监控数据库的使用和运行,负责数据库的性能改进、重组和重构,以提高系统的性能。

### 1.1.4 数据库系统的特征

#### 1. 数据结构化

数据库系统实现了整体数据的结构化,这是数据库最主要的特征之一。这里所说的“整体”结构化,是指在数据库中的数据不再仅针对某个应用,而是面向全组织;不仅数据内部是结构化,而且整体是结构化,数据之间有联系。

#### 2. 数据的共享性高,冗余度低,易扩充

因为数据是面向整体的,所以数据可以被多个用户、多个应用程序共享使用,可以大大减少数据冗余,节约存储空间,避免数据之间的不相容性与不一致性。

#### 3. 数据独立性高

数据独立性包括数据的物理独立性和逻辑独立性。

物理独立性是指数据在磁盘上的数据库中如何存储是由 DBMS 管理的,用户程序不需要了解,应用程序要处理的只是数据的逻辑结构,这样一来当数据的物理存储结构改变时,用户的程序不用改变。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的,也就是说,数据的逻辑结构改变了,用户程序也可以不改变。

数据与程序的独立,把数据的定义从程序中分离出去,加上存取数据的由 DBMS 负责提供,从而简化了应用程序的编制,大大减少了应用程序的维护和修改。

#### 4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据库的共享是并发的(Concurrency)共享,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的同一个数据。

DBMS 必须提供以下几方面的数据控制功能:数据的安全性保护、数据的完整性检查、数据库的并发访问控制和数据库的故障恢复。

### 1.1.5 数据库系统结构

#### 1. 数据库系统模式的概念

在数据库模型中有型和值的概念。型是对某一数据的结构和属性的说明,值是型的一

个具体赋值。

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,而不涉及具体的值。模式的一个具体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。

## 2. 数据库系统的三级模式结构

数据库技术中采用分级的方法,将数据库的结构划分为多个层次。最著名的是美国 ANSI/SPARC 数据库系统研究组于 1975 年提出的三级划分法,如图 1-1 所示。

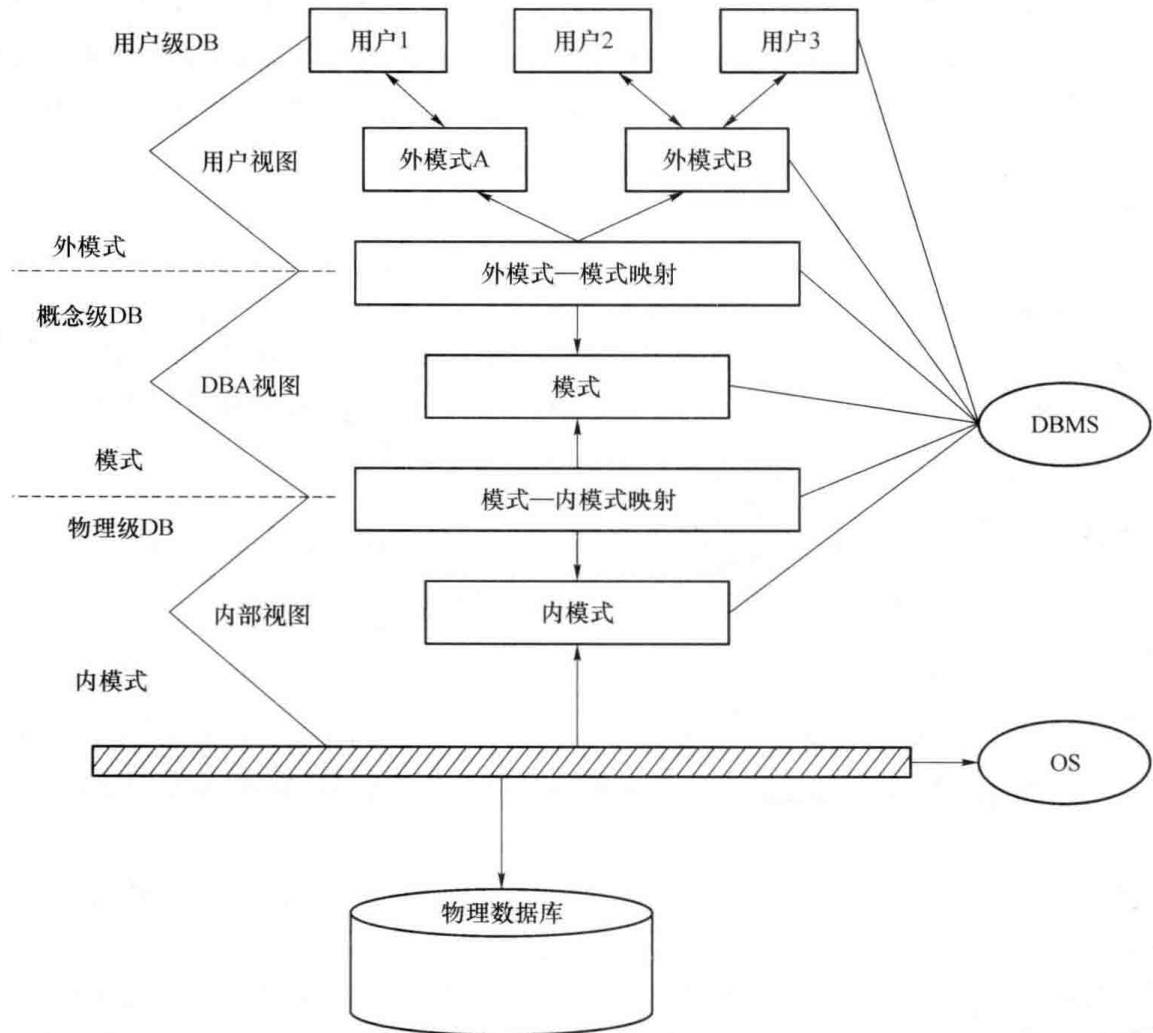


图 1-1 数据库系统结构层次图

数据库系统的三级模式结构(早期微机上的小型数据库系统除外)是指数据库系统由模式、外模式和内模式三级构成的。

### (1) 模式

模式也称概念模式,是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述,是所有用户的公共数据视图。它是数据库系统中间层,既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境,也与具体的应用程序、所使用的应用开发工具及高级程序语言无关。

模式实际上是数据库数据在逻辑级上的视图。一个数据库只有一个模式。数据库模式以一个数据模型为基础,统一综合地考虑了所有用户的需求,并将这些需求有机地结合成一