

王向云 王嵘 张琨 编著

# SQL

# 从入门到精通



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

# SQL从入门到精通

王向云 王 嵘 张 琨 编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书全面介绍了SQL语言各方面的相关知识。全书共分为13章,包括SQL语言基础、SQL Server数据库产品介绍、数据库和数据库表的创建与删除、SQL查询语句、SQL数据插入语句、SQL数据更新语句、索引及视图、数据的完整性与安全性、SQL中的存储过程与函数、SQL的触发器、游标的使用、事务处理与并发控制、SQL语句的综合应用实例,使读者对于SQL语句本身有一个比较深刻的理解和掌握,并能够运用SQL Server数据库工具熟练高效地进行项目开发。

本书结构清晰、注重实用、深入浅出、示例详尽、涉及知识面广,非常适合数据库开发人员学习使用,尤其适合SQL Server 2000及SQL Server 2008版本开发人员。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

SQL从入门到精通/王向云,王嵘,张琨编著.—北京:电子工业出版社,2009.4  
ISBN 978-7-121-08226-9

I. S… II. ①王… ②王… ③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(2009)第015091号

责任编辑:李红玉 李 荣

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

北京市海淀区翠微东里甲2号 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:26.75 字数:680千字

印 次:2009年4月第1次印刷

定 价:46.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

SQL (Structured Query Language, 结构化查询语言) 是一种功能强大的数据库语言。自SQL成为国际标准语言以后, 各个数据库厂家纷纷推出各自支持的SQL软件或与SQL接口的软件。这就使大多数数据库均用SQL作为共同的数据库语言和标准接口成为可能, 给不同数据库系统之间的相互操作奠定了基础。而且对数据库以外的领域也产生了很大影响, 有不少软件产品将SQL语言的数据查询功能与图形功能、软件工程工具、软件开发工具、人工智能程序相结合。SQL语言集数据查询、数据操纵、数据定义和数据控制功能于一体, 充分体现了关系数据库语言的特点和优点, 它已成为关系数据库领域中一种主流语言。

本书从SQL语言要素入手, 按照数据定义、数据查询、数据操纵、数据控制、事务控制和程序化SQL的顺序, 结合具体实例深入浅出地介绍了SQL语言的使用方法。具有知识全面、讲解细腻、指导性强等特点, 力求以全面的知识及丰富的实例指导读者掌握SQL编程的基础知识。

本书分为13章。

第1章介绍了关系数据库和SQL语言基础, 并着重介绍了SQL Server系列至今最新版本SQL Server 2008的特点及功能, 同时兼顾了该系列至今应用最广泛的SQL Server 2000版本的知识。如无特别说明, 本书中的操作和代码在SQL Server 2008和SQL Server 2000中都能执行。

第2章介绍了SQL中常用的数据类型, 数据库和表的一些相关操作, 包括数据库的创建与删除, 以及表的创建、修改与删除。

第3章介绍了与SQL查询语句(SELECT语句)相关的一系列的数据查询方法, 包括构成SQL的基础元素, 查询的基本结构, 以及单列查询、简单搜索条件的查询、复杂搜索条件的查询、多表查询、子查询和查询结果的排序。

第4章介绍了SQL中数据的插入语句(INSERT语句), 详细介绍了单行记录、多行记录的插入, 以及表中数据的复制操作, 还介绍了数据库中经常用到的数据的导入/导出操作。

第5章介绍了SQL中数据的更新语句(UPDATE语句)与删除语句(DELETE语句)。

第6章介绍了索引、视图的基本概念, 在SQL中的创建、销毁索引和视图的语法及实现实例。

第7章和第8章介绍了数据的完整性和数据的安全性。

第9章介绍了SQL中的存储过程与函数。

第10章介绍了SQL中触发器的有关概念和操作。

第11章介绍了使用游标进行数据维护和在存储过程及触发器中使用游标的方法。

第12章介绍了事务及其操作，以及并发处理的相关内容。

第13章向读者介绍了一个SQL语句的综合应用实例。

本书可作为学习和使用SQL的计算机专业或相关专业本科生的参考手册，是数据库开发人员理想的参考书。

全书由王向云、王嵘、张琨编著。本书在编写过程中，尽管编者竭尽全力，但由于自身水平有限和时间仓促，书中难免出现不尽如人意的地方和错误，敬请读者指正，不胜感激！

---

为了方便读者阅读，本书配套资料请登录“华信教育资源网”（<http://www.hxedu.com.cn>），在“资源下载”频道的“图书资源”栏目下载。

# 目 录

<b>第1章 关系型数据库与SQL概述</b> .....	1
1.1 数据库系统概述 .....	1
1.1.1 数据库系统的产生与发展 .....	1
1.1.2 数据库的基本概念 .....	3
1.1.3 数据库系统的组成 .....	4
1.1.4 数据库系统体系结构 .....	7
1.1.5 关系数据库 .....	8
1.2 SQL基础 .....	10
1.2.1 SQL的发展 .....	10
1.2.2 SQL的特点 .....	11
1.2.3 SQL数据库的体系结构 .....	12
1.2.4 SQL语言的组成 .....	13
1.2.5 SQL语句的结构 .....	14
1.3 SQL环境 .....	15
1.3.1 环境介绍 .....	15
1.3.2 SQL的层次结构 .....	15
1.4 SQL Server 2000介绍 .....	16
1.4.1 SQL Server 2000简介 .....	16
1.4.2 SQL Server 2000的版本 .....	16
1.4.3 SQL Server 2000的特点 .....	17
1.4.4 SQL Server 2000的工具 .....	18
1.5 SQL Server 2008简介 .....	21
1.5.1 SQL Server 2008概述 .....	22
1.5.2 SQL Server 2008的版本 .....	22
1.5.3 SQL Server 2008的新特性 .....	22
1.5.4 SQL Server 2008的工具 .....	25
1.6 本书使用的数据库和约定 .....	29
1.6.1 图书信息表 (tblbook) .....	29
1.6.2 用户信息表 (tbluser) .....	29
1.6.3 图书类型表 (tbltype) .....	30
1.6.4 订单表 (tblorder) .....	30
1.6.5 图书评论表 (pinglun) .....	30
<b>第2章 数据库和表的操作</b> .....	32
2.1 SQL Server数据库常用概念 .....	32
2.2 数据库的操作 .....	33
2.2.1 数据库的创建 .....	33
2.2.2 数据库的删除 .....	35
2.3 表的基础知识 .....	35
2.4 SQL数据类型 .....	36
2.4.1 字符型数据 .....	36
2.4.2 数字型数据 .....	37
2.4.3 日期型数据类型 .....	38
2.4.4 二进制数据类型 .....	39
2.4.5 文本和图形数据类型 .....	40
2.4.6 自定义数据类型 .....	40
2.5 表的创建 .....	40
2.5.1 创建基本表 .....	40
2.5.2 非空约束 .....	42
2.5.3 DEFAULT指定缺省值 .....	43
2.6 表的修改 .....	45
2.6.1 增加新列 .....	45
2.6.2 删除列 .....	46
2.6.3 修改列 .....	48
2.7 表的删除 .....	51
2.8 表的重命名 .....	52
<b>第3章 数据的查询</b> .....	53
3.1 准备知识 .....	53
3.1.1 常量 .....	53
3.1.2 运算符 .....	54
3.1.3 表达式 .....	54
3.1.4 内置函数 .....	55
3.1.5 NULL值 .....	57
3.2 查询的基本结构 .....	57
3.2.1 SELECT语句结构 .....	58
3.2.2 SELECT语句的执行步骤 .....	58
3.3 列的查询 .....	59
3.3.1 单列查询 .....	59
3.3.2 多列查询 .....	60
3.3.3 查询所有的字段 .....	61
3.3.4 重复信息的去除 .....	61
3.4 查询结果的排序 .....	63
3.4.1 单列排序 .....	63
3.4.2 多列排序 .....	64

3.5	简单搜索条件的查询	65
3.5.1	WHERE子句单条件查询	65
3.5.2	WHERE子句运算符查询	66
3.5.3	BETWEEN子句条件查询	69
3.6	复杂搜索条件的查询	70
3.6.1	使用AND和OR运算符	70
3.6.2	使用IN运算符	74
3.6.3	使用NOT运算符	75
3.6.4	使用LIKE运算符	77
3.7	聚合函数与组合查询	82
3.7.1	聚合函数	82
3.7.2	GROUP BY子句	89
3.7.3	HAVING子句	90
3.8	多表查询	90
3.8.1	多表连接的目的	91
3.8.2	简单的二表连接 与多表连接	91
3.8.3	多表连接的类型	96
3.8.4	UNION与UNION JOIN子句	105
3.9	子查询	108
3.9.1	单行子查询的创建和使用	108
3.9.2	多行子查询的创建和使用	110
3.9.3	嵌套子查询的创建和使用	119
<b>第4章</b>	<b>数据的插入</b>	<b>121</b>
4.1	单行记录的插入	121
4.1.1	插入的基本语法	121
4.1.2	整行的插入	121
4.1.3	NULL值的插入	123
4.1.4	唯一值的插入	124
4.1.5	特定字段的插入	125
4.2	多行记录的插入	127
4.2.1	使用VALUES关键字	127
4.2.2	使用SELECT语句	128
4.3	数据转换服务(数据的导入/导出)	131
4.3.1	Access数据库数据的导出	131
4.3.2	Access数据库数据的导入	132
4.3.3	SQL Server 2000数据库 数据的导出	134
4.3.4	SQL Server 2000数据库 数据的导入	138
4.3.5	SQL Server 2008数据库 数据的导出	140

4.3.6	SQL Server 2008数据库 数据的导入	142
-------	-----------------------------	-----

## 第5章 数据的更新和删除 148

5.1	数据的更新	148
5.1.1	UPDATE语句的简单结构	148
5.1.2	行值和列值的更新	149
5.1.3	UPDATE语句的复杂结构	152
5.1.4	数据分步更新	156
5.2	数据的删除	159
5.2.1	DELETE语句的结构	159
5.2.2	指定数据的删除	159

## 第6章 视图与索引的操作 164

6.1	视图的基础知识	165
6.1.1	视图的概念	165
6.1.2	视图的优缺点	165
6.2	视图的操作	167
6.2.1	视图的创建	167
6.2.2	视图数据的查询和修改	176
6.2.3	视图的删除	181
6.3	索引的基础知识	183
6.3.1	索引的概念	183
6.3.2	索引的分类	184
6.3.3	索引的使用原则	185
6.4	索引的操作	186
6.4.1	索引的创建	186
6.4.2	索引的删除	191

## 第7章 数据的完整性 192

7.1	数据完整性概述	192
7.1.1	数据完整性的定义	192
7.1.2	数据完整性的类型	192
7.2	约束	193
7.2.1	NOT NULL约束	193
7.2.2	UNIQUE约束	196
7.2.3	PRIMARY KEY约束	199
7.2.4	FOREIGN KEY约束	202
7.2.5	CHECK约束	216
7.3	规则和默认值	221
7.3.1	规则的操作	221
7.3.2	默认值的操作	224

<b>第8章 SQL的安全性</b> .....	228	10.3.1 INSERT触发器 .....	310
8.1 SQL的安全模型概述 .....	228	10.3.2 DELETE触发器 .....	316
8.2 用户管理 .....	230	10.3.3 UPDATE触发器 .....	319
8.2.1 SQL语句方式 .....	230	10.3.4 INSTEAD OF触发器 .....	325
8.2.2 存储过程方式 .....	233	10.3.5 嵌套触发器 .....	329
8.3 权限管理 .....	234	10.3.6 递归触发器 .....	331
8.3.1 GRANT语句授予权限 .....	234	10.4 DDL触发器的创建及使用 .....	333
8.3.2 REVOKE语句取消权限 .....	238		
8.3.3 SELECT权限控制 .....	242	<b>第11章 游标</b> .....	337
8.3.4 INSERT权限控制 .....	246	11.1 游标概述 .....	337
8.3.5 UPDATE权限控制 .....	249	11.1.1 游标的概念 .....	337
8.3.6 DELETE权限控制 .....	253	11.1.2 游标的分类 .....	338
8.4 角色管理 .....	257	11.2 游标的操作 .....	339
8.4.1 创建角色 .....	257	11.2.1 游标的创建 .....	339
8.4.2 删除角色 .....	260	11.2.2 游标的打开 .....	342
8.4.3 授予角色 .....	260	11.2.3 获取游标数据 .....	342
8.4.4 取消角色 .....	264	11.2.4 游标的关闭 .....	343
		11.2.5 游标的释放 .....	344
<b>第9章 存储过程与用户自定义函数</b> .....	267	11.3 游标的使用 .....	345
9.1 Transact-SQL介绍 .....	267	11.3.1 基于游标的定位 .....	345
9.1.1 Transact-SQL概述 .....	267	11.3.2 基于游标的检索 .....	346
9.1.2 控制语句 .....	272	11.3.3 利用游标对数据进行操作 .....	348
9.2 存储过程概述 .....	278	11.3.4 在存储过程中使用游标 .....	356
9.2.1 什么是存储过程 .....	278	11.3.5 嵌套游标 .....	360
9.2.2 存储过程的优点 .....	278		
9.2.3 存储过程的种类 .....	278	<b>第12章 事务控制与并发处理</b> .....	363
9.3 存储过程的创建和使用 .....	279	12.1 事务的概述 .....	363
9.3.1 存储过程的创建和执行 .....	279	12.1.1 事务的产生 .....	363
9.3.2 存储过程的使用 .....	287	12.1.2 事务的生命周期 .....	364
9.4 用户自定义函数概述 .....	291	12.1.3 事务的特性 .....	364
9.5 用户自定义函数的创建和使用 .....	292	12.2 事务控制的操作 .....	365
9.5.1 用户自定义函数的创建和调用 .....	292	12.2.1 事务处理语句 .....	365
9.5.2 操作用户自定义函数 .....	299	12.2.2 启动事务 .....	366
		12.2.3 提交和回滚事务 .....	369
		12.2.4 事务的保存点 .....	371
<b>第10章 触发器</b> .....	302	12.3 事务的使用 .....	372
10.1 触发器概述 .....	302	12.3.1 嵌套事务 .....	372
10.1.1 触发器的定义 .....	302	12.3.2 批处理中的事务 .....	376
10.1.2 触发器的作用 .....	302	12.3.3 存储过程和触发器中的事务 .....	377
10.1.3 触发器的设计 .....	304	12.3.4 应用游标的事务 .....	380
10.2 DML触发器的创建及操作 .....	305	12.4 并发处理 .....	381
10.2.1 创建DML触发器 .....	305	12.4.1 并发访问的问题 .....	381
10.2.2 DML触发器的操作 .....	307	12.4.2 锁 .....	382
10.3 DML触发器的应用 .....	310		



12.4.3	事务的隔离级别	385
12.4.4	事务的阻塞及死锁	393
<b>第13章 实例</b> 399		
13.1	实例数据库功能介绍	399
13.2	数据库和表的操作	400
13.2.1	数据库的创建	400
13.2.2	表的创建	400
13.2.3	表中数据的操作	402
13.3	完整性设置	405
13.3.1	约束的操作	406
13.3.2	规则的操作	408
13.3.3	默认值的操作	409
13.4	索引和视图的操作	409

13.4.1	索引的操作	409
13.4.2	视图的操作	410
<b>13.5 安全性设置</b> 410		
13.5.1	用户的操作	410
13.5.2	角色的操作	411
13.5.3	权限的操作	412
<b>13.6 存储过程及游标</b> 414		
13.6.1	利用存储过程来 获得连接的信息	414
13.6.2	利用存储过程和游标来 判断是否违反中断规则	415
<b>13.7 触发器</b> 417		
13.7.1	INSERT触发器	417
13.7.2	UPDATE触发器	418
<b>13.8 事务及并发处理</b> 419		

# 第1章 关系型数据库与SQL概述

数据库技术是数据信息管理技术的最新成果，被广泛地应用于国民经济、文化教育、企业管理，以及办公自动化等方面，为计算机的应用开辟了广阔的天地。本章将详细介绍有关数据库系统和SQL的基本知识。

## 1.1 数据库系统概述

数据库用于数据的管理，是计算机科学的重要分支。现在，信息资源已成为各个部门的重要财富和资源。建立一个满足各级部门信息处理要求的信息系统也成为企业或组织生存和发展的重要条件。因此，作为信息系统核心和基础的数据库技术得到越来越广泛的应用，从小型单项事务处理系统到大型信息系统，从联机事务处理到联机分析处理，从一般企业管理到计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）、计算机集成制造系统（CIMS）、办公信息系统（OIS）、地理信息系统（GIS）等，越来越多新的应用领域采用数据库存储和处理信息资源。对于一个国家来说，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。

### 1.1.1 数据库系统的产生与发展

数据管理技术的发展经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

#### 1. 人工管理阶段

该阶段指20世纪60年代以前，这一时期的计算机功能比较简单，主要用于科学计算。计算机外存储设备只有磁带和卡片等。计算机软件系统方面，还没有操作系统，也没有数据库系统等专门的数据管理软件，只有汇编语言。该阶段应用程序与数据之间的关系如图1.1所示。由于缺乏软件系统的支持，数据管理的工作由应用程序完成。在应用程序中不仅要规定数据的逻辑结构，还要设计数据的物理结构。这一阶段数据管理的特点是：

- 不存储数据

应用程序所对应的数据不单独存在，在程序运行时由数据卡片或数据磁带输入，运算后直接取走结果，源数据与结果都不保存。

- 不具有数据独立性

应用程序完全依赖于数据，不具有数据独立性，一旦数据的逻辑结构或物理结构发生变化，应用程序必须做相应的修改。

- 数据不能共享

数据是面向应用的，一个数据集只能对应一个应用程序。应用程序之间不能共享数据。

- 数据大量冗余

由于数据不能共享，因此即使两个应用程序使用某些相同的数据，它们之间也无法相互利用对方的数据。因此，图1.1中数据集1到数据集 $n$ 之间存在着大量的重复数据。

## 2. 文件系统阶段

该阶段指20世纪60年代初期到20世纪60年代后期。在这个时期，计算机开始大量用于非数值计算，磁盘、磁鼓等存储设备的出现大大增强了计算机的存取能力。软件方面，出现了操作系统，数据以文件的形式由操作系统的专门软件——文件管理系统，进行统一管理。

文件管理阶段应用程序与数据之间的关系如图1.2所示，其具有以下特点：

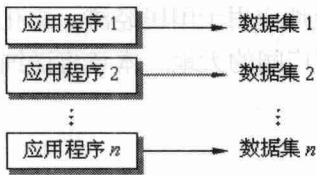


图1.1 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

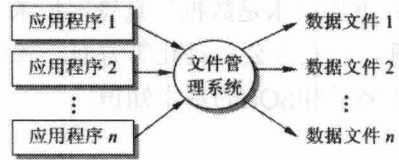


图1.2 文件管理阶段应用程序与数据之间的关系

- 数据以文件的形式长期保存在计算机中

数据统一由操作系统组织成数据文件，并长期保存在磁盘存储器上。用户通过文件管理系统可以方便地对数据进行访问与修改。

- 数据的独立性有一定的提高

由于文件的物理组织由操作系统完成，用户或者应用程序只需根据数据的逻辑结构，通过文件名进行访问，无需了解数据的物理结构，从而提高了数据的物理独立性。

- 文件的组织形式多样化

文件管理系统还为用户提供了多种文件组织形式，如顺序文件组织、索引文件组织、直接文件存取组织等。

文件管理系统的出现，弥补了手工管理的一些缺陷，使得数据管理技术有了很大的提高，但是它在数据管理方面还存在一些不足，主要表现在以下几点：

- 由于数据只能以文件为单位进行共享，不能实现以记录或数据项为单位的共享，因此数据还存在大量的冗余。
- 数据缺乏逻辑独立性，应用程序与数据文件之间仍互相依赖，文件的逻辑结构一旦改变，应用程序也应做相应的修改。
- 文件与文件之间相互独立，无法实现文件之间的相互联系，不能反映客观世界事物间的复杂联系。

## 3. 数据库系统阶段

20世纪70年代初期至今，由于计算机技术的迅速发展，磁盘存储技术取得重要进展，计算机更广泛地应用于管理。随着数据量的剧增，系统对数据管理提出了更高的要求：要求具有更高的独立性与共享性。文件管理技术已经不能适应上述要求。为了进一步减少数据冗余，满足多用户、多应用程序的数据独立与高度共享的需求，使数据为尽可能多的应用服务，出现了统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）。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，其具有以下特点：

- 数据结构化

数据库中的数据是按照一定的数据模型建立起来的相关的数据的集合，它既反映现实世

界的客观事物，也反映事物之间的联系。数据结构化是数据库系统与文件系统的根本区别。

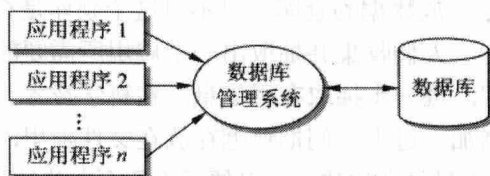


图1.3 数据库管理阶段应用程序与数据之间的关系

- 数据独立性高

数据库系统提供了数据的逻辑映射与物理映射，这样，数据库中的数据既具有逻辑独立性，又具有物理独立性。用户只需通过简单的局部逻辑结构来操作数据，无需考虑数据的全局逻辑结构及物理存储结构，因此确保了较高的数据独立性。

- 实现数据的共享与最小冗余

数据的共享性直接影响到数据的冗余度。数据库中的数据是面向整个系统的，而不是面向某个应用的，可以被多个用户共享。这样既可以保证最小的数据冗余，又可以避免数据的不兼容性与不一致性。

- 具有统一的数据管理和控制功能

数据库系统中由数据库管理系统对数据进行统一的管理和控制。通过DBMS还可以保证数据库系统中数据的安全性、数据的完整性、数据的并发访问控制和数据的恢复。

数据库技术在数据管理中的特点与优势，使得它在计算机数据管理中占据主导地位，成为各类信息系统的核心基础。

### 1.1.2 数据库的基本概念

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是与数据库技术密切相关的四个基本概念，下面就来介绍这些概念的含义。

#### 1. 数据 (Data)

数据是数据库的基本组成内容，是对客观世界所存在的事物的一种表征，人们总是尽可能地收集各种各样的数据，然后对其进行加工处理，从中抽取并推导出有价值的信息，作为指导日常工作和辅助决策的依据。

数据的概念在数据处理领域中已经大大地拓宽了，不仅仅是指传统意义上的由0~9组成的数字，而是所有可以输入到计算机中并能被计算机处理的符号的总称。

在计算机中可表示数据的种类很多，除了数字以外，文字、图形、图像、声音都可以通过扫描仪、数码摄像机、数字化仪等具有模/数转换功能的设备进行数字化，所以这些都是数据。如：超市商品的价格、学生的基本情况、员工的照片、罪犯的指纹、播音员朗诵的佳作、气象卫星云图等都可以是数据。

可以对数据做如下定义：描述事物的符号记录称为数据。

数据是数据库中存储的基本对象，也是数据库用户操作的对象。数据应按照需求进行采集并有结构地存入数据库中。

## 2. 数据库 (DataBase, 简称DB)

数据库, 顾名思义, 是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上, 而且数据是按一定的格式存放的。人们收集并抽取出一个应用所需要的大量数据之后, 应将其保存起来以供进一步加工处理, 进一步抽取有用信息。在科学技术飞速发展的今天, 人们的视野越来越广, 数据量急剧增加。过去人们把数据存放在文件柜里, 现在人们借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量复杂的数据, 以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

所谓数据库是指长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性, 并可以为各种用户所共享。

## 3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称DBMS)

数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。它是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。主要包括以下几方面的功能。

- 数据定义功能

DBMS提供数据定义语言 (Data Definition Language, 简称DDL), 通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

- 数据操纵功能

DBMS还提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, 简称DML), 可以使用DML操纵数据实现对数据库的基本操作, 如查询、插入、删除和修改等。

- 数据库的运行管理

数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理和控制, 以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

- 数据库的建立和维护功能

它包括数据库初始数据的输入、转换功能, 数据库的转储、恢复功能, 数据库的管理重组功能和性能监视、分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序完成的。

## 4. 数据库系统 (DataBase System, 简称DBS)

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库之后的系统, 一般由数据库、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用系统、数据管理员和用户组成。应当指出的是, 数据库的建立、使用和维护等工作只靠一个DBMS远远不够, 还要有专门的人员来完成, 这些人被称为数据库管理员 (DataBase Administrator, 简称DBA)。

一般在不引起混淆的情况下, 常常把数据库系统简称为数据库。数据库系统可以用图1.4来表示。数据库系统的构成如图1.5所示。

### 1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统通常是指带有数据库的计算机应用系统, 因此, 数据库系统不仅包括数据库本身, 还包括相应的硬件、软件 and 各类相关人员。数据库系统是一个有使用人员和维护人员, 以及加工设备和数据资源的完整的计算机应用系统。

#### 1. 硬件

常见的数据库系统硬件分为服务器端和客户端两大部分。

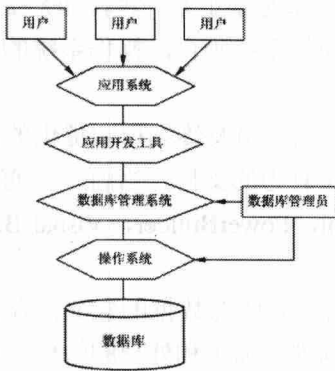


图1.4 数据库系统

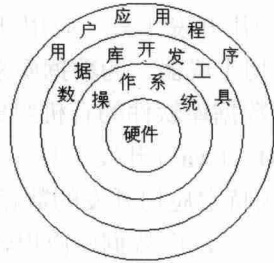


图1.5 数据库系统构成示意图

数据库服务器是数据库系统的关键组成部分，数据库服务器作为整个系统硬件的核心承担了整个系统运行数据的建立、存储、查询、操作、备份，以及整个后台应用程序的运行任务，数据库服务器的处理能力、存储能力及可靠性直接关系到整个系统的性能优劣，因此对服务器端硬件资源提出了较高的要求，应选用高可靠性、高可用性、高性价比的服务器。

要求考虑以下问题。

- (1) 有足够大的内存以存放操作系统、DBMS的核心模块、数据缓冲区和应用程序。
- (2) 有高速大容量的直接存取设备。一般数据库系统的数据量和数据的访问量都很大，因此需要容量大、速度高的存储系统存放数据，如采用高速大缓存硬盘，或者应用光纤通道外接到外置的专用磁盘系统。
- (3) 有高速度的CPU，较短的系统响应时间。数据库服务器必须应对大量的查询并做出适当且及时的应答，因此要求处理能力强的CPU以满足较高的服务器处理速度和对客户的响应速率的要求。
- (4) 有较高的数据传输能力，以提高数据传输率，保证足够的系统吞吐能力，否则，系统性能将形成瓶颈。
- (5) 有足够的外存来进行数据备份。常配备磁盘阵列、磁带机或光盘机等存储设备。
- (6) 系统的稳定性高。即数据库系统能够稳定持续运行，能提供长时间可靠稳定的服务。

对于数据库服务器硬件的要求，主要是出于数据库服务器的应用地位来考虑的。目前市场针对企业应用的数据库服务器主要有小型机和超级PC服务器。小型机在性能和可扩展性方面具有较大的优势，但价格比较贵；超级PC服务器也可以满足中小型规模的企业管理的需要，具有一定的性价比优势。另外也有采用工作站、PC专用服务器和高档PC机作为服务器的。

对客户端机器的要求不高，市售普通微机即可满足。

## 2. 软件

数据库系统主要包括以下软件。

- (1) **DBMS**。数据库系统的核心软件。成熟的数据库管理系统很多，从功能极其强大的数十万元的企业级DBMS直至相对简单的几百元的桌面型DBMS。对于DBMS的选型，也应该根据应用环境来综合考虑。

(2) 支持DBMS运行的操作系统。通常DBMS运行时都是基于某一种操作系统，并通过操作系统来实现对数据的存取，许多DBMS可支持多种操作系统平台，操作系统的选择应与DBMS配套。

(3) 应用开发工具。应用开发工具是系统为应用开发人员及终端用户提供的高效率、多功能的应用生成器，为数据库系统的开发和应用提供了有力的支持。当前一些通用的开发工具已成为数据库软件的有机组成部分，常用的有Delphi, PowerBuilder, Visual Basic, Developer 2000, Java等开发工具。

(4) 为特定应用开发的数据库应用软件。数据库管理系统为数据的定义、存储、查询和修改提供支持，而数据库应用软件是对数据库中的数据进行加工和处理的软件，面向特定应用，如基于数据库的各种管理软件、管理信息系统(MIS)、决策支持系统(DSS)、办公自动化系统、各级电子政务系统和各类电子商务系统等都属于数据库应用软件。

### 3. 数据库

数据库系统必须有数据库作为资源支持。数据应按照需求进行采集并有结构地存入数据库中。

### 4. 人员

参与分析、设计、管理、维护和使用数据库中数据的人员都是数据库系统的组成部分，在数据库系统的开发、维护和应用中起着重要的作用。分析、设计、管理和使用数据库系统的人员主要是：数据库管理员、系统分析员、应用程序员和终端用户。

#### (1) 数据库管理员 (DataBase Administrator)

数据库是整个企业或者组织的数据资源，因此企业或组织设立了专门的数据资源管理机构来管理数据库，数据库管理员则是这个机构中的一组人员，从事数据库管理工作，负责数据库系统的管理、设计、维护和正常使用。主要职责包括：参与数据库设计的全过程，决定数据库的结构和内容；定义数据的安全性和完整性，负责分配用户对数据库的使用权限和口令管理，帮助最终用户使用数据库系统；监督控制数据库的使用和运行，改进和重新构造数据库系统，优化数据库系统的性能；定期转储数据，当数据库受到破坏时，应负责恢复数据库，而当数据库的结构需要改变时，完成对数据库结构的修改。

数据库管理员要有较高的技术专长和较深的资历，除了要掌握一定的数据处理、数据库技术之外，还应具有处理好人际关系的素质和能力。

对于大型数据库系统，数据库管理员极为重要。在一个企业中，特别是一个拥有规模较大的数据库的企业中，需由若干个人来完成管理工作，所以数据库管理员常指数据库管理部门。对于常见的微机数据库系统，通常只有一个用户，常常不设数据库管理员，数据库管理员的职责由应用程序员或终端用户代替。

开发数据库系统时，一开始就应设置数据库管理员的职位或相应的机构，以明确数据库管理员的职责和权限。

#### (2) 系统分析员，应用程序员 (Application Programmer)

系统分析员负责整个数据库系统的规划及结构设计。负责应用系统的需求分析与规范说明，需要从总体上了解并设计整个系统，因此必须与用户及数据库管理员相互交流，确定系统的软硬件配置并参与数据库各级模式的概要设计。

应用程序员负责为终端用户设计和编制数据库的应用程序，以便终端用户对数据库进行存取操作。

### (3) 终端用户 (End User)

主要是使用数据库的各级管理人员、工程技术人员及科研人员，一般为非计算机专业人员。

## 1.1.4 数据库系统体系结构

数据库系统是数据密集型应用的核心。从数据库管理系统的角度看，数据库系统体系结构一般采用三级模式结构。数据库系统设计员可在视图层、逻辑层和物理层对数据抽象，通过概念模式、外模式和内模式来描述不同层次上的数据特性。

### 1. 概念模式

又称为模式，是对数据库全体数据的逻辑结构和特征的描述，不涉及到数据物理存储、访问技术等细节，是数据库管理人员视图。概念模式的一个具体值称为模式的一个实例，实例反映的是数据库某一时刻的状态，所以是相对变动的。同一个模式可以有很多实例。

概念模式不仅要描述概念记录类型，还要描述记录间的联系和操作，数据的完整性、安全性等要求。概念模式不涉及存储结构、访问技术等细节。

### 2. 外模式

又称为子模式或用户模式，是用户与数据库系统的接口，是对数据库用户看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述。它由若干个外部记录类型组成，用户使用数据操纵语言DML对数据库进行操作，实际上是对外模式的外部记录进行操作。

描述外模式的数据定义语言称为“外模式DDL”。

### 3. 内模式

又称为存储模式，它描述数据的物理结构和存储结构，是数据在数据库内部的表示方式。内模式定义所有的内部记录类型、索引和文件的组织方式，以及数据控制方面的细节。

描述内模式的数据定义语言称为“内模式DDL”。

数据库体系结构分为3个级别：外部级、概念级和内部级。为了实现这3个抽象级别的转换，数据库系统在三级模式下提供了两级映射，即内模式/概念模式映射和概念模式/外模式映射。

#### • 内模式/概念模式映射

内模式到概念模式之间的映射提供了数据的物理独立性。数据的物理独立性是指当数据库的内模式发生改变时，数据的逻辑结构不变。当数据的物理结构发生了变化，只需改变模式/内模式映像，而使概念模式尽可能保持不变。也就是说数据的内模式改变，而模式可以不变，因而应用程序也不改变，达到了数据的物理独立性。

#### • 概念模式/外模式映射

概念模式到外模式之间的映射提供了数据的逻辑独立性。数据的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。数据的逻辑结构发生变化后，用户程序可以不变。如果数据库的概念模式要进行修改，那么外模式/模式映像也要做相应的修改，但外模式很可能保持不变，即达到了数据的逻辑独立性。



数据库的这种多层次的体系结构，提供了高度的数据独立性。其中数据库的全局逻辑描述是独立于其他所有结构的。在定义数据库结构时，应首先定义概念模式。内模式是将概念模式中定义的数据进行适当的组织并加以存储，实现较高的运行效率。

### 1.1.5 关系数据库

目前广泛使用的数据库软件都是基于关系模型的关系数据库管理系统。关系模型是现代数据库产品实现最广泛的模型，而且正是关系模型构成了SQL的基础。采用关系模型的数据库称为关系数据库。而关系数据库管理系统（RDBMS）就是管理关系数据库的计算机软件。

#### 1. 关系数据库的基本概念

关系数据库系统采用关系模型作为数据的组织形式，用表格结构表达实体集，以及实体集之间的联系，其最大特色是描述的一致性。关系模型是由若干个关系模式组成的集合，一个关系模式相当于一个记录型，对应于程序设计语言中类型定义的概念。

##### (1) 属性和域

属性是描述一个事物的若干特征。每个属性的取值范围对应一个值的集合，成为该属性的域。一般在关系数据模型中，限制所有的域都应是原子数据，要求每一个属性都不可再分。关系数据模型的这种限制称为第一范式条件。

##### (2) 关系的相关名词

###### • 候选码

若关系中的某一属性或属性组的值能唯一地标志一个元组，则称该属性或属性组为候选码。

###### • 主码

若一个关系有多个候选码，则选定其中一个为主码。

###### • 主属性

包含在任何候选码中的属性称为主属性。不包含在任何候选码中的属性称为非主属性。

###### • 外码

如果关系模式R中的属性或属性组不是该关系的码，但它是其他关系的码，那么该属性组对关系模式R而言是外码。

###### • 全码

关系模型的所有属性组是这个关系的候选码，称为全码。

##### (3) 关系的性质

一个基本关系具有以下5条性质：

- 分量必须取原子值，每一个分量必须是不可再分的数据项。
- 列是同质的，每一列中的分量是同一类型的数据，来自同一个域。
- 属性不能重名，每列为一个属性，不同的列可来自同一个域。
- 行列的顺序无关。
- 任何两个元组不能完全相同，这是由主码约束来保证的。

##### (4) 关系的3种类型

###### • 基本表

实际存在的表，是实际存储数据的逻辑表示。