



普通高等教育“十二五”规划教材

天津市教育科学“十二五”规划课题研究成果

数据库原理与应用 (SQL版)

佟勇臣 边奠英 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



规划教材

“五”规划课题研究成果

数据库原理与应用 (SQL版)

编 著 佟勇臣 边莫英
主 审 王保旗



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材,也是天津市教育科学“十二五”规划课题研究成果。本书共分三个部分。第一部分讲述数据库原理与设计,通过简明易懂的语言,阐明了数据库理论中最基本的内容,为数据库技术的学习准备了必要的理论基础。第二部分阐述了数据库技术的应用,用通俗的语言论述了数据库技术的要点与设计方法。这两部分都配有例题和习题,各章重点部分除了讲解详细、易懂之外,还用例题讲解了应用方法。第三部分是上机实验指导,上机指导给出了实验的内容和与之相关的章节,书中的例题及程序均上机调试通过。本书既讲述了理论基础,又阐明了应用技术的要点与使用方法。

本书可作为普通高等教育本、专科相关专业数据库课程的教材,也可作为数据库技术爱好者或初学者的自学、参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用:SQL版/佟勇臣,边冀英编著. —北京:
中国电力出版社,2012.7

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-3349-9

I. ①数… II. ①佟…②边… III. ①数据库系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第169908号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012年8月第一版 2012年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 23.25印张 567千字

定价 39.80元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本书是作者多年从事“数据库原理与应用”课程教学经验的结晶,是在作者十多年教授该课程的授课讲义基础之上,结合现今数据库技术的发展及高校课程改革的要求,编著而成。因此,本书具有以下特点。

(1) 言简意明,通俗易懂。本书对概念的阐述明确,重点突出,重点、难点部分着重论述。在数据库理论的阐述上,以必需、够用为度,以满足应用技术的教学需要为限。在数据库技术的论述上,以数据库技术使用的教学需要为基准,着重强调对学生的数据库技术运用能力的培养。

(2) 尊重认识规律。本书内容的安排循序渐进,深入浅出。以具体实例和实际应用引路、分析和阐明数据库技术的概念和原理,尽量避免抽象的理论讲解,由感性到理性地安排和组织教材的内容,以利于学生掌握和运用。

(3) 例题、习题和实验内容丰富。通过这些内容的合理安排,结合习题和实验,使学生能在较短的时间内,掌握数据库技术的应用。

(4) 本书的例题都在 SQL Server 2005 系统中调试、运行通过。

(5) 采用现代的教学理念,引导学生掌握最新的技术与成果,激发学生的学习热情和兴趣,使学生能够深入学习相关的知识,掌握和应用相关的理论与技术。

在本书的编写过程中,编者充分考虑到数据库技术初学者的学习,尤其是本科学生和求较高的高职学生的学习、使用特点,将本书的内容分成三个组成部分:第一部分讲述数据库的理论基础,用简明易懂的语言,阐述了数据库理论的最基本内容;第二部分讲述了数据库应用技术,用通俗的语言论述了数据库技术的要点与设计方法;第三部分是上机实验指导部分。前两个部分都有例题和习题与之配合,各章重点部分除了讲解详细之外,还用例题讲解了使用方法;第三部分是帮助学生理解各章内容的上机指导,给出了实验的内容和与之相关的章节,各章例题的解答均上机调试通过。书中各章习题均有详细解答,编程题代码也已上机调试通过,可在出版社网站 <http://jc.cepp.sgcc.com.cn> 上下载。

本书可作为普通高等学校本、专科相关专业数据库课程的教材,也可作为数据库爱好者、初学者的自学、参考用书。

本书由佟勇臣、边莫英编著,参与本书编写的还有董翔英(编写了4、5和9章)、么家欣、李金虎和杨慧贤等教师,由佟勇臣统稿。全书由王保旗审稿。在此一并表示感谢。

编 者

2012年5月

目 录

前言

第一篇 关系数据库原理与设计

第1章 数据库系统概论	1
1.1 数据库技术的发展	1
1.2 数据库系统组成	6
1.3 数据库逻辑结构	10
1.4 数据库管理员与管理系统	12
1.5 数据模型	18
小结	23
习题一	24
第2章 关系数据库数学基础	27
2.1 关系定义	27
2.2 关系数学与关系语言	29
2.3 关系语言的评价	44
2.4 关系数据库理论基础	45
2.5 关系模式的完整性规则	52
小结	54
习题二	55
第3章 关系数据库设计与保护	58
3.1 关系数据库设计概述	58
3.2 关系数据库规划与需求分析	61
3.3 关系数据库概念模型设计	65
3.4 关系数据库逻辑结构设计	67
3.5 关系数据库物理设计	72
3.6 关系数据库数据组织与试运行	74
3.7 关系数据库运行与维护	75
3.8 关系数据库安全与保护	75
小结	81
习题三	82

第二篇 关系数据库应用

第4章 SQL Server 基础	87
4.1 数据库技术概述	87
4.2 SQL 语言概述	88
4.3 SQL Server 系统简介	90
4.4 常量与变量	95
4.5 运算符与表达式	101
4.6 常用函数	104
小结	113
习题四	114
第5章 数据库与表管理	117
5.1 数据库文件组成与逻辑结构	117
5.2 数据表逻辑结构	122
5.3 数据库与表创建	125
5.4 数据库与表维护	137
小结	157
习题五	157
第6章 数据查询	160
6.1 基本查询	160
6.2 高级查询	167
6.3 数据视图	178
6.4 用索引提高查询效率	188
小结	200
习题六	201
第7章 SQL Server 程序设计	203
7.1 T-SQL 程序设计概述	203
7.2 游标及其应用	216
7.3 存储过程及其应用	230
7.4 触发器及其应用	244
7.5 事务处理	253
7.6 用户自定义函数	260
小结	268
习题七	268
第8章 数据库的安全管理	272
8.1 数据库安全管理概述	272
8.2 SQL Server 系统安全机制	273
8.3 账号管理	275
8.4 角色管理	280

8.5 数据库权限管理	290
小结.....	297
习题八.....	298
第9章 数据库备份与数据复制	303
9.1 数据库备份	303
9.2 数据库还原	313
9.3 数据复制	320
9.4 配置复制	322
9.5 与其他数据文件系统的交换	324
9.6 用户数据库的分离与附加	326
小结.....	330
习题九.....	330

第三篇 SQL Server 上机指导

第10章 SQL Server 实验环境简介	334
10.1 SQL Server 2005 系统的安装	335
10.2 常用管理工具的功能与基本操作.....	342
小结.....	352
第11章 SQL Server 上机实验指导	354
实验一 SQL Server 系统安装环境与安装过程	354
实验二 SQL Server 系统界面	354
实验三 数据库、表的建立与访问.....	355
实验四 数据库、表的基本维护.....	355
实验五 数据查询.....	356
实验六 数据视图.....	356
实验七 数据索引.....	357
实验八 程序设计初步与选择结构.....	357
实验九 循环结构.....	358
实验十 游标与存储过程.....	358
实验十一 触发器与事务处理.....	358
实验十二 用户自定义函数.....	359
实验十三 数据库安全.....	359
实验十四 数据的备份与还原.....	360
实验十五 数据的复制.....	360
实验十六 数据交换.....	361
附录 实验报告格式	362

参考文献	363
-------------------	------------

第一篇 关系数据库原理与设计

本篇将着重介绍数据库系统涉及的基本概念、基本理论与基本设计方法。这些理论知识对于深入理解数据库的内涵,掌握数据库设计方法和数据库技术的应用是非常必要的。数据库原理可以使数据库开发人员从理论的高度去开发、设计数据库系统;可以使数据库管理员在数据库理论的基础上管理和维护数据库。

第1章 数据库系统概论

知识点

- 数据库、数据库系统、数据库管理系统
- 数据描述语言与操作语言
- 数据模型、存储模式与视图

难点

- 数据库管理系统的作用、数据字典的内容与作用
- 关系模型、数据库视图、三级模式与两级映射

要求

熟练掌握以下内容:

- 数据库管理系统的组成与作用
- 数据库管理系统的数据字典与日志
- E-R图与关系模型的转换
- 数据库的视图与映射

了解以下内容:

- 数据库技术的发展史

1.1 数据库技术的发展

数据库技术是在数据管理技术的基础上发展起来的,根据数据管理技术的各种指标,如数据独立性、数据的冗余度、数据的安全性、数据的完整性以及数据之间的联系,数据库技术的发展可以分为三个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。数据库技术是数据管理技术的最高形式。

1.1.1 人工管理阶段

人工管理阶段为 20 世纪 60 年代之前的时期，当时的计算机系统只能提供数据的输入、输出操作，对数据的逻辑组织与物理组织结构没有区别，基本相同。如图 1.1 所示，

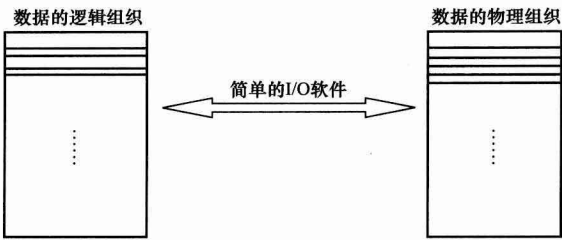


图 1.1 人工管理的数据组织

在人工管理的数据组织时，数据库设计人员须考虑数据的存储方式和组织方法。当数据的物理组织或存储设备改变时，应用程序必须跟着改变。在一般情况下，一组数据只能对应一个应用程序，各个应用程序之间不能共用数据。在这种情况下，将造成大量的数据重复，给数据的正确、有效地使用造成了很多的困难。

总之，人工管理阶段的主要缺点是数据不能保存，没有专门的系统对数据进行管理，数据的物理组织与存储形式对应用程序有很大的影响，造成数据的冗余度大、独立性差。

1.1.2 文件管理阶段

1. 文件管理系统的特点

在 20 世纪 60 年代之后发展起来的文件管理系统，提供了对用户数据进行管理的方法，它负责对用户的数据文件进行专门的管理。文件管理系统具有以下特点。

(1) 数据的逻辑组织形式与物理组织之间有了很大的区别，用户数据具有一定的物理独立性，文件系统的数据组织如图 1.2 所示。当数据的物理组织改变时，可以不影响逻辑组织形式。物理组织与逻辑组织之间有专门的存储方法进行转换。用户只需考虑数据的逻辑表示形式，不用考虑数据的物理组织方法，即数据的物理存储形式的改变，不影响数据的逻辑形式。

(2) 数据以文件的形式存储在外存储器上，实现了以文件为单位的数据共享。用户可以对数据进行修改、插入、删除和查询等操作。

(3) 数据文件的逻辑组织与应用程序紧密相关。当数据结构需要修改时，应用程序也要做相应的变更；反之当应用程序需修改和扩充时，数据结构也要做相应的改变，这对数据的维护是非常不便的。用户数据文件的组织形式有多种：顺序文件、索引文件和直接存取文件等，如图 1.2 所示。

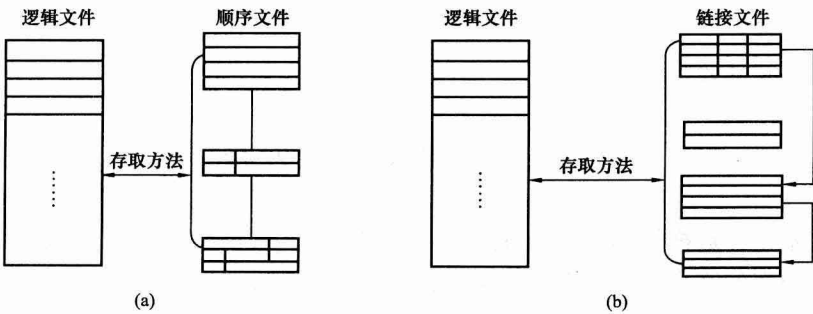


图 1.2 文件系统的数据组织

2. 文件管理系统的缺点

文件管理系统的缺点主要有以下几点。

(1) 数据无集中管理,数据的逻辑组织形式与应用程序关系太密切,不能做到数据的逻辑独立。

(2) 没有实现以记录或数据项为单位的数据共享。

(3) 用户数据文件不易扩充,修改费时,维护困难。

(4) 数据冗余大,存储空间浪费严重。

此阶段的数据文件系统是一个无弹性、无结构的数据集合,它不能反映现实事物之间的内在联系。

1.1.3 数据库系统阶段

20 世纪 70 年代以后,随着计算机广泛地应用,人们对数据管理提出了更高的要求,希望对数据的管理更方便,数据共享更广泛;用户的应用程序与数据的逻辑组织形式、物理存储无关,即数据独立性更彻底;数据的管理能够集中、统一地进行;用户应用系统的开发更加简便,维护更容易等。

数据库技术正是为了满足用户的上述要求而开发的,它提供了广泛的数据共享,彻底的数据独立性,最小的数据冗余,方便的用户接口,集中统一的数据管理等。这个阶段的特点如下。

1. 实现了广泛的数据共享

数据库技术实现了多种语言、多种应用程序共享数据库中全部数据的广泛的数据共享功能,如图 1.3 所示。

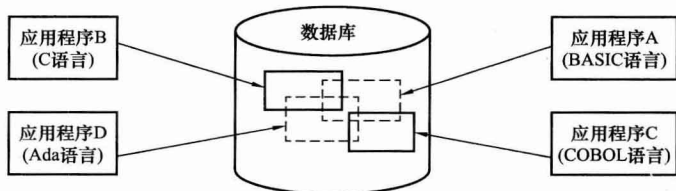


图 1.3 广泛的数据共享

2. 实现了数据的结构化

在数据库中,不同类型的记录可以建立联系,这种联系反映了自然界客观事物之间的相互关系。数据库是具有一定结构的数据集合,这种结构是与数据文件系统的根本区别所在。反映整个数据库逻辑关系的数据结构,称为该数据库的全局逻辑结构,如图 1.4 (a) 所示。

用于反映某个用户所涉及的数据结构,称为数据库的局部逻辑结构。用户(或应用程序)所涉及的数据,仅仅是数据库中的部分数据,如图 1.4 (b) 所示。

数据库系统中,数据库的局部逻辑结构、全局逻辑结构和物理结构之间的关系称为现代数据库系统如图 1.4 (c) 所示。

3. 数据冗余小,易扩充,应用方式灵活

数据库是从整体对数据进行描述,而不是仅仅考虑个别应用。因此,可以大大减小数据

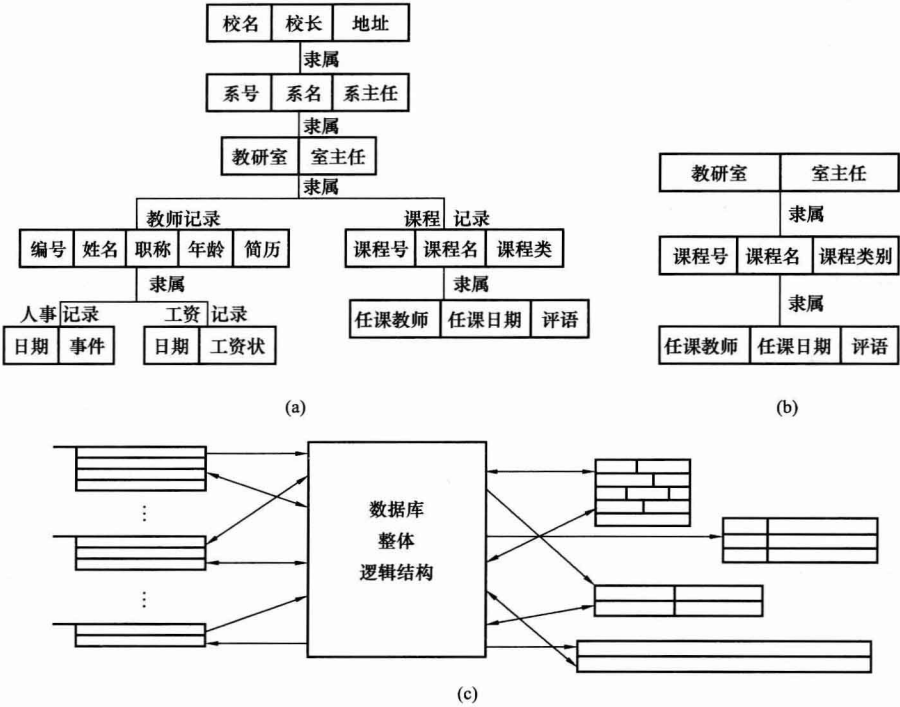


图 1.4 数据的结构化图

(a) 全局逻辑结构；(b) 局部逻辑结构；(c) 现代数据库系统

的冗余，提高存储效率和减少存取时间。对数据库中的数据，可以有多种灵活的方式使用，如对数据库中数据的进行不同的组合，可以用于不同的应用系统；当应用程序需求改变时，可以重新组合所需要的数据等。

4. 具有较高的数据独立性

数据库系统采用了二级映射转换技术，实现了数据与应用程序的完全独立。第一级为存储结构与整体逻辑结构的映射转换；第二级为整体逻辑结构与局部逻辑结构的映射转换。第一级映射转换，实现了数据与应用程序的物理独立性，当数据的存储结构（即物理结构）发生改变时，数据的全局逻辑结构和局部逻辑结构（应用程序）不受影响。第二级映射转换，实现了当数据的全局逻辑结构发生变化时，通过对映射的相应改变，保证局部逻辑结构不受影响，使应用程序可以保持不变，如图 1.5 所示。

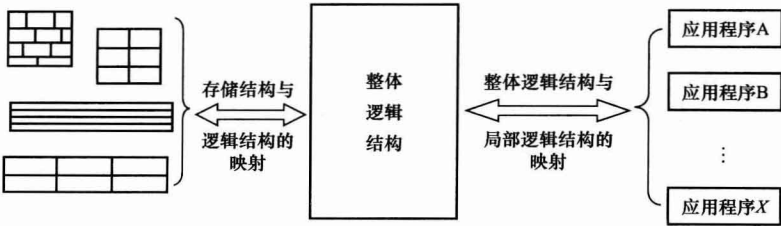


图 1.5 二级映射功能示意

5. 提供简便的用户接口

数据库管理系统提供了 DDL (Data Definition Language, 数据定义语言) 和 DML (Date Manipulation Language, 数据操作语言), 使用户可以用简单的终端命令操作数据库, 也可以用程序方式使用数据库中的数据。

6. 统一的数据管理

数据库系统对数据库中的数据进行统一的安全性、完整性控制, 保证在多用户并发操作时的数据一致性, 这是非常必要的。

安全性控制: 为了保护数据库中数据的“安全”而采取的措施, 称为安全性控制, 可以防止非法用户存取数据, 避免对数据库有意或无意的破坏。一般采用口令、密码、用户身份检查和定义用户级别等方法。

完整性控制: 为了保证数据库中数据的“正确、有效和保密”, 一般采用完整性约束的方法进行控制, 如保证数据在输入和修改时始终满足原来的定义与要求。

并发控制: 为防止多用户同时存取数据时, 相互间的干扰而采取的措施。用户间的相互干扰不仅会使用户得到的数据出错, 还会使数据库中的数据遭到破坏, 影响数据的完整性。

7. 对数据的存取有了很大的改进

在数据库中存取数据可以按记录进行, 也可以按数据项进行, 而文件系统只能按记录存取数据。

1.1.4 数据库系统与文件系统比较

1. 相同性

从完成对数据进行操作和使用的角度, 数据库和数据文件系统没有什么本质的区别, 他们都是用于存储和管理用户的数据, 并执行用户指定的各种数据操作。数据库系统对数据的存储和管理的质量要求更高。

2. 不同性

与数据文件系统相比, 数据库系统具有以下三大优点。

(1) 具有最小的冗余。数据文件系统的数据共享很差, 这是文件系统存在的主要问题。数据文件是根据用户的需要各自建立的, 其特点是数据文件只对某个特定的用户设计, 不同用户的应用程序所需的数据即使有很多部分相同, 它们也必须建立各自的数据文件。因而在数据文件系统中, 存在着大量的数据冗余。

数据库系统从理论上可以是一个无冗余的系统, 可以完全做到无数据冗余。在实际应用中一个数据库系统做到完全无数据冗余是很困难的。在实际应用中往往由于某种原因, 使数据库系统保留一定的数据冗余, 这种冗余称为“受控”冗余或“技术”冗余。不论怎样, 设计一个数据库系统时, 在保证数据库系统功能的前提下, 尽量使数据库系统的数据冗余度最小。

(2) 具有极大的数据独立性。数据文件系统缺乏数据独立性。在文件系统中, 一个应用程序, 通常是由三部分组成的: 第一部分必须说明数据文件存放在哪个外设上, 例如一个物理记录包含多少个逻辑记录, 逻辑记录的长度是定长还是变长, 该文件是输入文件还是输出文件等一系列文件特性; 第二部分要说明数据文件的具体逻辑记录格式; 第三部分才是应用程序的主体程序。这三部分互相联系, 组成一个有机整体。

用户程序执行的结果是完全建立在数据结构说明的基础上。如果数据的物理结构与逻辑

结构需要修改,则用户的应用程序也必然要随之做相应的改变。反之也是如此。出现这种数据和应用程序过分地相互依赖关系,是因为数据文件系统完全是根据具体的应用环境的要求建立起来的。

一个数据库系统应该做到用户应用程序和数据结构是完全独立,互不牵扯、互不依赖。这种要求从技术上是可以做到的,只是数据库系统的功能会十分复杂,实现起来十分困难,成本非常高。实际使用的数据库系统往往是根据实际的需要,具有不同程度的数据独立性。数据独立性要求越高,实现起来越困难。

(3) 为用户提供了有效、统一的操作手段。数据库系统为用户对数据的存储、管理、操作和控制等提供了统一、有效的手段,使得用户编写应用程序变得十分简单,大大地方便了用户的使用。

1.2 数据库系统组成

1.2.1 数据库的定义与特性

1. 数据库的定义

数据库(Data Base, DB)是计算机技术应用的一个重要分支,是发展非常迅速的一门新兴学科,有很多学者对数据库的设计原则和应用方法进行总结与探讨,使之通用化、标准化和理论化。由于数据库是一个非常复杂的系统,涉及面很广,难以用简练、准确的语言对其全部特征进行概括。因此,给数据库进行确切的定义是十分困难的,人们只能根据数据库发展的现状和各自的认识给数据库以定义和解释。以下三种定义是具有代表性的定义,他们从不同的侧面对数据库进行了定义。

DBTG(Data Base Task Group)的定义:数据库是由一个指定控制的所有记录(record)、络(set)和区域组成的。如果有多个数据库,则每一个数据库必须有自己的模式,不同数据库的内容是彼此无关的。

C. J. Date的定义:数据库是某个企事业单位存储在计算机内的一组业务数据,它能被这个单位中的应用系统使用。

J. Martim的定义:数据库是存储在一起的相关数据的集合,这些数据无有害的或不必要的冗余,为多种应用服务;数据的存储独立于使用它的程序;对数据库插入新的数据,修改和检索原有数据均能按一种公用的和可控制的方法进行,数据被结构化,为其他的应用提供基础。

这三种定义各有特色,第一种定义的是数据库系统的组成,第二种定义的是数据库的作用对象,这两种定义很少涉及数据库的特点,第三种定义比较全面,从定义中可以体会到数据库是一个综合的、具有一定结构的数据“整体”,能为任何用户“共享”。

有了这些定义还不能使人们全部了解数据库,因此还要深入、具体地理解数据库。

2. 数据库的主要特性

数据的重要价值是使用而不是收集,数据库就是为了方便用户使用数据而设计的。它对数据进行集中控制,能有效地维护和利用数据,其主要特性有以下几个方面。

(1) 尽最大可能减少数据的冗余度。数据库只能尽量减小数据的冗余,而不能消除其,因为,为了满足某些数据的使用要求时,同一数据的多次存储是必须的(称为技术冗余),

例如，多处出现姓名，是为了使用数据方便。数据库会对这些冗余进行控制，保证不会由此引起数据不一致性的情况发生。

(2) 实现广泛的数据共享。

1) 一个应用使用的数据只是数据库的一个子集，不同的子集可以任意地重叠。

2) 不同的用户可以并发地访问同一个数据。

3) 数据库具有广泛的适应性和多种语言的接口。

(3) 保证数据的安全可靠。

1) 确保数据的安全存取。数据库只对有权使用数据的用户授予有限使用权，任何一个用户都不能无限制地使用数据库中的数据。数据库提供一套有效的安全性检查功能，确保数据的合法使用。

2) 保证数据的完整性。数据完整性在数据库应用中是十分重要的，如果某个应用程序破坏了数据的完整性，则可能使其他的用户应用程序使用不正确的数据，导致错误的数据处理结果，甚至造成重大的经济损失。因此，为了保证用户使用的数据是正确的，数据库应提供数据的完整性约束控制机制。

3) 并发控制。不同的应用程序同时访问数据库，有可能使数据受到损坏而失去完整性。数据库提供的并发控制机，可以避免数据库的数据损坏和数据的不一致性，保证数据库的完整、准确。

4) 故障的发现、排除与运行的恢复。数据库在运行时，随时都会受到局部或全局性的破坏。数据库提供一套完整的中断和后援方案，确保能及时发现并排除故障。

(4) 保证数据独立性。当数据库系统的物理性质发生变化（如更换存储设备、改变数据物理组织方法等）和逻辑性质发生变化（如改变数据的模式和子模式等）时，都不用对用户的应用程序进行修改。

(5) 实现标准化。由于数据库对数据的集中控制管理，便于实现数据的标准化。标准化的实施，有利于行业间、国家间的信息交流与技术协作。

1.2.2 数据库系统的设计原则

建立一个完备的数据库系统，应遵守以下的设计原则。

1. 具有数据独立性

设计数据库时，首先要保证数据的独立性，做到数据的存储结构与逻辑结构的改变，不影响用户的原有的应用和应用程序。

2. 减少数据冗余，提高共享程度

同一应用系统包含大量的重复数据，不但浪费大量存储空间，还存在数据不一致的危险。因此，设计数据库时要消除有害的数据冗余，提高数据的共享程度，有时为了缩短访问时间或简化寻址方式，人为地使用数据冗余技术。为了保证数据库的快速恢复，需要建立数据库的副本。所以在设计数据库时，只能要求消除有害冗余，而不能要求消除一切冗余数据。

3. 具有很强的数据管理能力

用户与数据库系统的接口要尽量地简单，系统应该具有很强的数据管理能力，能满足用户容易掌握、使用方便的要求。

例如：为用户提供非过程化的查询语言、简单的终端操作命令及简单的逻辑数据结构；

具有数据流量大、响应时间快、人机对话的功能和快速响应的实时操作环境；具有处理非过程化的查询功能等。

4. 数据库系统具有可靠性、安全性和完整性

一个数据库系统的可靠性体现在其软硬件故障小，运行可靠，出了故障时可以快速地恢复到可用状态。数据的安全性是指系统对数据的保护能力，即防止数据有意或无意的泄露，控制数据的授权访问，在设计数据库系统时必须增加各种安全措施。数据完整性是保证数据库仅仅包含正确的数据，不正确的数据可能由有意或无意的错误操作所产生，也可能由某些不符合实际情况的错误推导产生。

总之，设计数据库时要求系统应尽可能保证数据的完整性，数据库系统可以通过设置各种完整约束条件解决此问题。

5. 应具有重新组织数据的能力

数据库经过一段时间运行后，由于频繁地插入、删除等操作，使原有的物理文件变得凌乱，时空性能差，访问效率低。

为了适应数据访问的要求，改善数据组织的凌乱和时空性能差的状况，就要及时地进行有效地改变文件的存储结构或它们在数据库中的存储位置，这种“改变”称为数据的重新组织。数据库系统一般是按照一定规则自动地完成这项任务。

6. 系统的可修改性和可扩充性

数据库系统在结构和组织技术上应该是容易修改和扩充的。一个数据库系统通常不是一次设计完成，而是逐步建立起来的。数据库用户的数据也是在不断地变化和扩充的，数据库用户的应用系统也将不断地变化。所以在设计数据库时要充分考虑数据库系统与未来用户应用系统的接口问题，不能因为用户应用的变化而使整个数据库不能使用，或已建成的数据库系统不能正常地工作。对数据库系统修改和扩充后，不应该影响原有用户的使用方式，例如，不必修改或重写原有的应用程序等。

7. 充分描述数据间的内在联系

人们建立和使用数据库是使用数据来反映客观事物及其之间的联系。因此，数据库系统应使用有能力描述客观事物及其联系的数据逻辑结构。

如描述学生与课程的联系，可用图 1.6 (a) 所示方法；描述教师与学生的联系，可用图 1.6 (b) 所示方法；要反映系、教研室、教师、课程、班级与学生之间的联系，就要用树形结构了，如图 1.6 (c) 所示。

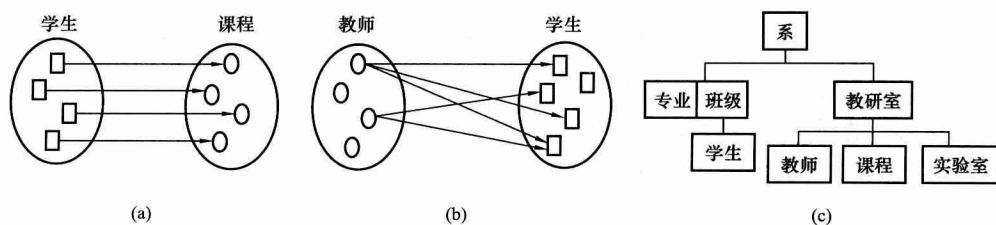


图 1.6 学生、教师、系联系图

(a) 学生—课程联系；(b) 教师—学生联系；(c) 系—教师—学生联系

上述七项原则是设计人员在设计数据库时应遵守的基本原则，也是一个数据库系统设计

好与坏的判别标准。

1.2.3 数据库系统结构与组成

数据库系统 (Data Base System, DBS) 是指具有数据库管理功能的计算机系统。这个系统由数据库管理系统负责管理, 分为三级构成: 即用户级数据库、逻辑级数据库和物理级数据库, 如图 1.7 所示。

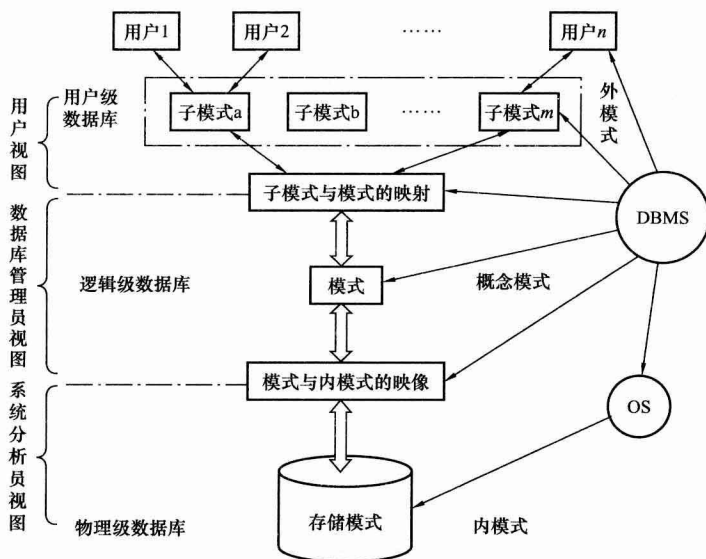


图 1.7 数据库系统的结构

数据库的基本组成主要有用户级数据库（包括用户和用户使用的子模式），逻辑级数据库（包括子模式到模式的映射和概念模式），物理级数据库（包括模式到内模式的映射和内模式）。另外还有其他的组成部分：如数据库管理员、系统分析员以及数据字典和数据库日志等。

1. 数据库

数据库是数据库系统的核心，是有效数据的存储之处。大量的数据按一定的数据模型组织存储在数据库中，便于实现数据共享。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统是对数据库进行管理和操作的系统，是建立在操作系统基础之上，位于操作系统与用户之间的数据管理软件，负责对数据库的数据进行统一的管理和控制。用户或应用程序发出的各种对数据库的操作指令，都要通过数据库管理系统的执行才能生效。

3. 用户应用程序

用户应用程序是指使用数据库管理系统提供的命令编制而成的应用程序，是针对具体的数据库管理系统功能的应用。例如，企业的人事管理系统、财务管理系统等都是具体的数据库管理系统的应用程序系统。它与数据库管理系统和数据库一同构成数据库系统。这种由数据库技术实现的数据库应用系统又称为管理信息系统 (Management Information System, MIS)。

4. 数据库用户

数据库用户分成三级：普通级、程序员级和数据库管理员级。

(1) 普通级用户：一般是各级行政或技术管理人员，他们使用应用程序提供的功能来操作数据库，生成各种报表。

(2) 程序员级用户：负责设计和编制各种数据库应用程序的人员。

(3) 数据库管理员：负责数据库系统的管理与维护的人员，其作用是保证数据库系统能够正常使用。数据库由数据库管理员 (Date Base Adiministrator, DBA) 使用数据库管理系统提供的工具创建而成，再由数据库管理员利用应用程序将有用的数据组织入库，形成一个有效的数据库，并提供给用户共享和使用。

1.3 数据库逻辑结构

数据库系统的逻辑结构分为三层：外层、概念层和内层，分别对应外模式、概念模式和内模式。用户只能看到外层，即用户级，其他两层是看不到的。外模式可以有多个，而概念模式（概念级）和内模式（物理级）都只有一个，内模式是整个数据库的最低层，是数据库的基础，如图 1.7 所示。

在数据库系统中，用户看到和使用的数据形式与计算机中存储的数据形式是不同的，当然这两种数据形式之间是有联系的，它们之间经过了两次变换（即二级映射）。数据库系统为了减少冗余，实现数据共享，将用户的数据进行综合，抽象成统一的局部逻辑数据视图（即用户视图）；第一次变换是为了提高存取效率，改善性能，将若干个局部逻辑数据视图集成全局逻辑数据视图，第二次变换是将全局逻辑数据结构按照物理组织的最优形式进行存储。

1.3.1 数据库的三级结构

掌握数据库的三级结构及其联系与转换关系是深入了解数据库的关键所在。

模式是用数据描述语言精确地定义数据模型的程序。定义外模型的模式称为外模式，又称子模式，用子模式定义语言来定义。定义概念模型的模式称为概念模式，简称模式，用模式定义语言定义。定义内模型的模式称为内模式，又称物理模式，用设备介质语言来定义。

1. 子模式

用户使用的数据视图称为子模式，又称为外模式，是数据库用户的一种局部逻辑视图，是用户使用数据库数据的依据。子模式对应于用户级数据库，是用户使用的数据库，用户根据系统设定的子模式，用查询语言或应用程序使用数据库中的数据。子模式是用户与数据库的接口，根据某种规则可以从模式中导出子模式。子模式与模式之间的对应关系就是子模式到模式的映射。

为用户设置子模式的好处有以下四点。

(1) 使用简单方便。用户只须按照给定的子模式编制应用程序或在终端输入命令，不必了解数据的存储结构。

(2) 确保数据独立性。通过两级映射，使用户的应用脱离了数据的物理组织影响，改变数据的物理组织方式和更新存储设备不会影响到用户的应用程序。