

SHUJUKU YUANLI YU YINGYONG  
—SQL Server 2008 XIANGMU JIAOCHENG

# 数据库原理与应用

## —SQL Server 2008项目教程

姚 策 主编  
李长明 主审

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 数据库原理与应用

## ——SQL Server 2008 项目教程

主 编 姚 策

副主编 王宝龙 翟永君

参 编 孟帙颖 刘悦凌 李金勇

主 审 李长明

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库原理与应用: SQL Server 2008 项目教程/ 姚策主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5640-8797-5

I. ①数… II. ①姚… III. ①关系数据库系统-教材 IV. ①TP311. 138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 152771 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京高岭印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 470 千字

版 次 / 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 48.00 元

责任编辑 / 封 雪

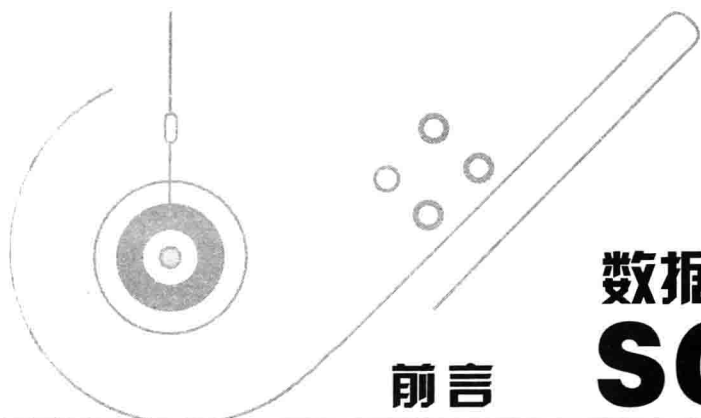
文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

# 数据库原理与应用—— SQL Server 2008 项目教程

数据库技术是现代信息技术的重要组成部分。随着计算机技术的广泛应用与发展,无论是在数据库技术的基础理论、技术应用、系统开发方面,还是在数据库商品软件推出方面,都有着长足的、迅速的进步与发展。同时数据库技术也是目前 IT 行业中发展最快的技术之一,已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中。了解并掌握数据库知识已经成为对各类科技人员和管理人员的基本要求。目前,“数据库原理与应用”课程已逐渐成为计算机、信息等专业的一门重要专业课程,该课程既具有较强的理论性,又具有很强的实践性。

本书选用了被网络环境广泛使用且技术解决方案非常成熟的 SQL Server 2008 作为数据库系统平台,系统地介绍了数据库技术的基础理论、实现方法、设计过程与开发应用等内容。在内容编排上采用了任务驱动的形式,将设计实现“晓灵学生管理系统”的任务贯穿全书,在每一项目中又将其分解成若干个小任务,从而将理论与技能合理地结合,以提高学生解决实际问题的专业技能,在保证理论知识够用的同时,理论知识的讲解尽量深入浅出,使学生易于理解和吸收。

本书的内容由浅入深,循序渐进,通俗易懂,适合自学,力求具有实用性、可操作性和简单性。书中提供了大量任务,通过每个小任务的实现,帮助读者理解概念,巩固知识,掌握使用数据库专业知识解决实际问题的技能。

全书由 11 个项目组成。项目一由李金勇编写,项目二由刘悦凌编写,项目三至项目四由姚策编写,项目五至项目七由翟永君编写,项目八至项目十由王宝龙编写,项目十一由孟帙颖编写,全书由姚策负责统稿。

限于编者水平有限和时间匆忙,书中定有不少疏漏和不足,恳请读者批评指正。

编者

2014 年 2 月

# 目录

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 项目一 数据库应用基础——学生管理系统案例分析             | 001 |
| 1.1 学籍管理系统案例分析                      | 001 |
| 1.2 数据库系统概述                         | 003 |
| 1.3 信息描述与数据模型                       | 005 |
| 1.4 关系模型与关系数据库                      | 007 |
| 1.5 关系数据库规范化设计                      | 011 |
| 1.6 数据库设计                           | 015 |
| 1.7 本项目小结                           | 026 |
| 1.8 课后练习                            | 026 |
| 1.9 实验                              | 027 |
| 项目二 数据库开发环境——SQL Server 2008 的安装与配置 | 028 |
| 2.1 了解 SQL Server 数据库管理系统的产生与发展     | 028 |
| 2.2 SQL Server 2008 数据库管理系统安装前的准备工作 | 029 |
| 2.3 SQL Server 2008 数据库管理系统的安装      | 032 |
| 2.4 SQL Server 2008 数据库管理系统的验证与配置   | 042 |
| 2.5 SQL Server 2008 数据库系统的使用入门      | 053 |
| 2.6 本项目小结                           | 058 |
| 2.7 课后练习                            | 058 |
| 2.8 实验                              | 058 |
| 项目三 数据库的基本使用——数据库及表的创建              | 060 |
| 3.1 了解数据库系统的存储结构                    | 060 |
| 3.2 创建用户数据库                         | 067 |
| 3.3 修改数据库                           | 075 |
| 3.4 删除数据库                           | 078 |
| 3.5 查看数据库的相关信息                      | 080 |
| 3.6 创建数据库快照                         | 080 |
| 3.7 了解数据表的基本组成                      | 083 |

|            |                               |            |
|------------|-------------------------------|------------|
| 3.8        | 数据表的创建                        | 090        |
| 3.9        | 查看数据表的信息                      | 098        |
| 3.10       | 数据表的修改                        | 100        |
| 3.11       | 数据表的删除                        | 103        |
| 3.12       | 本项目小结                         | 105        |
| 3.13       | 课后练习                          | 105        |
| 3.14       | 实验                            | 106        |
| <br>       |                               |            |
| <b>项目四</b> | <b>数据的基本管理——学生信息的更新与查询</b>    | <b>110</b> |
| 4.1        | 任务的提出                         | 110        |
| 4.2        | 向数据表中插入数据                     | 111        |
| 4.3        | 更新数据表中的数据                     | 114        |
| 4.4        | 数据的删除                         | 115        |
| 4.5        | 数据的简单查询                       | 117        |
| 4.6        | 本项目小结                         | 130        |
| 4.7        | 课后练习                          | 130        |
| 4.8        | 实验                            | 131        |
| <br>       |                               |            |
| <b>项目五</b> | <b>数据的基本管理——学生信息管理系统完整性设计</b> | <b>132</b> |
| 5.1        | 任务的提出                         | 132        |
| 5.2        | 数据完整性约束介绍                     | 133        |
| 5.3        | 约束的设置                         | 134        |
| 5.4        | 默认值对象的设置                      | 142        |
| 5.5        | 规则对象的设置                       | 145        |
| 5.6        | 本项目小结                         | 147        |
| 5.7        | 课后练习                          | 147        |
| 5.8        | 实验                            | 148        |
| <br>       |                               |            |
| <b>项目六</b> | <b>数据的高级管理——学生数据的检索统计与汇总</b>  | <b>149</b> |
| 6.1        | 任务的提出                         | 149        |
| 6.2        | 数据的排序                         | 150        |
| 6.3        | 数据的分组和汇总                      | 151        |
| 6.4        | 数据的多表连接查询                     | 156        |
| 6.5        | 数据的嵌套查询                       | 160        |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 6.6 本项目小结 ..... | 164 |
| 6.7 课后练习 .....  | 164 |
| 6.8 实验 .....    | 164 |

## 项目七 数据库的高级使用——视图和索引的应用 .....

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 7.1 任务的提出 .....   | 166 |
| 7.2 视图的基本概念 ..... | 167 |
| 7.3 创建视图 .....    | 168 |
| 7.4 查询视图的信息 ..... | 170 |
| 7.5 修改视图的定义 ..... | 173 |
| 7.6 索引的基本概念 ..... | 175 |
| 7.7 实现索引 .....    | 177 |
| 7.8 删除索引 .....    | 181 |
| 7.9 本项目小结 .....   | 182 |
| 7.10 课后练习 .....   | 182 |
| 7.11 实验 .....     | 182 |

## 项目八 T-SQL 编程语言 .....

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 8.1 任务的提出 .....      | 184 |
| 8.2 T-SQL 语言基础 ..... | 185 |
| 8.3 T-SQL 函数 .....   | 190 |
| 8.4 T-SQL 语句 .....   | 197 |
| 8.5 本项目小结 .....      | 203 |
| 8.6 课后练习 .....       | 203 |
| 8.7 实验 .....         | 204 |

## 项目九 存储过程和触发器 .....

|                  |     |
|------------------|-----|
| 9.1 任务的提出 .....  | 205 |
| 9.2 存储过程简介 ..... | 206 |
| 9.3 创建存储过程 ..... | 207 |
| 9.4 执行存储过程 ..... | 212 |
| 9.5 管理存储过程 ..... | 213 |
| 9.6 查看存储过程 ..... | 217 |
| 9.7 触发器简介 .....  | 220 |

|             |                                 |            |
|-------------|---------------------------------|------------|
| 9.8         | 创建触发器                           | 222        |
| 9.9         | 修改触发器                           | 227        |
| 9.10        | 查看触发器                           | 228        |
| 9.11        | 删除触发器                           | 230        |
| 9.12        | 本项目小结                           | 232        |
| 9.13        | 课后练习                            | 232        |
| 9.14        | 实验                              | 233        |
| <br>        |                                 |            |
| <b>项目十</b>  | <b>SQL Server 2008 的安全设置与管理</b> | <b>235</b> |
| 10.1        | 任务的提出                           | 235        |
| 10.2        | SQL Server 2008 的安全机制           | 236        |
| 10.3        | SQL Server 2008 的身份验证模式         | 237        |
| 10.4        | 访问权限                            | 239        |
| 10.5        | 登录用户设置                          | 239        |
| 10.6        | 数据库用户设置                         | 244        |
| 10.7        | 角色管理                            | 249        |
| 10.8        | 权限管理                            | 256        |
| 10.9        | 数据库的备份                          | 260        |
| 10.10       | 恢复数据库                           | 272        |
| 10.11       | 本项目小结                           | 278        |
| 10.12       | 课后练习                            | 279        |
| 10.13       | 实验                              | 279        |
| <br>        |                                 |            |
| <b>项目十一</b> | <b>图书管理系统数据库的分析与设计</b>          | <b>281</b> |
| 11.1        | 系统功能设计                          | 281        |
| 11.2        | 数据库设计与实现                        | 283        |
| 11.3        | 数据库功能实现                         | 289        |
| 11.4        | 本项目小结                           | 291        |
| <br>        |                                 |            |
|             | <b>参考文献</b>                     | <b>292</b> |



# 项目一

## 数据库应用基础

### ——学生管理系统案例分析



#### 项目要点

- (1) 了解数据库系统的结构与组成，了解当前流行的关系数据库系统的特点。
- (2) 掌握关系模型与关系数据库、数据库的设计方法及相关理论。
- (3) 熟练掌握数据库应用系统的功能设计。

本项目将以设计实现一个学生管理系统为例，介绍数据库应用系统的设计开发过程并详细介绍与之相关的数据管理技术的发展、数据与数据模型、数据库系统的结构等相关知识，主要内容有：数据管理技术的发展，数据库管理系统的发展，数据结构与数据模型，数据库系统结构，数据库设计，以及当前流行的几种数据库管理系统的比较。



## 1.1 学籍管理系统案例分析

在本节将以计划设计开发学生管理系统为例，着重讲解中小型信息管理系统的设计与实现的方法，完成学生管理系统的设计开发文档。

### 1.1.1 任务的提出

新学期开始了，学生晓灵被班主任良老师叫到了办公室。

良老师：“晓灵呀！咱们班的同学学习计算机知识有一段时间了。你作为咱们班的班长，利用所学到的计算机知识开发一个软件来管理咱们班的学生信息应该能做到吧。这样一来，你既能提高专业知识水平和解决实际问题的能力，也能够更好地管理咱们班，为同学们提供更好的服务！如果这个软件做得好，我们还可以推广到整个年级、整个系乃至整个学院。”

晓灵：“做这个软件非常有意义，我非常愿意做这件事。但就凭我目前所掌握的那点儿计算机知识来做这件事难度很大。”

良老师：“你只要愿意做这个软件，有困难不怕。这件事学院、系领导都非常支持，需要我们解决什么困难尽管说好了。咱们班这学期开设了‘数据库原理与应用’这门课，讲授这门课的郝老师水平很高，这个软件怎么做你先问问他。”

晓灵接受了这个任务，首先为这个软件起了一个很好听的名字——晓灵学生管理系统，寓意为“软件虽小，但很灵！”晓灵知道自己虽然学习了一些计算机知识，但要想仅依靠这些知识来做

这个软件是远远不够的，于是她就是去找了讲授“数据库原理与应用”这门课程的郝老师。

晓灵：“郝老师，现在良老师让我开发一个以管理学生信息为目的的软件。我需要您的帮助，请您指点一下，我需要从哪方面入手？需要先了解哪些知识？”

郝老师：“要想开发这样的一个软件去管理学生信息，从数据量上看可以称之为一个中小型信息管理系统。当然在开发初期可以做得小一点，在使用过程中再逐步扩展。这就要求在系统设计之初必须具备前瞻性，功能要适度并尽可能超前。我认为要想实现这样的一个系统，你首先应该考虑好以下几个问题：

第一，确定这个系统的使用者及其操作计算机的水平、能力和素质。

第二，确定系统用户对系统功能的要求并且这些功能是否允许分期实现，从而确定系统的边界。

第三，确定系统的使用环境和运行环境，如系统是运行在单机上还是运行在网络中，系统可能在哪些操作系统上运行。

第四，系统用户对系统的性能、稳定性有哪些要求。

郝老师继续说：“你先把这四个问题回答清楚了，做出一个开发文档，之后我们再讨论。”

晓灵原以为开发这个软件不会太难，一了解发现需要掌握的东西还挺多。于是她就根据郝老师的指导，通过看书和上网搜索相关的知识并认真学习。

## 1.1.2 解决方案

经过几天的忙碌，晓灵根据郝老师的指导和自己所学的知识完成了“晓灵学生管理系统”的开发准备文档。

### “晓灵学生管理系统”开发准备文档

某学院对学生信息一直采用手工处理方式，但随着学院的发展，学生日益增多，学校对信息的需求量越来越大，对信息处理的要求也越来越高，手工处理学生信息的弊端日益显现。由于管理方式的落后，处理数据的能力有限，数据的冗余度大导致工作效率低，不能及时为领导和老师提供所需信息，数据共享的程度低使数据得不到充分利用，造成数据的极大浪费。解决这些问题，最好的办法是实现学生信息管理的自动化、信息化，用计算机处理代替手工处理，轻松地完成学生相关信息数据的录入、浏览、查询和统计的操作，方便领导和老师对学生信息的掌控。

从上述情况可以看出，开发学生信息管理系统、实现学生信息管理的计算机化是非常必要的，也是可行的。因为使用信息化的学生信息管理系统可以彻底改变目前学生信息管理工作的现状，能够提高工作效率，能够提供更准确、及时、适用、易理解的信息，能够从根本上解决手工处理中数据之间联系弱、数据冗余大、信息滞后、资源浪费等问题。

为了降低系统开发初期的开发难度，缩短开发时间，“晓灵学生管理系统”将分两期进行设计实现。根据郝老师的指导，系统开发准备文档解决了以下5个问题：

第一，确定了这个系统的用户。这个系统的用户是学院的领导、教职员和学生。这些人的计算机应用水平、操作的能力和素质参差不齐。为了降低系统开发难度和缩短开发时间，“晓灵学生管理系统”一期暂不提供图形化的用户操作界面，故系统一期的用户应该是领导、教职员和学生中计算机应用水平和能力较高的人，让他们经过培训就可以使用该系统。二期目标则是提供图形操作界面，让更多的人享受工作的快捷和高效。

第二，确定了系统的功能。“晓灵学生管理系统”系围绕着学生的日常管理工作展开，实现了对学生在学校内的日常活动的管理。通过本系统的实施可以实现对学生学习成绩、学生奖惩情况、

学费缴纳情况、住宿情况的管理。把上述功能作为该系统的一期建设目标,暂未考虑学生辅修第二专业的情况,即一位学生只能学习一个专业、只能属于一个班级;暂未考虑学生借阅图书的情况。这些功能如果需要可在二期中实现。

第三,确定系统的使用环境和运行环境。由于学院校园网已建成多年,“晓灵学生管理系统”要充分利用现有条件,减少投入,让现有资源发挥最大的作用,因此该系统一期要实现在校园网上的运行,以实现信息资源充分共享,达到小投入大产出的效果。系统二期可以考虑系统与 Internet 的互联,让更多的用户享受更加便捷的应用。因为学院现有计算机中非 Windows 操作系统的非常少,所以该系统的运行环境是基于 Windows 操作系统下的。对于非 Windows 平台上的应用,如果有需要可以安排在系统二期开发中实现。

第四,要考虑与原有的部分系统、数据的兼容性问题。由于学院中的某些部门已建立了一部分系统,满足了本部门的应用。没有建立系统的部门也存在本部门数据的应用形式,如在 Excel 中建立文档,管理日常应用的信息和数据。在设计与实现“晓灵学生管理系统”时必须考虑与目前已使用的系统和数据的兼容问题,最好能够把原有系统的数据集成到本系统内。如不能实现这一目标,最低限度也要实现在原有系统中能够使用“晓灵学生管理系统”所提供的数据。

第五,用户对系统的性能和稳定性的要求。用户要求系统的运行速度要尽可能地快,应该能够满足学院日常工作中对信息查询和统计的需要。对数据的稳定性要求高,在系统出现问题时要尽可能地恢复数据,以将损失降到最低。在具体应用中还应考虑当前数据库应用系统的情况,如许多数据可能存放于 Word 文档中,也可能存放于 Excel 或 Access 中,那就需要考虑如何将这些不同形式的数据进行有效的集成,或者进行方便、有效的转换。

另外,晓灵通过学习还了解到数据库应用系统的开发是一个复杂的系统工程,它涉及组织的内部结构、管理模式、经营管理过程、数据的收集与处理、软件系统的开发、计算机系统的管理与应用等多个方面,因此,数据库应用系统的开发应在软件开发理论和方法的指导下进行,否则是很难成功的。成功设计实现“晓灵学生管理系统”要经历以下几个阶段:第一,对系统进行需求分析;第二,进行概念结构设计;第三,对系统进行逻辑结构设计;第四,进行系统物理实现;第五,进行输入数据;第六,进行系统运行维护工作;最后整理系统的所有文档。

当然为了更好地完成“晓灵学生管理系统”的开发设计与实现工作,还需要了解数据库系统的基本概念与发展、数据模型、关系模型和数据库体系结构、数据库设计等方面的知识。



## 1.2 数据库系统概述

### 1.2.1 数据库系统的基本概念

#### 1. 数据 (data)

数据是指存储在某一种媒体上能够识别的物理符号。数据的概念包括两个方面:其一是描述事物特性的数据内容;其二是存储在某一种媒体上的数据形式。

#### 2. 数据库 (database, DB)

数据库指长期存储在计算机内有组织的、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,并可为各种用户共

享，是可以以二进制形式存放在计算机中的一个或几个文件。

### 3. 数据处理

数据处理是指对各种形式的数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。其目的之一是从大量的、原始的数据中抽取、推导出对人们有价值的信息以作为行动和决策的依据；目的之二是借助计算机技术科学地保存和管理复杂的、大量的数据，以便人们能够方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

### 4. 数据库技术

数据库技术是研究数据库结构、存储、设计、管理和使用的一门软件科学。数据库技术是使数据能按一定格式组织、描述和存储，且具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，并可为多个用户所共享的技术。

### 5. 数据库管理系统 (database management system, DBMS)

数据库管理系统指位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制。数据库管理系统使用户能方便地定义数据和操纵数据，并能够保证数据的安全性、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，它的职能是有效地组织和存储数据、获取和管理数据，接受和完成用户提出的访问数据的各种请求。

### 6. 数据库系统 (database system, DBS)

数据库系统指在计算机系统中引入数据库后构成的系统，一般由数据库、数据库管理系统(及其开发工具)、应用系统、数据库管理员和用户构成。

## 1.2.2 数据库系统的发展

数据模型是数据库技术的核心和基础，因此，对数据库系统发展阶段的划分以数据模型的发展演变作为主要依据和标志。按照数据模型的发展演变过程，数据库技术从开始到现在短短的几十年中，主要经历了三个发展阶段：

第一代是层次和网状数据库系统，层次数据库系统的典型代表是 1969 年 IBM 公司研制出的层次模型的数据库管理系统 IMS。而在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初，美国数据库系统语言协会 CODASYL (conference on data system language) 下属的数据库任务组 DBTG (data base task group) 提出了若干报告，被称为 DBTG 报告。DBTG 报告确定并建立了网状数据库系统的许多概念、方法和技术，是网状数据库的典型代表。

第二代是关系数据库系统，1970 年 IBM 公司的 San Jose 研究试验室的研究员 Edgar F. Codd 发表了题为《大型共享数据库数据的关系模型》的论文，提出了关系数据模型，开创了关系数据库方法和关系数据库理论，为关系数据库技术奠定了理论基础。

第三代是以面向对象数据模型为主要特征的数据库系统。从 20 世纪 80 年代以来，数据库技术在商业上的巨大成功刺激了其他领域对数据库技术需求的迅速增长。这些新的领域为数据库应用开辟了新的天地，并在应用中提出了一些新的数据管理的需求，从而推动了数据库技术的研究与发展。面向对象数据模型是第三代数据库系统的主要特征之一，数据库技术与多学科技术的有机结合也是第三代数据库技术的一个重要特征。



## 1.3 信息描述与数据模型

所谓信息是客观事物在人类头脑中的反映。人们可以从现实世界中获得各种各样的信息，从而了解世界并且相互交流。但是信息的多样化特性使得人们在描述和管理这些数据时往往力不从心，因此人们把表示事物的主要特征抽象地用一种形式化的描述表示出来，模型方法就是这种抽象的一种表示。信息领域中采用的模型通常称为数据模型。

### 1.3.1 数据模型及其三要素

一般来说，数据模型是严格定义的概念集合。这些概念精确地描述系统的静态特性、动态特性和完整性约束条件。因此，数据模型是由数据结构、数据操作和数据的完整性约束三部分组成。

#### 1. 数据结构

数据结构是研究存储在数据库中对象类型的集合，这些对象类型是数据库的组成部分。数据结构是对系统静态特性的描述。数据库系统是按数据结构的类型来组织数据的，因此数据库系统通常按照数据结构的类型来命名数据模型，如层次结构、网状结构和关系结构的模型分别命名为层次模型、网状模型和关系模型。

#### 2. 数据操作

数据操作是指对数据库中各种对象实例所允许执行操作的集合，包括操作和有关操作的规则。数据操作是对系统动态特性的描述，例如插入、删除、修改、检索、更新等操作，数据模型要定义这些操作的确切含义、操作符号、操作规则以及实现操作的语言等。

#### 3. 数据的完整性约束

数据的约束条件是完整性规则的集合，用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效和相容。数据模型中的数据及其联系都要遵循完整性规则的制约。数据模型应该提供定义完整性约束条件的机制以及数据应遵守的语义约束条件。

### 1.3.2 数据模型的分类

在实际应用中，为了更好地描述现实世界中的数据特征，常常针对不同的场合，不同的目的，采用不同的方法描述数据特征。一般来说，数据模型有如下三种：

#### 1. 概念数据模型

概念数据模型是面向现实世界的数据库模型，它与具体的 DBMS 无关。该数据模型是独立于计算机系统的数据模型。它完全不涉及信息在计算机中的表示，只是用来描述某个特定组织关心的信息结构。它完全按用户的观点对数据进行建模，强调其语义的表达能力，概念简单，易于用户理解。它是对现实世界的第一次抽象，是用户和数据之间进行交流的工具。

#### 2. 逻辑数据模型

逻辑数据模型直接与 DBMS 有关，它有严格的形式化定义，以便在计算机系统中实现。通常

用一组无二义性语法和语义的数据库语言来定义、操纵数据库中的数据。它直接面向数据库的逻辑结构，是对现实世界的第二次抽象，通常由数据库设计开发人员来使用。

逻辑数据模型主要有层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型。在这里不做详细介绍，有兴趣的同学可以参考“数据结构”课程中的相关内容。

### 3. 物理数据模型

物理数据模型是描述数据在存储介质上的组织方式的数据模型，它不仅与具体的数据库管理系统有关，而且与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现时都有对应的物理数据模型，一般来说都是由 DBMS 自动完成物理数据模型的实现工作。

## 1.3.3 概念模型及其表示方法

概念模型是对现实世界的抽象反映，它不依赖于具体的计算机系统，是现实世界到数据世界的一个中间层次，如图 1-1 所示。

### 1. 信息实体的概念

在信息领域中，数据库技术涉及的主要概念有：

**实体：**实体是客观存在并可相互区分的事物。

**属性：**属性是实体所具有的特性。一个实体可以由若干个属性来描述。

**键：**能够唯一标识实体的属性集称为键，也叫关键字。

**实体集：**具有相同属性的实体的集合称为实体集。

**联系：**现实世界中事物之间的联系必然要在信息世界中加以反映。包括两类联系：一个是实体内部的联系，是指实体各个属性之间的联系；一个是实体之间的联系。

### 2. 实体之间的联系

实体间的联系是错综复杂的，但就两个实体型的联系来说，主要有以下三种情况：

**一对一的联系 (1:1)：**如果实体集  $E_1$  中的每一个实体至多和实体集  $E_2$  中的一个实体有联系，反之亦然，那么实体集  $E_1$  与  $E_2$  的联系称为“一对一联系”，记为 1:1。例如，每个学生都有一个学号，每位学生和学号之间具有一对一联系。

**一对多联系 (1:N)：**如果实体集  $E_1$  中的每个实体可以与实体集  $E_2$  中的任意个（零个或多个）实体间有联系；而实体集  $E_2$  中的每个实体至多与实体集  $E_1$  中一个实体有联系，那么称实体集  $E_1$  与实体集  $E_2$  的联系是“一对多联系”，记为 1:N。例如，一个班级内有多名学生，而一名学生只属于一个班。班级与学生之间具有一对多联系。

**多对多联系 (M:N)。**如果实体集  $E_1$  中的每个实体可以与实体集  $E_2$  中的任意个（零个或多个）实体间有联系，反之亦然，那么称  $E_1$  与  $E_2$  具有多对多联系，记为 M:N。例如，学生在选课时，一个学生可以选修多门课程，一门课程也可以被多名学生选修，则学生和课程之间具有 M:N 联系。

### 3. 概念数据模型的表示方法

概念模型的表示方法最常用的是实体-联系方法 (Entity-Relationship Approach)，这是 P. P. S. Chen 于 1976 年提出的。用这个方法描述的概念模型称为实体-联系模型 (Entity-Relationship

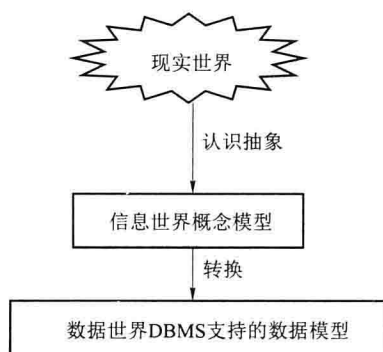


图 1-1 数据的抽象过程



Model), 简称为 E-R 模型。E-R 模型是一个面向问题的概念模型, 即用简单的图形方式 (E-R 图) 描述现实世界中的数据。这种描述不涉及数据在数据库中的表示和存取方法, 非常接近人的思维方式, 便于系统的开发者与用户之间进行交流。后来又提出了扩展实体联系模型 (Extend Entity-Relationship Model), 简称为“EE-R 模型”。EE-R 模型目前已经成为一种被使用广泛的概念模型, 为面向对象的数据库设计提供了有效的工具。

在 E-R 模型中, 信息由实体类型、实体属性和实体间的联系三种概念单元来表示。

实体类型表示建立概念模型的对象, 用长方形表示, 在框内写上实体名。

实体属性是实体的说明, 用椭圆形表示其属性, 并用无向边把实体与其属性连接起来。例如学生实体有学号、姓名、年龄、性别、出生年月等属性, 则其 E-R 图如图 1-2 所示。

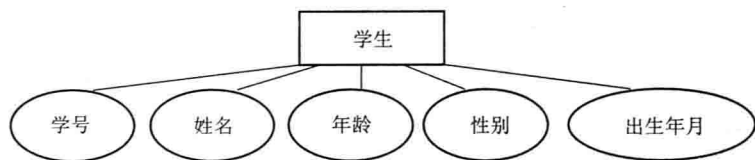


图 1-2 学生实体及其属性

实体间的联系用菱形表示, 菱形内要有联系名, 并用无向边把菱形分别与有关实体相连接, 在无向边旁标上联系的类型, 如图 1-3 所示。



图 1-3 实体及其联系

如果概念模型中涉及的实体带有较多的属性而使实体联系图非常不清晰, 我们可以将实体联系图分成两部分, 一部分是实体及其属性图, 另一部分是实体及其联系图。如图 1-3 中, 只给出学生实体与课程实体的联系图, 而二者的属性可以单独画出。



## 1.4 关系模型与关系数据库

### 1.4.1 关系模型

关系模型是用规范的二维表结构来表示实体以及实体间联系的模型, 由关系数据结构、关系操作集合和关系完整性规则三部分组成。关系数据结构就是由一组关系结构组成的集合, 关系操作集合主要包括对表进行查询与更新 (插入、修改和删除) 数据的操作, 关系完整性规则是指对表进行的数据更新操作必须满足一组约束条件。

#### 1. 关系模型的数据结构

关系模型的数据结构由规范的二维表结构组成。在关系模型中, 将规范的二维表称为关系。每个关系由关系名、关系结构和关系实例组成, 对应规范的二维表中的表名、表框架 (表头) 和表中的行。一个规范的二维表由行和列组成, 除第一行 (表头) 以外, 表的每一行称为一个记录 (或称为元组); 表中的每一列称为一个字段 (或称为属性), 每个字段有字段名、字段数据类型和宽度, 字段的取值范围称为值域。表头的各列给出了各个字段的名称。

在后面的叙述中，为了叙述方便，根据内容不同，将关系称为二维表、表或基本表。

## 2. 表（关系）的性质

关系模型要求关系数据库中的表必须具有如下性质：

- 表中的每个字段值必须是一个值，不能是值的集合。
- 字段必须是同质的，即同一字段的各个值应是同类型的数据。
- 在同一个表中不能出现相同的字段名。
- 表中不允许有完全相同的记录，即每行记录必须是唯一的。
- 在一个表中记录的次序是任意的。
- 在一个表中字段的次序是任意的。

## 3. 超键、关系键、候选键和主键

在表中能唯一标识记录的字段组合称为该表的超键。

在表中能唯一标识记录且不包括多余字段的字段组合称为该表的关系键。当某些表中具有关系键特性的最小字段组合有多个，即一个表中有多个关系键时，那么这些关系键都称为该表的候选键。

为了唯一标识表中的每一个记录，保证记录的唯一性，每个表都必须选择一个候选键作为主键。每个表只能有一个主键，如果一个表中没有一个字段具有唯一性的话，也可以指定两个或者多个字段组合起来作为主键。对于任意一个表，主键一经选定，通常是不能随意改变的。主键也称为主关系键、键或主码。

# 1.4.2 关系模式和关系数据库

## 1. 关系模式

关系模式是对关系结构（表结构）的描述；关系则是关系模式在某一时刻存储的值，其值是动态的、随时间不断变化的。

在具体的关系数据库管理系统中，使用关系数据库管理系统提供的 SQL 语言的 CREATE TABLE 语句来定义关系模式的名称、关系中的字段、字段类型、宽度、完整性约束等，将定义的语句称为该关系的关系模式。为了便于讨论和描述，关系模式可以表示为：

关系名（字段名 1，字段名 2，…，字段名 n）

其中关系键用下划线标出， $n$  是关系的目（也可称为度）。

## 2. 关系数据库模式

关系数据库模式是对关系数据库结构的描述，是由一组关系模式组成的集合。一个关系数据库的结构对应一个具体的关系模型。前面给出的学生关系模型中 student、course 和 grade 关系的结构可用下面的一组关系模式表示：

student（学号，姓名，年龄，性别，系名）

course（课程号，课程名，学时数，任课教师）

grade（学号，课程号，成绩）



### 3. 关系数据库

关系数据库是在一个给定的应用领域关系模型中所有表的集合。

### 4. 关系数据库系统

在关系数据库管理系统支持下, 采用关系模型的数据库系统称为关系数据库系统。

## 1.4.3 关系的完整性规则

关系模型的完整性规则是用来约束关系的, 以保证数据库中数据的正确性和一致性。关系模型的基本完整性共有三类: 实体完整性、域完整性、参照完整性。另外还可以根据需要在用户自定义的完整性。

### 1. 实体完整性

实体完整性说的是, 若属性 A 是基本关系 R 的主键, 则属性 A 不能取空值。对于实体完整性的说明如下:

- 一个基本关系对应着一个现实世界的实体集。
- 现实世界中的实体是可区分的, 即它们具有某种唯一的标识。
- 关系模型中用主键作为唯一性标识。
- 主键不能取空值, 因为主键取空值说明存在某个不可标识的实体, 与第二点矛盾。

### 2. 域完整性

域完整性是对数据表中字段属性的约束, 通常指数据的有效性, 它包括字段的值域、字段的类型及字段的有效规则等约束, 它是由确定关系结构时所定义的字段的属性决定的。限制数据类型, 缺省值, 规则, 约束, 是否可以空, 域完整性可以确保不会输入无效的值。

### 3. 参照完整性

在关系数据库中, 关系之间的联系是通过公共属性实现的。这个公共属性是一个表的主键和另一个表的外键。所谓外键是指若一个关系 R 中包含有另一个关系 S 的主键所对应的属性组 F, 则称 F 为 R 的外键。外键的值必须是另一个表的主键的有效值或是一个“空值”。

下面先看如表 1-1 和表 1-2 所示的案例 1-1。

#### 【案例 1-1】

键 sID 是表 student 的主键

表 1-1 学生信息表 (student) 中的部分数据

| sID    | sName | sSex | sZhuanYe | sBanji | sRuxueshijian | sSushe | sAddr |
|--------|-------|------|----------|--------|---------------|--------|-------|
| 040101 | 温荣奇   | 男    | 计算机      | z0401  | 2004-9-1      | h1101  | 天津    |
| 040108 | 高丽华   | 女    | 计算机      | z0401  | 2004-9-1      | h1201  | 江苏    |
| 040201 | 高万里   | 男    | 信息管理     | z0402  | 2004-9-1      | h1101  | 北京    |
| 040203 | 王向前   | 男    | 信息管理     | z0402  | 2004-9-1      | h1102  | 山东    |
| 040301 | 刘常福   | 女    | 电子商务     | b0403  | 2004-9-1      | h2102  | 河南    |