



普通高等教育“十三五”规划教材

SQL Server 2008

数据库技术与应用教程

杨 永 田 枫 主 编
高新成 高 伟 副主编
刘显德 主 审

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十三五”规划教材

SQL Server 2008 数据库技术 与应用教程

杨 永 田 枫 主 编

高新成 高 伟 副主编

刘显德 主 审

中国石化出版社

内 容 简 介

《SQL Server 2008 数据库技术与应用教程》以 SQL Server 2008 为实验环境,介绍使用 SQL Server 2008 技术进行数据库管理与开发实践知识。全书共 12 章,主要内容包括数据库系统概论、SQL Server 2008 理论基础、数据库的管理、表的管理、Transact-SQL 程序设计、数据查询、视图与索引、存储过程与触发器、数据库的安全管理与数据库维护、数据库恢复、SQL Server 2008 数据库应用系统开发和 SQL Server 2008 实验指导。全书体系完整、结构合理、内容翔实、例题丰富、可操作性强,涵盖了数据库相关的主要知识。在编写过程中,力求做到概念清晰、取材合理、深入浅出、突出应用,为读者应用数据库技术进行数据管理打下良好基础。尤其是教材最后一章配有实验指导,以便帮助读者进一步巩固所学 SQL Server 数据库的知识。

本书既适合 SQL Server 2008 数据库初学者快速入门,也适合已有数据库基础的技术人员;既可作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 2008 数据库技术与应用教程 / 杨永, 田
枫主编. —北京: 中国石化出版社, 2017. 1
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5114-4383-0

I. ①S… II. ①杨… ②田… III. ①关系数据库系统
—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 320753 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市朝阳区吉市口路 9 号

邮编: 100020 电话: (010) 59964500

发行部电话: (010) 59964526

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 517 千字

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定价: 40.00 元

前 言

SQL Server 2008 是 Microsoft 公司于 2008 年正式发布的关系数据库管理系统,可满足企业、部门以及个人等各种用户完成信息系统、电子商务、决策支持和商业智能等应用需求。SQL Server 2008 在功能和安全方面较先前版本都有很大的提高,在易用性、可用性、可管理性、可编程性、动态开发和运行性能等方面都有着突出的优点,SQL Server 2008 赢得了众多客户的青睐,成为目前少数能够真正胜任从低端到高端任何数据应用的企业级数据平台之一,越来越多的企业开始将数据库开发平台转向 SQL Server 2008。

作者在总结多年对 SQL Server 系列产品的研究、使用和教学经验的基础上,参阅大量的资料,编写了这本《SQL Server 2008 数据库技术与应用教程》,旨在帮助广大读者全面了解和掌握 SQL Server 2008,为更好地应用 SQL Server 系列产品打下坚实的基础。

《SQL Server 2008 数据库技术与应用教程》以 SQL Server 2008 为实验环境,介绍使用 SQL Server 2008 技术进行数据库管理与开发实践知识。全书共 12 章,主要内容包括数据库系统概论、SQL Server 2008 理论基础、数据库的管理、表的管理、Transact-SQL 程序设计、数据查询、视图与索引、存储过程与触发器、数据库的安全管理与数据库维护、数据库恢复、SQL Server 2008 数据库应用系统开发和 SQL Server 2008 实验指导。全书体系完整、结构合理、内容翔实、例题丰富、可操作性强,涵盖了数据库相关的主要知识。在编写过程中,力求做到概念清晰、取材合理、深入浅出、突出应用,为读者应用数据库技术进行数据库管理打下良好基础。尤其是教材最后一章配有实验指导,以便帮助读者进一步巩固所学 SQL Server 数据库的知识。

本书既适合 SQL Server 2008 数据库初学者快速入门,也适合已有数据库基础的技术人员;既可作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员阅读参考。

本书由杨永、田枫主编，高新成、高伟副主编，刘显德教授主审。第1、第2和第3章由高新成编写，第4和第7章由高伟编写，第5、第6和第12章由杨永编写，第8至第11章由田枫编写，全书由杨永统稿。在编写过程中得到了计算机与信息技术学院刘晓明、潘俊辉等多名老师的指导与帮助，同时也参考了网上的一些真知灼见，中国石化出版社的编辑对本书的策划、出版做了大量工作，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2016年10月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	(1)
1.1 数据库系统概述	(1)
1.2 数据库系统结构	(8)
1.3 数据处理与数据模型	(11)
1.4 数据库技术的新发展	(18)
1.5 课后习题	(23)
第 2 章 SQL Server 2008 理论基础	(25)
2.1 SQL Server 2008 简介	(25)
2.2 SQL Server 2008 安装	(28)
2.3 SQL Server 2008 的管理平台	(37)
2.4 SQL 与 T-SQL 概述	(42)
2.5 课后习题	(44)
第 3 章 数据库的管理	(46)
3.1 SQL Sever 2008 数据库概述	(46)
3.2 创建数据库	(53)
3.3 修改数据库	(61)
3.4 删除数据库	(64)
3.5 分离数据库	(66)
3.6 附加数据库	(67)
3.7 课后习题	(69)
第 4 章 表的管理	(71)
4.1 SQL Server 2008 表的概述	(71)
4.2 表的创建与维护	(76)
4.3 表中数据的维护	(89)
4.4 课后习题	(91)
第 5 章 Transact-SQL 程序设计	(94)
5.1 数据与表达式	(94)
5.2 函数	(98)
5.3 流程控制语句	(102)
5.4 课后习题	(112)
第 6 章 数据查询	(114)
6.1 创建查询与测试查询	(114)
6.2 基本查询	(114)
6.3 数据汇总查询	(120)

6.4	嵌套查询	(122)
6.5	连接查询	(127)
6.6	查询结果的处理	(130)
6.7	课后习题	(133)
第7章	视图与索引	(135)
7.1	视图	(135)
7.2	视图中的数据操作	(140)
7.3	索引	(141)
7.4	课后习题	(146)
第8章	存储过程与触发器	(148)
8.1	初识存储过程	(148)
8.2	使用存储过程	(149)
8.3	其他存储过程	(159)
8.4	初识触发器	(163)
8.5	使用触发器	(166)
8.6	扩展练习	(175)
8.7	课后习题	(177)
第9章	数据库的安全管理	(178)
9.1	数据库安全性概述	(178)
9.2	管理 SQL Server 服务器安全性	(180)
9.3	SQL Server 角色管理	(190)
9.4	SQL Server 架构管理	(198)
9.5	SQL Server 权限管理	(204)
9.6	扩展练习	(208)
9.7	课后习题	(210)
第10章	数据库恢复	(212)
10.1	数据库备份的基本概念	(212)
10.2	数据库手动备份与恢复	(215)
10.3	数据库自动备份计划与恢复	(231)
10.4	课后习题	(248)
第11章	SQL Server 2008 数据库应用系统开发	(250)
11.1	应用系统功能简介	(250)
11.2	数据库表结构设计	(250)
11.3	程序设计	(251)
第12章	SQL Server 2008 实验指导	(288)
12.1	SQL Server 2008 的安装与配置	(288)
12.2	使用向导创建和删除数据库	(289)
12.3	使用 T-SQL 语句创建和删除数据库	(291)
12.4	使用向导创建和删除数据表	(293)

12.5	使用 T-SQL 语句创建、修改和删除表	(295)
12.6	数据更新操作	(301)
12.7	T-SQL 程序设计	(303)
12.8	SELECT 语句——简单查询	(305)
12.9	SELECT 语句——汇总查询	(308)
12.10	SELECT 语句——连接查询和子查询	(309)
12.11	创建和删除视图	(313)
12.12	创建和删除索引	(315)
12.13	导入导出数据	(316)
12.14	备份和恢复数据库	(318)
参考文献		(320)

数据库技术起源于 20 世纪 60 年代末,其主要目的是有效地管理和存取大量的数据资源。在数据库系统中,通过数据库管理系统对庞大纷杂的数据进行统一有效的管理。本书以 SQL Server 数据库为背景,介绍数据库的基本操作和数据库应用系统的开发方法,为广大读者开发出适用的数据库应用系统提供帮助。对于初学者而言,需要先了解一些基本理论知识,本章将主要介绍数据库系统的基本概念、体系结构、数据模型和数据库管理技术等相关基础知识。

1.1 数据库系统概述

20 世纪 60 年代末,美国系统发展公司在为海军基地研制的数据库中最早提到“Database”一词。从此,数据库系统开始起步发展。数据库技术的产生是社会实际需要推动的结果,而数据库技术要实现好的发展,就需要理论作为指导,同时数据开发和应用也推动了数据库理论的发展和完善。数据库系统的核心是建立在数据库技术上发展而来的数据管理系统,在计算机领域占据着举足轻重的位置。走进数据库应用领域,首先需要了解与数据和数据库相关的基本概念,以及数据管理技术的产生和发展历程。

1.1.1 四个基本概念

对于初学者来说,常常会接触到数据、数据库、数据库系统和数据库管理系统等名词,从字面上来看这几个名词很相近,但它们之间有着相互联系和区别。了解这些概念是学习数据库系统的基础。

1. 数据

数据(Data)是数据库中存储的基本对象。数据的概念不仅指狭义的数值数据,而且包括文字、声音、图形、图像和视频等一切能被计算机接收和处理的符号都可称为数据,一般认为,数据是描述事物的符号记录。数据在空间上传递称为通信(以信号方式传输),数据在时间上传递称为存储(以文件形式存取)。数据的含义称为数据的语义,数据与其语义是不可分的,这也是数据的一个主要特点。例如,93 是一个数据,它可以是学生某门课的成绩,也可以是某人的体重或者是某个专业学生的人数。

数据通常需要处理分析,未经过加工处理的数据只能看作是一种原材料,对人类活动起不到决策作用,它的价值只是在于记录了客观世界的事实。原始数据经过处理后,才产生了实质的变化,才能发挥应有的价值。人类对数据应用的发展史从某种程度上来讲也是人类发展史的一个缩影,人类对数据的应用程度的提高推动了人类的发展。

2. 数据库

数据库(Database, DB)是长期存储在计算机内、有组织和可共享的大量数据的集合。数据库产生于 20 世纪 60 年代,随着信息技术和市场的发展,特别是 20 世纪 90 年代以后,

数据管理不再仅仅是存储和管理数据，而是转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库从简单的存储数据表格，发展到能够存储海量数据的大型数据库系统，在各个方面都得到了广泛的应用。数据库不仅包括描述事物的数据本身，而且还包括相关事物之间的联系。数据库中的数据是从全局观点出发建立的，按一定的数据模型进行组织、描述和存储。其结构基于数据间的自然联系，从而可提供一切必要的存取路径，且数据不再针对某一应用，而是面向全组织，具有整体的结构化特征。

数据库因其现实使用意义，具有如下特点：

① 数据按一定的数据模型组织、描述和存储。数据库中的数据都是彼此之间有联系的，当数据进行存储时，要按一定的数据模型进行组织以表现这种联系。

② 可为各种用户共享。数据共享包含所有用户可同时存取数据库中的数据，也包括用户可以用各种方式通过接口使用数据库，并提供数据共享。

③ 数据的冗余度少。同文件系统相比，数据库实现数据共享，从而避免用户各自建立应用文件。减少了大量重复数据和数据冗余，维护数据的一致性。

④ 数据的独立性高。数据的独立性包括逻辑独立性(数据库的逻辑结构和应用程序相互独立)和物理独立性(数据物理结构的变化不影响数据的逻辑结构)。

⑤ 数据实现集中控制。文件管理方式中，数据处于一种分散的状态，利用数据库可对数据进行集中控制和管理，并通过数据模型表示各种数据的组织以及数据间的联系。

⑥ 数据一致性和可维护性。实现数据安全性控制、完整性控制和并发控制等相关控制，以确保数据的安全性和可靠性。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是一种操纵和管理数据库的大型复杂软件系统，是一种基础软件，用于建立、使用和维护数据库。DBMS 是位于用户和操作系统之间的一层数据管理系统，它用于科学的组织和存储数据、高效的获取和维护数据，实现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。

数据库管理系统主要有如下几个功能：

① 数据定义：DBMS 提供数据定义语言 DDL(Data Definition Language)，供用户定义数据库的三级模式结构、两级映像以及完整性约束和保密限制等约束。DDL 主要用于建立和修改数据库的库结构，它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中。

② 数据操作：DBMS 提供数据操作语言 DML(Data Manipulation Language)，供用户实现对数据的添加、删除、更新和查询等操作。

③ 数据库的运行管理：是指 DBMS 的运行控制和管理功能，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。

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、用户数据和存取路径等内容，需要确定以何种文件结构和存取方式在存储器上组织这些数据，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 对数据库的保护是通过数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制和数据库安全性控制四个方面来实现，DBMS 的其他保护功能还包括系统缓冲区的管理和数据存储的自适应调节机制等。

⑥ 数据库的维护：主要包括数据库的数据载入、转换、转储和数据库的重组重构，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、分时系统和远程作业输入的相关接口，负责处理数据的传送。对于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。

4. 数据库系统

数据库系统(Database 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、各种宿主语言、实用程序和数据库管理系统。数据库由数据库管理系统来统一管理，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。

数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑，它使得计算机应用从以科学计算为主转向以数据处理为主，从而使计算机得到广泛使用。相比文件系统，虽然文件系统也能处理持久数据，但它不能提供对任意部分数据的快速访问，而这对数据量不断增大的应用来说是非常重要的。由系统软件(数据库管理系统)来完成对任意部分数据的快速访问，而提供给用户的是简单易用的数据库语言。

数据库系统具有数据的结构化、数据的共享性好、数据的独立性好、数据存储粒度小、数据管理系统、为用户提供了友好接口等特点。数据库系统的出现使得普通用户能够方便地将日常数据存入计算机，并在需要的时候快速访问它们，从而使计算机走出科研机构进入到各行各业乃至家庭中。

1.1.2 数据库管理技术的发展

在计算机发展的早期，数据管理主要是以人工的方式进行管理，随着计算机硬件和软件的发展以及计算机应用范围的不断扩大，发展到文件系统才形成真正意义上的数据库，再到后来发展到数据库管理，数据库管理技术才真正成熟。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，利用计算机处理数据量很少，通常数据不做长期保存。当时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；软件也处于初级阶段，只有汇编语言，没有操作系统和数据管理方面的软件；数据处理方式基本是批处理。在这个阶段，对数据的管理全部由程序员来完成，数据与程序相互依存成为一个不可分割的整体，导致应用程序的设计与维护负担繁重。这个阶段数据管理有以下几个特点：

① 数据无法长期保存。

② 计算机系统不提供对用户数据的管理功能。用户在编制程序时，必须全面考虑相关的数据，包括数据的定义、存储结构和存储方法等。程序和数据相互依赖，如果数据脱离了程序就没有了任何存在的价值，即数据无独立性。

③ 只有程序的概念，没有文件的概念，数据的组织形式必须由程序员自行设计。

④ 数据不能共享，不同的程序均有各自的数据。即使不同的程序使用了相同的一组数据，这些数据也不能共享，在程序中仍然需要各自加入这组数据，不能省略。这样导致程序与程序之间存在大量的重复数据，浪费存储空间。

⑤ 数据与程序是一个整体。数据只为本程序所使用，数据只有与相应的程序一起保存才有价值，否则毫无用处。

以学校的信息管理为例，在人工管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-1 所示。

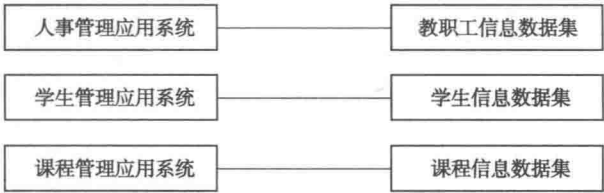


图 1-1 程序和数据的关系

2. 文件管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代后期，随着处理数据量大幅增多，计算机开始大量用于数据的存储、检索和维护等数据管理工作。同时，外部存储器已有磁盘、磁鼓等直接存取存储设备；软件领域出现了高级语言和操作系统，操作系统中的文件系统是专门管理外存的数据管理软件，通过文件系统对文件中的数据进行存取和管理，实现了数据的文件管理形式。数据处理的方式有批处理，也有联机实时处理，这些技术的进步为计算机处理数据提供了有力条件。

文件系统为程序和数据之间提供了一个公共接口，使应用程序采用相同的方法来读取和存储数据，程序和数据之间相互独立。同时，文件的逻辑结构和存储结构有着明显的区别，一般程序不会因数据的存储结构变化而受到影响，程序员主要专注算法设计工作，极大地减少了维护程序的工作量。这一阶段的数据管理有以下特点：

① 数据以“文件”形式可长期保存在外部存储器的磁盘上。由于计算机的应用转向了信息管理，因此对文件要进行大量的查询、修改和插入等操作。

② 数据的逻辑结构和物理结构有了区别。程序与数据之间具有“设备独立性”，即程序只需用文件名就可以进行数据操作，不必担心数据的物理位置，由操作系统的文件系统提供读取和写入等存取方法。

③ 文件组织已多样化。有索引文件、链接文件和直接存取文件等，但文件之间存在相互独立和缺乏联系等问题，数据之间的联系需要通过程序去构造。

④ 数据不再属于某个特定的程序，可以重复使用，即数据面向应用。但是文件结构的设计仍然基于特定的用途，程序基于特定的物理结构和存取方法。因此，程序与数据结构之间的相互依赖关系并没有发生改变。

⑤ 对数据的操作以记录为单位。由于文件中只存储数据，不存储文件记录的结构描述信息，文件的建立、存取、查询、插入、删除和修改等操作都要通过程序来实现。

文件管理阶段是数据管理技术发展中的一个重要阶段。在这一阶段中，随着数据管理规模的扩大，数据量急剧增加，文件系统显露出了三个明显的问题：

① 数据冗余量大。由于数据文件与应用程序相互对应，当不同的程序需要使用相同数据时，就会有多个相同数据的独立文件，数据得不到共享，直接产生大量冗余数据，并且数

据修改也会非常复杂，容易导致数据不一致性。

② 数据独立性差。文件系统中应用程序与数据相互依赖，结构组织也相互关联，如果更改了数据的组织形式，程序也要做相应改动，这无疑将加大程序员的工作负担，同时也不利于系统扩展和推广。

③ 数据统一管理性差。在一个应用项目中无法对数据统一管理，数据的完整性和安全性难以保证。通常使用大量程序代码维护数据，导致程序体积庞大，编写复杂繁琐。

以学校信息管理为例，在文件管理阶段，应用程序与数据文件的关系如图 1-2 所示。



图 1-2 应用程序与数据文件的关系

3. 数据库管理阶段

在 20 世纪 60 年代末，各国经济飞速发展，计算机管理应用的需求不断增加，应用程序的数据量急剧增加，数据共享性需求更强。同时，随着具有数百兆容量和快速存取的磁盘陆续进入市场，磁盘等硬件的价格不断下降；相反，软件的价格在不断上升，编制和维护软件所需要的成本相对增加，其中维护成本更高。这些都成为数据管理从文件管理阶段发展到数据库管理阶段的推动力。

数据库管理阶段的标志就是把数据交给数据库管理系统进行统一的控制和管理。所有应用程序的数据都在数据库管理系统中汇集，使用统一的数据模型，将数据以文件的方式存放在数据库中，同时为应用程序提供插入、修改、删除和查询等数据操作。这一阶段的数据管理有以下特点：

① 数据结构化。数据结构化是数据库系统与文件系统之间的根本区别。数据库中的数据存放在很多单独的数据文件中，文件内的数据以一定的结构组织在一起，文件之间也存在相互的联系，数据库是一个整体，能够满足管理大量数据的需求。

② 数据共享性高。数据共享是指数据不再面向某个应用而是面向整个系统，使得多个用户能同时使用同一个数据而相互之间不影响。例如，在一个学校中，学校、教师、学生都要查看和使用学生成绩信息，而学生的成绩信息只存储一份，减少了数据冗余，节约了存储空间，避免了数据之间的矛盾性。

③ 统一控制和管理数据。利用数据库管理系统实现对数据定义、操作、统一管理和控制，使程序和数据间保持高度的独立性，数据的完整性和安全性得到最大限度的保障。

在数据库管理阶段，学校信息管理系统的程序和数据之间的依赖关系如图 1-3 所示。



图 1-3 应用程序与数据的关系

1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统把计算机硬件、软件、数据和人员整合起来，统称为信息管理的整体。具体可细分为硬件、数据库、操作系统、数据库管理系统、数据库开发工具、数据库应用系统和人员等，数据库系统各元素的层次结构如图 1-4 所示。同时，数据库系统可归类分为硬件、数据库、软件和数据库系统有关人员。

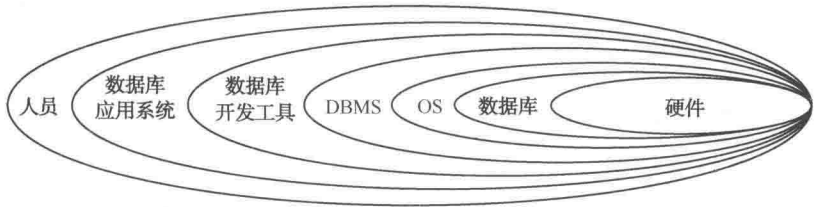


图 1-4 数据库系统层次结构

1. 硬件

在数据库系统中，计算机硬件是数据库系统的物质基础，用于存储数据和运行数据库管理系统，主要包括主机、存储设备、打印设备和输入输出设备等硬件资源。

2. 数据库

数据库是按照数据结构来组织、存储和管理数据并建立在计算机存储设备上的仓库。数据库中的数据指的是以一定的数据模型组织、描述和储存在一起，具有尽可能小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性等特点，并可在一定范围内为多个用户共享。

3. 软件

数据库系统中的软件主要包括操作系统、数据库管理系统、数据库开发工具和数据库应用系统等内容。其中，操作系统是用户和计算机的接口，为数据库开发、管理和应用提供必要的服务和相应的接口；数据库管理系统是数据库系统的核心软件之一，它为用户或应用程序提供访问数据库的方法，包括数据库的建立、查询、更新及各种数据控制；数据库系统将用户、应用程序与数据库数据相互隔离，对数据库中数据资源进行统一管理和控制，其功能的强弱是衡量数据库系统性能优劣的主要指标。

数据库应用系统是指开发人员利用数据库系统资源开发出具有实际应用的软件系统，通常被分为管理信息系统和开放式信息服务系统两类。其中，管理信息系统是利用计算机硬件、软件和网络通信等设备进行信息的收集、传输、加工、存储、更新、拓展和维护的系统，主要用于面向内部提供信息查询；开放式信息服务系统是以展示数据为基础的数据库系统，满足不同用户的数据需求，主要用于面向外部进行信息公示。

4. 数据库系统有关人员

数据库系统的有关人员主要有数据库管理员 (Database Administrator, DBA)、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和终端用户。

① 数据库管理员。是从事管理和维护数据库管理系统的相关工作人员的统称，主要负责业务数据库从设计、测试到部署交付的全生命周期管理。核心目标是保证数据库管理系统的稳定性、安全性、完整性和高性能。

② 系统分析员。主要负责数据库应用系统的需求分析和规范格式，需要与用户及数据库管理员共同确定系统的软硬件配置参数，并参与设计数据库系统的概要内容。

③ 数据库设计人员。主要负责确定数据库中数据内容及设计数据库各级模式。先参与用户需求调查和系统分析，然后再完成数据库设计。通常情况下，数据库设计人员同时兼任数据库管理员。

④ 应用程序员。主要负责设计和编写应用系统的程序代码，同时兼顾程序调试和系统安装等工作。

⑤ 终端用户。是指通过应用系统的用户接口使用数据库的人。通常采用浏览器、菜单驱动、表格操作、图形显示和报表书写等方式。

综上所述，数据库中包含的数据是指存储介质中数据文件的集合；每个用户都可以使用这些数据，不同用户使用的数据可以重合，同一组数据也可以为多个用户共享；数据库管理系统为用户提供对数据的存储组织和操作管理等功能；用户通过应用程序和数据库管理系统完成对数据库系统的操作与应用。

1.1.4 数据库系统的特点

数据库系统的出现在人类的信息化、现代化进程中起到了至关重要的作用，大大提高了人类生产生活水平，其在数据管理和应用中有着明显优势，具体特点如下。

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。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，而且整体也是结构化，数据之间有联系。数据库中实现的是数据真正的结构化，不同于以往的数据存储，数据的结构用数据模型描述，无需程序定义和解释。在数据库系统中数据的最小存取单位是数据项，而且数据可以变长，这是非结构化数据所做不到的。

2. 数据的共享性高，冗余度低，易扩充

数据库系统中的数据是面向多个用户多个应用程序的，不同的用户和程序对数据访问时相互之间是不受影响的。数据库管理系统提供的并发和协调机制，可以保证在多个用户或应用程序访问、存取和操作数据库中的数据时，相互之间不产生冲突，从而保证数据的完整性和安全性。同时，易于系统扩充，在数据层面上对添加新功能表现得非常友好。数据库中的数据避免了数据重复存储的问题，减少了数据冗余，节约了存储空间。

3. 数据独立性高

在数据库系统中，用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中数据是相互独立的，当数据的物理存储改变时，应用程序不用改变，这样就做到了数据的高物理独立性。同时，应用系统和数据库的逻辑结构也是相互独立的，也就是说不管数据以怎样的结构进行存储，应用程序都能进行数据的操作，即数据的逻辑结构改变了，用户程序也可以不变，在实际应用中具有较高的数据独立性。

4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据的控制和管理全部交给 DBMS 完成，DBMS 能够为数据提供安全性防护，保护数据，防止不合法的使用造成数据的泄密和破坏；能够为数据提供完整性检查，将数据控制在有效的范围内，或保证数据之间满足一定关系；能够为数据提供并发控制，对多用户的并发操作加以控制和协调，防止相互干扰而得到错误的结果；能为数据提供数据恢复支持，将数据库从错误状态恢复到已知的正确状态。

1.2 数据库系统结构

数据库系统的结构和观察的角度有关。从数据库管理系统的角度看，数据库系统采用三级模式结构，属于数据库管理系统内部的系统结构。从最终用户角度看，数据库系统的结构分为集中式结构、分布式结构、客户/服务器结构和并行结构等，属于数据库系统外部的体系结构。下面介绍数据库系统的三级模式结构和数据库系统的体系结构。

1.2.1 数据库系统的模式结构

数据库系统的三级模式结构最早于 1978 年由美国国家标准协会 (American National Standards Institute, ANSI) 数据库管理系统研究小组提出的，主要由外模式、模式和内模式三级组成。其目的在于有效地组织和管理数据，提高数据库的逻辑独立性和物理独立性。数据按外模式的描述提供给用户，按内模式的描述存储在磁盘中，而模式提供了连接这两级的相对稳定的中间观点，并使得两级中任何一级的改变都不受另一级的牵制。数据库系统三级模式结构如图 1-5 所示。

1. 外模式

外模式 (External Schema) 也称用户模式，是用户与数据库系统的接口，对用户用到数据的描述。外模式由若干个外部记录型组成，通常是模式的子集。由于每个用户均需使用一个外模式，用户对数据的需求也不相同，所以多个用户可以有多个不同的外模式。每个外模式可为多个用户使用，而同一个用户也可以使用不同的外模式，但每一个应用程序只能使用一个外模式。外模式是保证数据库安全的一个有力措施，因为每个用户只能看到和访问所对应的外模式中的数据，数据库中的其余数据则是不可见的。DBMS 提供外模式描述语言 (外模式 DDL) 来严格定义外模式。

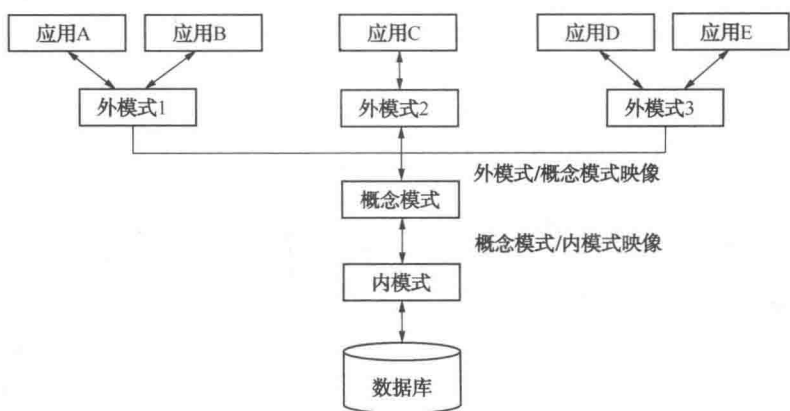


图 1-5 数据库系统三级模式结构

2. 模式

模式 (Schema) 也称概念模式，是数据库中全体数据的逻辑和特征的描述，是所有用户的公共数据视图，它仅仅涉及到模型的描述，不涉及到具体的值。模式的一个具体赋值称为模式的一个实例 (Instance)，同一个模式可以有很多实例。模式反映的是数据的结构及联系，实例反映的是数据库某一时刻的状态，一个数据库只有一个模式。数据库模式以某一种数据

模型为基础，统一考虑了所有用户的需求，并将这些需求有机地结合成一个逻辑整体。当定义模式时，既要定义数据的逻辑结构，还要定义数据间的联系，以及与数据有关的完整性和安全性等。描述模式的数据语言称为模式 DDL。

3. 内模式

内模式 (Internal Schema) 也称存储模式，是数据库在物理存储方面的描述，它定义所有的内部记录型、索引和文件的组织方式，以及数据控制方面的细节。内部记录并不涉及到物理设备的约束。比内模式更接近物理存储和访问的软件机制是操作系统的文件系统，如从磁盘读数据或写数据到磁盘上的操作等。DBMS 提供内模式描述语言 (内模式 DDL) 来严格定义内模式。

总之，在三级模式结构中，模式是数据库的中心与关键，其独立于数据库的其他层次，设计数据库时应首先确定数据库的模式。数据库的内模式依赖于模式，但独立于数据库的外模式，也独立于具体的存储设备。它将模式中多定义的数据结构及其联系按照一定的物理存储策略进行组织，以获取较好的时间与空间效率。数据库的外模式面向具体的应用程序，它定义在模式之上，但独立于内模式和存储设备。当应用需求变化较大时，相应外模式不能满足其视图要求，则应修改该外模式，所以设计外模式时应尽可能地考虑到应用的扩展性。

1.2.2 模式映射与数据独立性

数据库系统的三级模式是将对应数据抽象出三个级别，将数据的具体组织交给 DBMS 去处理，用户不必关心数据在计算机中的存储形式。数据库系统在三级模式之间建立了两层映像，即外模式/模式的映像和模式/内模式的映像，正是这两层映像保证了数据库系统具有较高的数据独立性，包括物理数据独立性和逻辑数据独立性。

1. 外模式/模式的映像

模式描述的是数据的全局逻辑结构，外模式描述的是数据的局部逻辑结构。同一个模式可以有多个外模式。对于每一个外模式，数据库系统都有一个外模式/模式映像。当模式改变时，如增加记录型或增加字段，则只相应修改外模式/模式映像，可以使外模式保持不变。应用程序是依据外模式编写的，所以应用程序不必修改，从而保证了数据与应用程序的逻辑独立性，简称逻辑独立性。

2. 模式/内模式的映像

数据库中只有一个模式，也只有一个内模式，因此模式/内模式映像是唯一的，它定义了数据库全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。如果数据库的内模式要修改，则由数据库管理员对模式/内模式映像作相应改变，可以使模式保持不变，从而应用程序也不必改变。这样，保证了数据与程序的物理独立性。

数据与应用程序之间的独立性，使得数据的定义和描述可以从应用程序中分离出来。此外，数据的存取由 DBMS 管理，用户不必考虑存取路径等细节，简化了应用程序的编写，减少了应用程序的维护。数据库的三级模式结构，使数据库系统达到了高度的数据独立性，但增加了系统的开销，要在系统中保存三级结构和两级映像的内容，并进行管理；同时，用户与数据库之间的数据传输要在三级结构中来回转换，也增加了时间开销。随着计算机性能的提高和操作系统的不断完善，数据库系统的性能会越来越好。