



普通高等教育“十三五”规划教材

SQL Server数据库教程

SQL Server Shujuku Jiaocheng

韦鹏程 王 璐 吴海霞 主 编

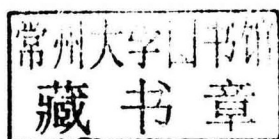


电子科技大学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

SQL Server 数据库教程

主 编	韦鹏程	王 璐	吴海霞
副主编	石 熙	李 志	陈 多
	李 莉	冉 维	赵梅思



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 数据库教程/韦鹏程,王璐,吴海霞主编. —成都:
电子科技大学出版社,2016.12
ISBN 978-7-5647-4124-2

I. ①S… II. ①韦…②五…③吴… III. ①关系数
据库系统—高等职业教育—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 324075 号

内容简介

本书全面讲述了数据库系统设计原理与 SQL Server 2014 的应用和开发。第 1~3 章讲述数据库的基本原理,包括数据库系统概述、关系数据库、关系代数、规范化理论以及数据库系统设计;第 4~7 章讲述数据库管理系统 SQL Server 2014 的实用技术,包括 SQL Server 2014 的基础知识、数据库的操作、表的操作和 T-SQL 语言以及数据查询;第 8~10 章讲述 SQL Server 2014 的数据库管理技术,包括游标、视图、函数、事务、锁定、存储过程、触发器、数据库的安全管理与维护;第 11 章讲述 SQL Server 2014 的数据库开发应用技术,通过开发实例介绍了 VB.NET 开发数据库的方法。

本书结构清晰,实例丰富,图文对照,浅显易懂,既可以作为本科院校数据库原理与应用课程的教程,也适合作为数据库原理与应用的自学教材和参考书。

SQL Server 数据库教程

主 编 韦鹏程 王 璐 吴海霞

出 版:电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:610051)

策划编辑:汤云辉

责任编辑:汤云辉

主 页:www.uestcp.com.cn

电子邮箱:uestcp@uestcp.com.cn

发 行:新华书店经销

印 刷:北京市彩虹印刷有限责任公司

成品尺寸:185mm×260mm 印张 15.5 字数 322 千

版 次:2017 年 1 月第一版

印 次:2017 年 1 月第一次印刷

书 号:ISBN 978-7-5647-4124-2

定 价:38.90 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话:028-83202463;本社邮购电话:028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

随着计算机科学技术的飞速发展,数据库技术成为了计算机科学技术发展最快的技术之一,同时也是应用最广泛的技术之一。数据库技术是信息系统的一种核心技术,是使用计算机对各种信息、数据进行收集和管理的重要手段。在信息管理自动化程度日益提高的今天,数据库技术越来越多的渗透到人们生活和工作的各个方面。在高等院校中,数据库系统不仅是计算机专业重要的必修课程之一,也是信息、自动控制、经济、电子商务等相关专业必不可少的计算机应用选修课程。

本书在参考了全日制高等学校本科数据库教学大纲的基础上,结合作者多年从事数据库课程教学体会和科研实践成果编写而成。本书以关系数据库系统为核心,全面系统地阐述了数据库系统的基本概念、基本原理和 SQL Server 2014 数据库管理系统的应用技术。教材由浅入深,理论联系实际,通过大量的实例,全面、深入地介绍了 SQL Server 2014 数据库管理系统的安装、操作、管理以及应用程序开发。

全书 4 个部分,共分 11 章。第一部分是数据库的基础理论,贯穿于本书的第 1 章至第 3 章数据库原理中;第二部分是数据库的实用技术,贯穿于本书的第 4 章至第 7 章数据库的基本操作中;第三部分是数据库的管理,贯穿于本书的第 8 章至第 10 章;第四部分是数据库的应用,贯穿于本书的第 11 章数据库系统的开发。具体内容如下。

第 1 章数据库系统概述。主要介绍数据库管理技术及发展、数据库技术的基本概念、数据库系统结构和数据模型等内容。

第 2 章关系数据库。主要介绍关系数据模型、关系代数、规范化等内容。

第 3 章数据库设计。主要介绍数据库设计的步骤、需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计、数据库的实施、数据库的运行和维护等内容。

第 4 章 SQL Server 2014 简介。主要介绍 SQL Server 2014 的特点、安装、运行和服务器等内容。

第 5 章数据库的操作。主要介绍以界面方式和命令方式创建、修改、删除数据库等内容。

第 6 章表和表数据操作。主要介绍表结构和数据类型、以界面方式创建表、以命令方式创建表、以命令方式操作表数据等内容。

第 7 章 T-SQL 语言基础与数句查询。主要介绍 T-SQL 语言基础、不同的数据查询等内容。

第 8 章游标、视图、函数、事务与锁定。主要介绍游标、视图、函数、事务与数据锁定



等内容。

第9章存储过程与触发器。主要介绍存储过程和触发器的使用等内容。

第10章数据库的安全管理。主要介绍SQL Server安全性概述、SQL Server中的数据加密和SQL Server中的CLR集成安全性等内容。

第11章数据库开发实例——网上选课管理系统。主要介绍网上选课系统的开发过程。

本教材适用于课改的教学模式,配套齐全,习题丰富,既可作为本科院校的数据库原理及应用的教材,也适合于高职高专学生自学数据库原理的教材和参考书。

本书由重庆第二师范学院的韦鹏程教授、王璐副教授和吴海霞教授担任主编,重庆第二师范学院的王璐、石熙、李志、陈多、李莉、冉维和重庆工程职业技术学院的赵梅思等教师参加编写,在此表示感谢。

由于时间仓促,加上编者水平有限,疏漏和不当之处恳请广大读者批评指正。

第一章 数据库系统概述	1
1.1 数据库管理技术及发展	1
1.2 数据库技术的基本概念	4
1.3 数据库系统结构	9
1.4 数据模型	12
1.5 本章小结	20
1.6 习题	20
第二章 关系数据库	21
2.1 关系数据模型	21
2.2 关系代数	25
2.3 规范化	31
2.4 本章小结	36
2.5 习题	37
第三章 数据库设计	41
3.1 数据库设计概述	41
3.2 需求分析	44
3.3 概念结构设计	45
3.4 逻辑结构设计	60
3.5 物理结构设计	67
3.6 数据库的实施	70
3.7 数据库的运行和维护	72
3.8 本章小结	73
3.9 习题	73
第四章 SQL Server 2014 简介	75
4.1 SQL Server 2014 之前版本	75



4.2	SQL Server 2014 服务器组件和管理工具	76
4.3	SQL Server 2014 的不同版本	77
4.4	SQL Server 2014 的安装步骤	80
4.5	SQL Server 2014 的运行	85
4.6	SQL Server 2014 服务器	88
4.7	本章小结	97
4.8	习题	97
第五章	数据库的操作	98
5.1	SQL Server 数据库及其数据库对象	98
5.2	以界面方式创建数据库	99
5.3	以命令方式创建数据库	102
5.4	本章小结	109
5.5	习题	109
第六章	表和表数据操作	110
6.1	表结构和数据类型	110
6.2	以界面方式创建表	115
6.3	以命令方式创建表	119
6.4	以命令方式操作表数据	123
6.5	本章小结	126
6.6	习题	127
第七章	T-SQL 语言基础与数句查询	129
7.1	T-SQL 语言基础	129
7.2	数据查询	148
7.3	本章小结	154
7.4	习题	154
第八章	游标、视图、函数、事务与锁定	156
8.1	游标	156
8.2	视图	161
8.3	函数	165
8.4	事务	174
8.5	数据锁定	178
8.6	本章小结	182



8.7 习题	183
第九章 存储过程与触发器	185
9.1 存储过程	185
9.2 触发器	197
9.3 本章小结	204
9.4 习题	205
第十章 数据库的安全管理	206
10.1 SQL Server 安全性概述	206
10.2 SQL Server 中的权限管理	207
10.3 SQL Server 中的数据加密	214
10.4 SQL Server 中的 CLR 集成安全性	215
10.5 AlwaysOn 简介	215
10.6 本章小结	216
10.7 习题	216
第十一章 数据库开发实例——网上选课管理系统	217
11.1 数据库应用系统的开发技术	217
11.2 数据库开发实例	221
11.3 数据库设计	222
11.4 数据库应用系统设计	227
11.5 本章小结	240
11.6 习题	240
参考文献	241

第一章 数据库系统概述

随着计算机科学技术的飞速发展，数据库技术已成为了计算机科学技术中发展最快的技术之一，同时也是应用最广泛的技术之一。数据库技术是信息系统的一种核心技术，是使用计算机对各种信息、数据进行收集和管理的重要手段。在信息管理自动化程度日益提高的今天，数据库技术越来越多的渗透到人们生活和工作的各个方面。数据库技术所研究的问题就是如何科学的组织和存储数据，如何高效的获取和处理数据。

本章主要介绍数据库技术的发展历史、数据库的基本概念、数据库系统结构和数据模型。

1.1 数据库管理技术与发展

数据库技术是随着信息社会对数据处理任务的需要而产生的。随着社会对数据处理任务的要求不断提高，数据库也随之产生并不断发展。在计算机应用领域中，数据处理越来越占主导地位，数据库技术的应用也越来越广泛。

数据管理是指对数据的分类、组织、存储、加工、检索、传递和维护等操作。数据量越大、数据结构越复杂，管理数据的难度就越大，要求数据管理的技术水平也就越高。从数据管理的角度看，数据库技术的发展经历了三个阶段：人工管理阶段、文件系统管理阶段和数据库系统管理阶段。

1.1.1 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代后期以前，计算机主要用于科学计算。当时的计算机从硬件上看没有磁盘等直接存取的设备，只有磁带、卡片和纸带等外部存储器；从软件上看没有操作系统和数据管理软件，数据处理的方式是批处理。这一阶段数据管理的主要特征是。

1. 不能长期保存数据

在 20 世纪 50 年代后期以前，计算机一般只有信息类研究机构里才有，当时由于存储设备（纸带、磁带）的容量有限，都是在做实验的时候暂存实验数据，做完实验

就把数据结果打在纸带或磁带上带走，所以一般不需要将数据长期保存。

2. 应用程序管理数据

数据并不是由专门的应用软件来管理，而是由使用数据的应用程序自己来管理。作为程序员，在编写软件时既要规定数据的逻辑结构，又要设计物理结构，包括数据的存取方式、输入输出方式等。

3. 数据不能共享

在人工管理阶段，每一个应用程序都是独立的，一组数据只能对应一个应用程序，即使要使用的数据已经在其他程序中存在，由于程序间的数据不能共享，因此程序与程序之间有大量的数据冗余。

4. 数据不具有独立性

应用程序只要发生改变，数据的逻辑结构或物理结构就相应地发生变化，因而程序员要修改程序就必须对数据的逻辑结构等做出相应的修改，给程序员的工作带来了很多负担。

1.1.2 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，计算机开始应用于数据管理方面。此时，计算机的存储设备不再是磁带和卡片，在硬件方面，已经有了磁盘、磁鼓等可以直接存取的存储设备。在软件方面，操作系统中已经有了专门的数据管理软件，称为文件系统。文件系统一般由三部分组成：与文件管理有关的软件、被管理的文件以及实施文件管理所需的数据结构。文件系统阶段存储数据就是以文件的形式来存储，由操作系统统一管理。文件系统阶段也是数据库发展的初级阶段，使用文件系统存储、管理数据具有以下 4 个特点。

1. 数据可以长期保存

有了大容量的磁盘作为存储设备，计算机开始被用来处理大量的数据并存储数据。

2. 有简单的数据管理功能

文件的逻辑结构和物理结构脱钩，程序和数据分离，使程序和数据有了一定的独立性，减少了程序员的工作量。由专门的软件，即文件系统进行数据管理，文件系统把数据组织成相互独立的数据文件，利用“按文件名访问，按记录进行存取”的管理技术，可以对文件进行修改、插入和删除的操作。

3. 数据共享能力差

由于每一个文件都是独立的，当需要用到相同的数据时，必须建立各自的文件，数据还是无法共享，也会造成大量的数据冗余。

4. 数据不具有独立性

在此阶段，数据仍然不具有独立性，当数据的结构发生变化时，必须修改应用程



序、文件的结构定义，而应用程序的改变也将导致数据结构的变化。

1.1.3 数据库系统管理阶段

20 世纪 60 年代后期以来，计算机管理的对象规模越来越大，应用范围越来越广泛，数据量急剧增长，同时多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合的要求越来越强烈，数据库技术便应运而生，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）。

用数据库系统来管理数据比文件系统具有明显的优点，从文件系统到数据库系统，标志着数据库管理技术的飞跃。

数据库系统管理阶段的特点主要有以下 4 个方面。

1. 采用复杂的结构化的数据模型

数据结构化是数据库与文件系统的根本区别。数据模型不仅描述数据本身的特征，更重要的是，它能够描述数据之间的联系，从而集成复杂的数据结构。例如，一个学生的基本信息记录文件，每个记录都有如图 1-1 所示的记录格式。

学号	姓名	性别	籍贯	年龄	系别	专业	联系方式
----	----	----	----	----	----	----	------

图 1-1 学生基本信息记录

通过数据的集成来统一计划和协调遍及各相关应用领域的数据资源，使得数据不再针对某个应用或某个程序，而是面向整个应用系统，具有整体的结构化。

2. 数据独立性高

数据的独立性包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的。磁盘上的数据如何存储是由 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，这样即使数据的物理存储改变了，应用程序也不用改变。

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。数据的逻辑结构改变，用户程序也可以不变。

数据和程序彼此独立，数据存储结构的变化尽量不影响用户程序的使用。数据与程序的独立是把数据的定义从程序中分离出去，加上数据由数据库管理系统管理，从而简化了应用程序的编制和程序员的负担。

3. 数据共享程度高、冗余度低

数据共享是数据集成的产物，是程序和数据分离的结果。数据库系统从整体角度描述数据，数据不再面向某个应用而是面向整个系统，因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据库中的重复数据被减少到最低程度，这样使得有限的存储空间可以存放更多的数据。数据共享可以大大减少数据冗余，节约存储空间，共享性高，易于扩充。



4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据库为多个用户和应用程序所共享，对数据的存取往往是并发的，即多个用户可以同时存取数据库中的数据，甚至可以同时存放数据库中的同一个数据，为确保数据库中数据的有效性和数据库系统的正常运行，数据库管理系统提供以下 4 个方面的数据控制功能。

数据安全性控制：防止因不合法使用数据而造成的数据泄露和破坏，保证数据的安全和机密。

数据完整性控制：系统通过设置一些完整性规则，以确保数据的正确性、有效性和相容性。

并发控制：多用户同时存取或修改数据库时，防止因相互干扰而给用户提不正确的数据，从而使数据库受到破坏。

数据恢复：当数据库被破坏或数据不可靠时，系统有能力将数据库从错误状态恢复到最近某一时刻的正确状态。

从文件系统发展到数据库系统是信息处理领域中的一个重大变化。在文件系统管理阶段，人们把算法和功能设计放到了重要的位置，数据处于从属的位置。在数据库管理阶段，数据库占据了中心的位置，程序是根据数据库的结构、存取、控制和管理等要求而设计的。表 1.1 给出了数据库管理技术发展的三个阶段在不同数据管理上的区别。

表 1.1 数据库管理技术发展三个阶段的比较

数据管理	人工管理	文件系统	数据库系统
应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模数据、分布数据的管理
硬件背景	无直接存储设备	磁带、磁盘	大容量磁盘、按需增容磁带机
软件背景	无专门管理的软件	利用 OS 的文件系统	由 DBMS 支撑
处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、批处理、分布处理
数据的管理者	用户管理	文件系统管理	DBMS 管理

1.2 数据库技术的基本概念

数据库系统作为信息系统的核心和基础，涉及一些常用的术语和基本概念。

1.2.1 数据

1. 数据

数据（Data）是数据库中存储的基本对象。数据是指对客观事物进行记录并可以



鉴别的符号,是对客观事物的性质、状态以及相互关系等进行记载的物理符号或这些物理符号的组合。它是可识别的、抽象的符号。

它不仅指狭义上的数字,还可以是具有一定意义的文字、字母、数字符号的组合、图形、图像、视频、音频等,也是客观事物的属性、数量、位置及其相互关系的抽象表示。例如,“0、1、2……”“阴、雨、下降、气温”“学生的档案记录、货物的运输情况”等都是数据。数据经过加工后就成为信息。

2. 信息

信息与数据既有联系,又有区别。数据是信息的表现形式和载体,可以是符号、文字、数字、语音、图像、视频;信息是数据的内涵,是加载于数据之上对数据作出的具有含义的解释。数据和信息是不可分离的,信息依赖数据来表达,数据则生动具体的表达出信息。数据是符号,是物理性的;信息是对数据进行加工处理之后所得到的,并对决策产生影响的数据,是逻辑性和观念性的。数据是信息的表现形式,信息是数据有意义的表示。数据本身没有意义,数据只有对实体行为产生影响时才成为信息。

在数据库系统中,为了存储和处理事物,要选择能够描述事物特征的一组数据组成一个记录。例如,在学生的学籍管理系统中,人们最感兴趣的是学生的姓名、性别、年龄、籍贯、所在系别,专业,入学时间等信息,那么就可以这样描述某个学生的档案记录:

(文果果,男,1998- 12- 21,湖北,计算机系,计算机科学技术专业,2016)

这些记录是数据,它们都可以经过数据化处理后被计算机识别。通过这些数据可以掌握该学生的基本信息,但却无法正确理解数据的含义。例如,数据 2016 的含义是什么,从数据中无法知道。语义解释是指对数据含义的说明,人们通过解释、推论、分析、综合等方法,从数据中所获得的有意义的内容称为信息。因此,数据与其语义信息是密不可分的。数据是信息存在的一种形式,只有通过解释和处理才能成为有用的信息。

1.2.2 数据库

数据库(Database, DB)是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库。严格来说,数据库是长期储存在计算机内、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据指的是以一定的数据模型组织、描述和存储在一起,具有尽可能小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性的特点并可在一定范围内为多个用户共享。

数据库有很多类型,从最简单的存储各种数据的表格到能够进行海量数据存储的大型数据库系统都在各个方面得到了广泛的应用。在信息化社会,充分有效地管理和利用各类信息资源,是进行科学研究和决策管理的前提条件。数据库技术是管理信息系统、办公自动化系统、决策支持系统等各类信息系统的核心部分,是进行科学研究和决策管理的重要技术手段。

1.2.3 数据库管理系统

数据库管理系统 (Database Management System) 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, 简称 DBMS。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。它可使多个应用程序和用户用不同的方法在同时或不同时刻去建立, 修改和询问数据库。大部分 DBMS 提供数据定义语言 DDL (Data Definition Language) 和数据操作语言 DML (Data Manipulation Language), 供用户定义数据库的模式结构与权限约束, 实现对数据的追加、删除等操作。

数据库管理系统是数据库系统的核心, 是管理数据库的软件。数据库管理系统就是实现把用户意义下抽象的逻辑数据处理, 转换成为计算机中具体的物理数据处理的软件。有了数据库管理系统, 用户就可以在抽象意义下处理数据, 而不必顾及这些数据在计算机中的布局 and 物理位置。

现今广泛使用的数据库管理系统有微软公司的 MS SQL Server、Access; 甲骨文公司的 Oracle、MySQL; IBM 公司的 DB2、Informix 等。

1. 主要功能

数据库管理系统的主要功能包括以下几个方面。

(1) 数据定义: DBMS 提供数据定义语言 DDL, 供用户定义数据库的三级模式结构、两级映象以及完整性约束和保密限制等约束。DDL 主要用于建立、修改数据库的库结构。DDL 所描述的库结构仅仅给出了数据库的框架, 数据库的框架信息被存放在数据字典 (Data Dictionary) 中。

(2) 数据操作: DBMS 提供数据操作语言 DML, 供用户实现对数据的追加、删除、更新、查询等操作。

(3) 数据库的运行管理: 数据库的运行管理功能是 DBMS 的运行控制、管理功能, 包括多用户环境下的并发控制、安全性检查和存取限制控制、完整性检查和执行、运行日志的组织管理、事务的管理和自动恢复, 即保证事务的原子性。这些功能保证了数据库系统的正常运行。

(4) 数据组织、存储与管理: DBMS 要分类组织、存储和管理各种数据, 包括数据字典、用户数据、存取路径等, 需确定以何种文件结构和存取方式在存储级上组织这些数据, 如何实现数据之间的联系。数据组织和存储的基本目标是提高存储空间利用率, 选择合适的存取方法提高存取效率。

(5) 数据库的保护: 数据库中的数据是信息社会的战略资源, 所以数据的保护至关重要。DBMS 对数据库的保护通过 4 个方面来实现, 包括数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制和数据库的安全性控制。DBMS 的其他保护功能还有系统缓冲区的管理以及数据存储的某些自适应调节机制等。

(6) 数据库的维护: 这一部分包括数据库的数据载入、转换、转储、数据库的重



组和重构以及性能监控等功能，这些功能分别由各个使用程序来完成。

(7) 通信：DBMS 具有与操作系统的联机处理、分时系统及远程作业输入的相关接口，负责处理数据的传送。对网络环境下的数据库系统，还应该包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能以及数据库之间的互操作功能。

2. 数据库语言

数据库语言是给用户提供的语言，包括两个子语言：数据定义语言和数据操作语言。SQL 语言就是一个集数据定义和数据操作语言为一体的典型数据库语言。现有大部分关系数据库系统产品都提供 SQL 语言作为标准数据库语言。

(1) 数据定义语言 (Data Definition Language, DDL)

数据定义语言包括数据库模式定义和数据库存储结构与存取方法定义两方面。数据库模式定义处理程序接收用数据定义语言表示的数据库外模式、模式、内模式及它们之间的映射的定义，通过各种模式翻译程序负责将它们翻译成相应的内部表示形式，存储到数据库系统中称为数据字典的特殊文件中，作为数据库管理系统存取和管理数据的基本依据；而数据库存储结构和存取方法定义处理程序接收用数据定义语言表示的数据库存储结构和存取方法定义，在存储设备上创建相关的数据库文件，建立起相应物理数据库。

(2) 数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML)

数据操作语言用来表示用户对数据库的操作请求，是用户与 DBMS 之间的接口。一般对数据库的主要操作包括：查询数据库中的信息、向数据库插入新的信息、从数据库删除信息以及修改数据库中的某些信息等。数据操作语言通常又分为两类：一类是嵌入主语言，由于这种语言本身不能独立使用，故称为宿主型的语言；另一类是交互式命令语言，由于这种语言本身能独立使用，故又称为自主型语言。

3. 例行程序

数据库管理例行程序随系统不同而各异，一般包括以下几部分。

(1) 语言翻译处理程序

语言翻译处理程序包括 DLL 翻译程序、DML 处理程序、终端查询语言解释程序和数据库控制语言的翻译程序等。

(2) 系统运行控制程序

系统运行控制程序包括系统的初启程序、文件读写与维护程序、存取路径管理程序、缓冲区管理程序、安全性控制程序、完整性检查程序、并发控制程序、事务管理程序、运行日志管理程序和通信控制程序等。

(3) 公用程序

公用程序包括定义公用程序和维护公用程序。定义公用程序包括信息格式定义、概念模式定义、外模式定义和保密定义公用程序等；维护公用程序包括数据装入、数据库更新、重组、重构、恢复、统计分析、工作日记、转储和打印公用程序等。

1.2.4 数据库系统

数据库系统（Data base System，DBS）通常由软件、数据库和数据管理员组成。其软件主要包括操作系统、各种高级语言、实用程序以及数据库管理系统。数据库由数据库管理系统统一管理，数据的插入、修改和检索均要通过数据库管理系统来进行。数据管理员负责创建、监控和维护整个数据库，使数据能被任何有权使用的人有效使用。

数据库系统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。计算机的高速处理能力和大容量存储器提供了实现数据管理自动化的条件。

数据库系统一般由 4 个部分组成，如图 1-2 所示。

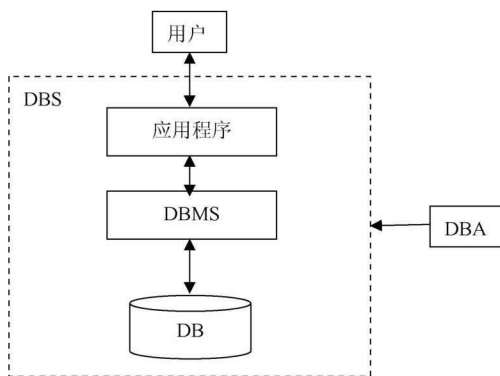


图 1-2 数据库系统的组成

（1）数据库（Database，DB）：长期存储在计算机内的，有组织，可共享的数据的集合。

（2）硬件：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：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一系列问题的系统软件。

（4）人员：主要有 4 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（Database Administrator，DBA），负责数据库的总体信息控制。DBA 的职责包括具体化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、数据库的重组和重构，以提高系统的性能。



1.3 数据库系统结构

数据库系统虽然是一个庞大复杂的系统，但它都有一个总的框架。数据库系统的结构可以有多种不同的层次或不同的角度。从数据管理系统的角度看，数据库通常采用三级模式结构，这是数据库管理系统的内部体系结构；从数据库最终用户的角度看，数据库系统的结构可分为集中式结构、分布式结构、客户端/服务器结构等，这是数据库系统的外部体系结构。这小节主要介绍数据库系统的内部体系结构，也就是大部分数据库系统采用的三级模式结构。

1.3.1 数据库系统的三级模式结构

数据库的体系结构分为三级：外部级、概念级和内部级，如图 1-3 所示，这个结构称为数据库的体系结构，有时亦称为三级模式结构或数据抽象的三个级别。虽然现在 DBMS 的产品多种多样，在不同的操作系统下工作，但大多数系统在总的体系结构上都具有三级结构的特征。从某个角度看到的数据特性，称为数据视图（Data View）。

外部级最接近用户，是单个用户所能看到的数据特性，单个用户使用的数据视图的描述称为外模式。概念级涉及到所有用户的数据定义，也就是全局性的数据视图，全局数据视图称为概念模式。内部级最接近于物理存储设备，涉及到物理数据存储的结构，物理存储数据视图的描述称为内模式。

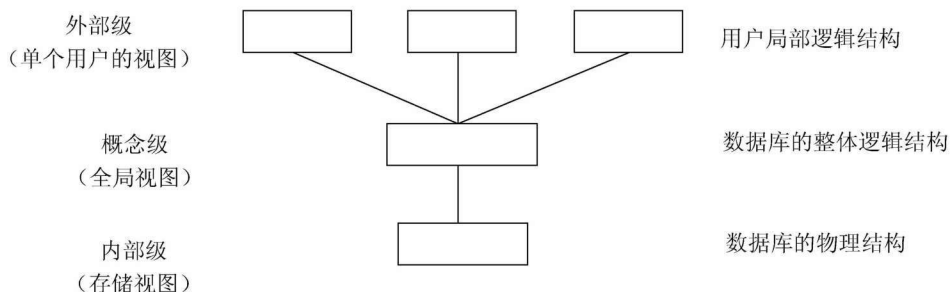


图 1-3 数据库的体系结构

数据库的三级模式结构是对数据的三个抽象级别。它把数据的具体组织留给 DBMS 去做，用户只要抽象地处理数据，而不必关心数据在计算机中的表示和存储，这样就减轻了用户使用系统的负担。

三级结构之间往往差别很大，为了实现这三个抽象级别的联系和转换，DBMS 在三级结构之间提供两个层次的映象（Mapping）：外模式/模式映象，模式/内模式映象。这里的模式是概念模式的简称。