



21世纪普通高等院校规划教材 • 信息技术类

SHUJUKU YUANLI YU YINGYONG

数据库原理与应用

主 编 孙晓莹 张秋红 骆小红
副主编 苏 锦 王保胜 刘杨涛



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪普通高等院校规划教材——信息技术类

数据库原理与应用

主 编 孙晓莹 张秋红 骆小红

副主编 苏 锦 王保胜 刘杨涛

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

数据库原理与应用 / 孙晓莹, 张秋红, 骆小红主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2013.8

21 世纪普通高等院校规划教材. 信息技术类

ISBN 978-7-5643-1945-8

I. ①数… II. ①孙… ②张… ③骆… 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 207417 号

21 世纪普通高等院校规划教材——信息技术类

数据库原理与应用

主编 孙晓莹 张秋红 骆小红

责任编辑	陈 斌
助理编辑	黄庆斌
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	22.75
字 数	568 千字
版 次	2013 年 8 月第 1 版
印 次	2013 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1945-8
定 价	39.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

数据库技术是 20 世纪后期产生和发展起来的一项计算机数据管理技术，是计算机科学技术中发展最快的领域之一，它的出现和发展使计算机应用渗透到工农业生产、商业、行政管理、科学研究、教育、工程技术和国防军事等人类社会的各个领域，而且已经围绕着数据库技术形成了一个巨大的相关软件产业。本教材是为适应目前数据库技术迅猛发展的形势，以及为使数据库教学能够体现这些新的发展目标而编写的。

本书较好地体现了培养应用型人才的教学特点，由浅入深，理论与实践并重，系统的介绍了数据库系统的基本理论、方法和最新发展技术，以 SQL Server 2005 为基本环境结合具体实例讲解了数据库应用系统的开发模式和流程，使读者具备初步的数据库应用开发能力，为进一步从事数据库系统的研究奠定坚实的基础。

本书主要分为四个部分共 11 章。具体内容如下：

第一部分，数据库基础篇。主要对数据库技术相关基础知识做了详细介绍。第 1 章概要介绍数据库技术，包括数据库的基本概念、数据管理技术的发展历程、数据库系统的组成和数据库系统结构。第 2 章主要介绍了数据建模相关技术，对表示概念模型的两种不同的模型：实体-联系模型和 UML 模型，以及几种常见的数据模型进行了说明。第 3 章主要讲解关系数据库的基础知识，讲述关系模型的基本概念、关系代数、关系演算和关系代数表达式的优化。

第二部分，数据库设计篇。详细讲解了数据库设计相关的理论知识。第 4 章主要介绍关系数据库的规范化理论。第 5 章主要介绍数据库设计的方法和和基本步骤以及数据库设计哥阶段的目标和方法。

第三部分，数据库实现与应用篇。是第二部分数据库设计的具体案例分析和延伸。第 6 章介绍了关系数据库标准语言 SQL 的组成、功能、特点，重点介绍了数据定义、数据查询、数据控制以及嵌入式 SQL。第 7 章数据库保护，包括数据库安全性控制、并发控制、完整性控制以及数据库恢复与备份，并给出了 SQL Server 2005 环境下的具体应用。第 8 章给出了一个具体的案例的数据库设计流程，加深学生对所学基本理论的理解和应用。第 9 章概要的介绍了 SQL Server 2005 数据库管理系统的基本体系结构及应用环境。

第四部分，技术篇，介绍了数据库领域发展方向和新技术。第 10 章系统的介绍了数据库应用系统的各种开发技术。第 11 章对数据库的最新技术进行了介绍。

本书组织特色主要体现在两个方面：首先，内容上按照数据库知识模块和应用划分为四个部分：数据库基础篇，数据库设计篇，数据库实现与应用篇和技术篇，使整书内容更紧凑，逻辑性更强。在每章前面都列出学习目标，指出本章的主要学习内容以及需要掌握的程度，在每章讲解知识时都配套大量的例题，部分章节后还配套了案例分析、本章小结以及习题，案例分析主要目的在于以具体的实例的分析让读者掌握本章主要内容，避免了数据库理论的抽象和枯燥，实现理论与实践结合。其次，在整书的编排上力求形式多样、图文并茂，以求浅显易懂，因此教材中加入了大量图、表，避免长篇累牍的文字说明。

本书既可作为高等学校本科计算机专业、信息管理与信息系统专业及相关专业数据库课程的教学用书，也可作为从事信息系统领域工作的科技人员的技术参考书。

本书由南阳理工学院孙晓莹、张秋红、骆小红担任主编，负责全书规划和统稿。由苏锦、王保胜、刘杨涛担任副主编。其中，第1章和第8章由苏锦编写，第2章和第6章由骆小红编写，第3章、第10章、第11章由张秋红编写，第4章和第7章由孙晓莹编写，第5章由王保胜编写，第9章由刘杨涛编写。在本书的编写过程中，参考了大量的网络资料和国内外相关的文献。在此，向有关的作者致以诚挚的感谢！

本书在编写、资料搜集和技术讨论过程中，得到了南阳理工学院计算机科学与信息工程学院广大同仁的支持和帮助，在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限，本书难免会有诸多不足之处，恳请专家和读者提出宝贵意见并批评指正，以便再版时修改完善。

编 者

2012年7月

目 录

第一部分 数据库基础篇

第 1 章 绪 论	2
1.1 数据库系统基本概念	2
1.2 数据管理技术的演变	10
1.3 数据库系统的组成	17
1.4 数据库系统结构	21
1.5 数据库管理系统	25
【本章小结】	28
【习 题】	28
第 2 章 数据建模	31
2.1 概念模型	31
2.2 数据模型	37
【案例分析】	48
【本章小结】	48
【习 题】	49
第 3 章 关系数据库	50
3.1 关系模型	50
3.2 关系代数	59
3.3 关系演算	68
【案例分析】	74
【本章小结】	76
【习 题】	76

第二部分 数据库设计篇

第 4 章 规范化理论	79
4.1 关系模式规范化的必要性	79
4.2 函数依赖	82
4.3 关系模式的规范化	85
4.4 模式的分解	91

4.5 关系模式的反规范化	98
【案例分析】	100
【本章小结】	102
【习题】	103
第5章 数据库设计	104
5.1 数据库设计概述	104
5.2 需求分析	108
5.3 概念结构设计	122
5.4 逻辑结构设计	135
5.5 数据库物理设计	147
5.6 数据库实施	151
【案例分析】	154
【本章小结】	158
【习题】	158

第三部分 数据库实现与应用篇

第6章 关系数据库标准语言 SQL	161
6.1 SQL 语言概述	161
6.2 SQL 语言特点	162
6.3 数据定义语言	165
6.4 数据查询语句	170
6.5 数据更新	187
6.6 视图	190
6.7 嵌入式 SQL 语句	194
【案例分析】	204
【本章小结】	207
【习题】	207
第7章 数据库安全保护	210
7.1 数据库的安全性	210
7.2 完整性控制	221
7.3 事务 (Transaction)	230
7.4 并发控制与封锁	233
7.5 数据库的恢复	243
【本章小结】	250
【习题】	250

第 8 章 数据库设计实现案例	251
8.1 案例需求分析	251
8.2 概念设计阶段	259
8.3 逻辑设计阶段	262
8.4 数据库的建立	269
8.5 窗体设计	276
8.6 报表设计	278
【本章小结】	283
【习题】	283
第 9 章 SQL Server 2005 数据库管理系统	285
9.1 SQL Server 2005 简介	285
9.2 SQL Server 2005 体系结构	289
9.3 SQL Server Management Studio 常用工具窗口的使用	298
9.4 SQL Server 2005 数据库文件结构	306
9.5 Transact-SQL 语言简介	311
【本章小结】	324
【习题】	325
第四部分 技术篇	
第 10 章 数据库应用系统开发技术	327
10.1 概 述	327
10.2 C/S 体系结构	328
10.3 B/S 体系结构	328
10.4 数据库应用接口	329
10.5 ADO.NET	340
【本章小结】	343
第 11 章 数据库新技术	344
11.1 面向对象数据库系统	344
11.2 分布式数据库技术	347
11.3 数据仓库和联机分析处理技术	350
【本章小结】	355
【习题】	355
参考文献	356

第一部分 数据库基础篇

第一部分对数据库技术相关基础知识做了详细介绍。第 1 章通过具体数据库应用案例讲解了数据库系统基本概念；介绍了数据管理技术发展的历程以及各个阶段数据管理的特点，并从不同的层次和角度分析了数据库系统结构，并对数据库管理系统（DBMS）的功能进行了综述。第 2 章介绍了在开发有效数据库应用中最重要任务——数据建模，详细讲解了概念模型和数据模型。第 3 章系统地讲解了关系数据库理论的重要概念，包括关系数据模型，并介绍了用代数方式和逻辑方式来表达的关系语言即关系代数和关系演算。

这一部分讲述了数据库技术的基础知识和关系数据库基本理论，其目的主要是让读者掌握一些数据库技术基本理论和基本概念，为后续学习数据库设计和应用等内容奠定基础。

第 1 章

绪 论

数据库技术就是主要研究如何科学地组织和存储数据、高效地获取和处理数据，并可以满足用户各种不同的信息需求的技术，因为对数据库技术的需求非常大，所以学习这门课的知识 and 技能是非常必要的。要想掌握好数据库系统技术，必须弄清数据、数据管理、数据库、数据模型和概念模型等专业术语的内涵；了解数据库的发展过程和数据库系统的特点；弄清数据库、数据库管理信息系统和信息管理系统三者之间的关系。本章就介绍这些数据库系统的基本概念和基础知识。

【学习目标】

- 理解数据库的基本概念和术语。
- 掌握数据库系统的组成、各部分的功能以及相互之间的关系。
- 掌握数据库系统的三级模式体系结构。
- 了解数据库的应用体系结构的类型及各自的特点。
- 掌握数据库管理系统的功能。

1.1 数据库系统基本概念

数据库技术是现代信息科学与技术的重要组成部分，是计算机数据处理与信息管理的核心。随着计算机技术、通信技术、网络技术的迅速发展，人类社会已进入了信息时代。大家身边很多信息需要管理。如学校学生学籍；图书馆需要管理图书信息、读者信息及处理借还书等业务；银行需要管理用户信息、账户信息，进行处理各种银行的业务等，可见，建立一个行之有效的管理信息系统已成为每个企业或组织生存和发展的重要条件。据调查，在计算机三大应用领域（科学计算、过程控制和数据处理）中，数据处理所占比例约为 70%。20 世纪 60 年代末，数据库技术作为数据处理的最新技术应运而生。数据库技术就是主要研究如何科学地组织和存储数据、高效地获取和处理数据，并可以满足用户各种不同的信息需求的技术，因为对数据库技术的需求非常大，现在，几乎所有的计算机上都配置了数据库管理系统，在各个领域中也都应用了数据库技术，数据库技术的应用程度已经成为衡量一个企业乃至一个国家信息化程度的重要标志之一。想要掌握好数据库系统技术，必须弄清这些数据、数据管理、数据库、数据模型和概念模型等专业术语的内涵，在学习这些基本概念之前先看看几个数据库应用典型案例。

1.1.1 数据库应用案例

以下是数据库技术在不同行业中应用的典型案例：

1. 航空售票系统

航空售票系统可能是最早使用数据库技术的应用领域。在这个系统中，管理很多数据，这些数据按用途可分为：

- ❖ 预定信息：座位分配、座位确认、餐饮选择等。
- ❖ 航班信息：航班号、飞机型号、机组号、起飞地、目的地、起飞时间、到达时间、飞行状态等。
- ❖ 机票信息：票价、折扣、是否有票等。

该系统应该满足：

- ❖ 能够查询：在某一段时间内从某个指定的城市到另外一个指定城市的航班。是否还有可以选择的座位；是否有其他飞机型号；是否有其他飞机票售票点；票价是否打折等信息。
 - ❖ 能够随时更新数据，对该系统的主要更新操作包括为乘客登记航班、分配座位、选择餐饮等。
 - ❖ 要避免出现多个代理商同时卖出同一个座位情况，因为任何时候都会由许多飞机售票代理商访问这些数据。
 - ❖ 还可以自动统计出经常乘坐某一航班的乘客信息，为这些常客提供优惠服务。
- 若这些功能都要实现，其核心技术就是数据库技术。如果没有使用数据库技术，那么就会因为数据量庞大和更新缓慢，使航空部门无法提供及时、准确、有竞争力的服务。

2. 银行业务系统

银行业务的繁忙状态是社会发展的标志。银行业务系统也是最早使用信息技术或数据库技术的系统之一。在银行业务系统中，管理的数据包括：

- ❖ 顾客信息：姓名、身份证号码、地址、电话等信息。
- ❖ 账户信息：账号、存款金额、余额、收款金额、日期等信息。
- ❖ 顾客与账户关系信息：身份证号码、账号等信息。

对银行业务系统的操作既可以通过各地的银行营业网点，也可以通过安装在各地的自动取款机（Automated Teller Machine, ATM）进行。该系统的主要查询操作包括询问顾客的账户、账号的余额以及更新账户的数据等。就像航空售票系统一样，允许对同一个账户进行并发，但不会出现任何错误，这是非常重要的。即使系统发生了故障，例如 ATM 突然断电，正在处理的账户数据也不会出现任何不一致的记录。当前的数据库技术已经完全可以解决这种表面简单而实质复杂的难题。

使用了信息技术和数据库技术的银行业务系统给人们的生活和工作带来了极大的便利。例如，人们可以在任何银行网点存款和取款。

3. 医疗方面（药品采购、住院信息等）

下列信息都被有效地存储在医院信息数据库中，可方便人们快速查询及了解相关信息。数据库内容主要包括：

- ❖ 医生信息：科室、姓名、职称、诊疗时间等。

- ❖ 费用信息：项目名称、规格、价格、医保费用类别、数额等。
- ❖ 病人基本信息：就诊卡号、病案号、姓名、性别、年龄、医保费用类别等。
- ❖ 诊疗相关信息：病史资料、主诉、现病史、既往史等。
- ❖ 用药信息：常规用法及剂量、费用、功能及适应症、不良反应及禁忌症等。

4. 公安系统

❖ DNA 数据库：只要采集到犯罪嫌疑人的 DNA 样本，就可以上网进入数据库进行比对，大大提高了查找犯罪嫌疑人的效率。

❖ 指纹数据库：顾名思义，这个数据库就是存储各类犯罪嫌疑人的指纹数据，当刑事技术人员在犯罪现场提取指纹后，进入数据库中进行比对，就可以快速认定犯罪嫌疑人。河南省公安厅指纹中心库存指纹已达约 1000 万人，计算机查询速度可达每秒 4.5 万枚。

❖ 第二代身份证：第二代身份证是将个人身份信息数据库化管理的开始，能够有效利用人口资源，实现信息共享，加强社会管理。

5. 工厂的管理信息系统

工厂的管理信息系统（MIS）是最早依据数据库技术建立的一套比较完整的集成系统。在这种 MIS 中，主要包括以下数据：

- ❖ 销售记录：产品、服务、客户、销售人员、时间等；
- ❖ 雇员信息：姓名、地址、工资、津贴、所得税款等；
- ❖ 财务信息：合同、应收货款、应付货款等。

在这种系统中，典型的查询操作包括打印雇员的工资、打印应收付款清单、打印销售人员的业绩、打印工厂的各种统计报表等。每进行一次采购和销售，收到每一个账单、收据、雇员的聘用、解聘、提职、加薪等都导致对数据库的更新。

一个典型的 MIS 应该包括进货、销售、仓库、账目、人事、系统维护等功能。使用这个系统，可以执行各种业务操作。在这种 MIS 的背后，是存储了大量业务数据的数据库管理系统。

如果没有 MIS 系统，那么许多企业就会陷入混乱的状态：货款迟迟没有到位却没有人及时发现，财务报表不能及时提供；领导不知道库存的零件、产品有多少，作业计划的安排不符合实际情况等。工厂的 MIS 的核心技术也是数据库技术。

6. 学生学籍管理系统

数据库内容主要包括：

- ❖ 有关学籍等信息的输入。包括输入学生基本信息，所在班级，所学课程和成绩等；
- ❖ 学生信息的查询。包括查询学生基本信息，所在班级，已学课程和成绩等；
- ❖ 学生信息修改；
- ❖ 学生成绩信息的输入；
- ❖ 学生成绩信息的修改；
- ❖ 学生成绩信息的查询；
- ❖ 学生成绩信息的统计。

学生学籍管理系统如图 1.1 所示。

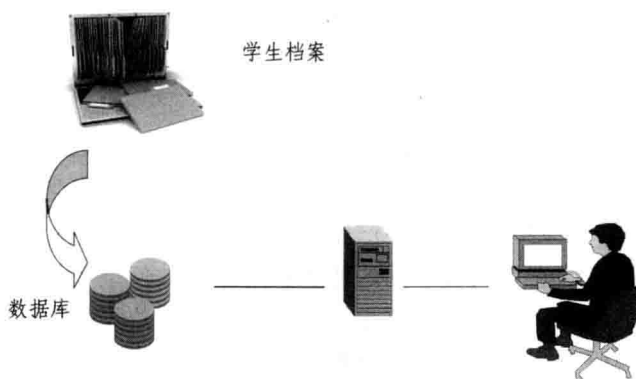


图 1.1 学生学籍管理系统

1.1.2 数据 (Data)

数据是数据库系统研究和处理的对象，数据在大多数人头脑中的第一个反应就是数字。其实数字只是简单的一种数据，是数据的一种传统和狭义的理解。

在计算机领域里，数据是描述现实世界事物的符号记录，并可以被计算机可识别。数据这个概念已经不局限于普通意义上的数字了，有多种表现形式，包括：数字、文字、学生档案中的照片、一段视频、声音及其他特殊符号。数据的各种表现形式，都可以经过数字化后存入计算机。

例如，天气预报中，温度的高低可以量化的表示，而“刮风”或“下雨”等特征则需要用文字或图形符号进行描述，它们都是数据，只不过数据类型不同而已。

自然界里的任何一个事物都可以记录的形式进行描述。图 1.1 中，学生的重要信息就会被采集出来形成数据被存储在数据库中以便进行学籍管理：

学生：（李明，男，21，1972，河南，计算机系，计算机应用专业）

每一个数据都具有确定的语义，数据如果脱离了具体语义也就失去了记录的意义。

数据与信息是密不可分的，它们既有联系又有区别。数据是用于载荷信息的物理符号。这就是说，数据是信息的一种表现形式，数据通过能书写的信息编码来表示信息。尽管信息有多种表现形式，它可以通过手势、眼神、声音或图形等方式表达，但数据是信息的最佳表现形式，信息是数据的内涵。由于数据能够书写，因而它能够被记录、存储和处理，从中挖掘出更深层的信息。必须指出的是，在许多不严格的情况下，会把“数据”和“信息”两个概念混为一谈，称“数据”为“信息”。

总之：数据是信息的符号表示或称为载体；信息则是数据的内涵，是对数据语义的解释。

数据有以下 4 个特征：

(1) 数据有“型”和“值”之分。

数据的型是指数据的结构，而数据的值是指数据的具体取值。数据的结构指数据的内部构成和对外联系。例如，学生的数据由“学号”、“姓名”、“年龄”、“性别”、“所在系”等属性构成。其中“学生”为数据名，“学号”、“性别”等为属性名（或称数据项名）；课程也是数据，它由“课程编号”、“课程名称”、“课时数”等数据项构成；“学生”和“课程”之间有“选课”的联系。“学生”和“课程”数据的内部构成及其相互联系就是学

生课程数据的类型，而一个具体取值，如：“03512，李四，22，男，计算机科学与技术系”，就是一个学生数据值。

(2) 数据受数据类型和取值范围的约束。

数据类型是针对不同的应用场合设计的。数据的类型不同，则数据表示形式、存储方式及数据能进行的操作运算各不相同。在使用计算机处理信息时，应当对数据类型特别重视，为数据选择合适的类型，否则会在应用中产生不良的后果。常见的数据类型有数值型、字符串型、日期型和逻辑型等，它们具有不同的特点和用途。数值型数据就是我们通常所说的算术数据，它能够进行加、减、乘、除等算术运算。字符串型数据是最常用的数据，它可以表示姓名、地址、邮政编码及电话号码等类数据，字符串型数据能够进行查找字符串、读取字符串和连接字符串的运算操作。日期型数据是表达日期和时间的数据。逻辑型数据是表达真或假、是或非等逻辑数据。

数据的取值范围又称数据的值域，例如：学生性别的值域是{“男”，“女”}。为数据设置值域是保证数据的有效性避免数据输入或修改时出现错误的重要措施。

(3) 数据有定性表示和定量表示之分。

在表示职工的年龄时，可以用“老”、“中”、“青”来定性表示，也可以用具体岁数来定量表示。由于数据的定性表示是带有模糊因素的粗略表示方式，而数据的定量表示是描述事物的精确表示方式，因此在计算机软件设计中，我们对数据应尽可能地采用定量表示方式。

(4) 数据应具有载体和多种表现形式。

数据是客体(即客观物体或概念)属性的记录，它必须有一定的物理载体。当数据记录在纸上时，纸张是数据的载体；当数据记录在计算机的外存上时，如硬盘、软盘或磁带，那么他们就是数据的载体。数据具有多种表现形式，它可以用报表、图形、语音及不同的语言符号表示。

1.1.3 数据库 (DataBase, DB)

在学籍管理系统中的数据库，存放的是本校中 10 000 名学生的学籍信息，在采集学籍数据时可以按照如下格式：学号，姓名，性别，年龄，出生年月，籍贯，所在院系，所选专业等来记录每个学生的信息，这些信息看起来是有固定组织形式的存放在计算机内，构成了数据库。

由此可以提出数据库的概念，但不同的时期和学者对数据库概念有很多种不同的解释。本书中给出了其中三种不同解释，以使读者更加全面深刻地理解数据库的含义。

(1) 数据库是长期存储在计算机内、有组织、可共享的、统一管理的数据集合。它是一个按数据结构来存储和管理数据的计算机软件系统。它实际上包含了两层含义：

① 能保管数据的“仓库”。

② 数据库是数据管理的新方法和技术，它能够更合理地组织数据、更方便更合理地维护数据、更严密地控制数据和更有效地利用数据。

例如：在经济管理的日常工作中，常常需要把某些相关的数据放进这样的“仓库”，并根据管理的需要进行相应处理。企业或事业单位的人事部门常常要把本单位职工的基本情况(如职工号、姓名、年龄、性别、籍贯、工资、简历等)存放在表中，这张表就可以看成是一个数据库。有了这个“数据仓库”用户就可以根据需要随时查询某职工的基本情况，也可以

查询工资在某个范围内的职工人数等。这些工作如果都能在计算机上自动进行，那单位的人事管理就可以达到极高水平。此外，在财务管理、仓库管理、生产管理中也需要建立众多的这种“数据库”，使其可以利用计算机来实现财务、仓库、生产的自动化管理。

(2) J.Martin 给数据库下了一个比较完整的定义：数据库是存储在一起的相关数据的集合，这些数据是结构化的，无有害的或不必要的冗余，并为多种应用服务；数据的存储独立于使用它的程序；对数据库插入新数据，修改和检索原有数据均能按照一种公用的和可控制的方式进行。当某个系统中存在结构上完全分开的若干个数据库时，则该系统包含一个“数据库集合”。这样的一个数据的集合的特点可以归结为以下几点：

① 最小的冗余度。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存，数据尽可能不重复。

② 应用程序对数据资源共享。以最优方式为某个特定组织或企业的多种应用服务。实现数据共享，可以使更多的人更充分地使用已有数据资源，减少资料收集、数据采集等重复劳动及相应费用，从而把精力重点放在开发新的应用程序及系统集成上。由于不同用户提供的数据可能来自不同的途径，其数据内容、数据格式和数据质量千差万别，因而给数据共享带来了很大困难，有时甚至会遇到数据格式不能转换或数据转换格式后丢失信息的棘手问题，严重地阻碍了数据在各部门和各软件系统中的流动与共享。

③ 数据独立性高。把数据的定义从程序中分离出去，加上数据的存取又由 DBMS 负责，从而简化了应用程序的编制，大大减少了应用程序的维护和修改。

④ 统一管理和控制。对数据的定义、操纵和控制，都由数据库管理系统完成。

(3) 数据库是指自描述的完整记录的集合，理解这个定义的内在含义很重要。

① 数据库是自描述的。

数据库是自描述的含义是：它除了包含用户的源数据外，还包含关于它本身结构的描述。这个描述称为数据字典（也称为数据目录或者元数据）。从这种意义上讲，数据库与图书馆是相似的。图书馆可以作为一本书的自描述集合。除了书籍以外，图书馆还包含一个描述它们的卡片目录。同样，数据字典是数据库的一部分，这与卡片目录是图书馆的一部分是一样的，它描述了包含在数据库中的数据。

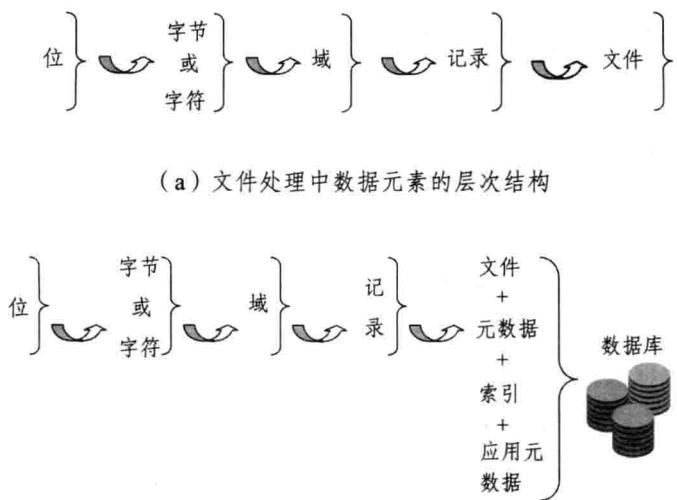
数据库的自描述特点为什么如此重要？首先，它提高了程序/数据独立性，也就是说，它使得检查数据库本身来确定数据库的结构和内容成为可能。我们既不需要猜测数据库包含什么，也不需要维护关于文件和记录格式的外部文档。其次，如果改变数据库中的数据结构（如给一个现存的记录增加新数据项），我们只要在数据字典中输入这种变化，至于程序的变化，即使有，也是很少的。大多数情况下，只有那些处理变化的数据项的程序需要改变。

② 数据库是集成记录的集合。

数据的标准结构如下：位组合成字节或字符，字符组合成域，域组合成记录。记录组合成文件，如图 1.2 (a) 所示。按照这种模式说，文件组合成数据库是非常诱人的，但却无法深入。

数据库包含用户数据文件和其他内容，正如前面所说的，数据库在元数据（即数据字典）中包含关于自身的描述。另外，数据库还包含用来表示数据之间的关系和提高数据库应用的性能的索引。最后，数据库还包含关于使用数据库的应用程序的数据。数据入口窗体或报表的格式有时也是数据库的一部分，我们称最后一种数据分类为应用元数据。这样一来，一个数据库就包含如图 1.2 (b) 所示的四种数据：用户数据文件、元数据、索引和

应用元数据。



(a) 文件处理中数据元素的层次结构

(b) 数据库处理中的数据元素的层次结构

图 1.2 数据元素的层次结构

③ 数据库是模型的模型。

数据库是模型的模型。准确地讲，数据库是用户模型的模型。例如，学生学籍管理系统中的数据库是操作员查看对学籍管理业务方式的模型。它的业务包含学生入学管理、上课考试管理和毕业管理，数据库中同样也包含关于这些实体的实际表示。学生的学号、姓名、入学时间、所学专业等描述都是操作员查看系统所执行功能的重要指标。

数据库变化的细节程度是不一样的。有些是简单和粗糙的，存入数据库中的信息的细节程度取决于期望的信息。例如，学生的入学信息：可以只包括姓名、性别、入学时间、入学分数，也可以根据需要包含更详细的信息，很显然，需要的信息越多，数据库中包含的细节也就越多，确定合适的细节数量是数据库设计中的一个重要部分。

1.1.4 数据库管理信息系统和信息系统

数据库管理系统是提供数据库管理的计算机系统软件，信息管理系统是实现某种具体事物管理功能的应用软件。数据库管理系统为信息管理系统的的设计提供了方法、手段和工具，利用数据库管理系统可以更快、更好地设计和实施信息管理系统。

1. 数据库管理系统 (Database Management System, DBMS)

了解了数据和数据库的概念后，下一个问题就是在计算机内应该如何科学地组织和存储数据，建立数据库，以及用户如何从数据库中高效地获取和维护数据。例如，要开发如图 1.1 所示的学生学籍管理系统，首先要通过分析之后搭建系统数据库，完成这一任务的是一个系统软件——数据库管理系统。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一个数据管理软件，是用于操纵和管理数据库的大型系统软件，它的任务是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和维护数据，

简称 DBMS。

数据库管理系统的目标是让用户能够更方便、更有效、更可靠地建立数据库和使用数据库中的信息资源。数据库管理系统不是应用软件，它不能直接用于诸如工资管理、人事管理或资料管理等事务管理工作中，但数据库管理系统能够为事务管理提供技术和方法、应用系统的设计平台和设计工具，使相关的事务管理软件很容易设计。也就是说，数据库管理系统是为设计数据管理应用项目提供的计算机软件，利用数据库管理系统设计事务管理系统可以达到事半功倍的效果。

数据库管理系统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。它的主要功能如下：

- ❖ 数据定义功能（通过 DDL 可以对数据库中的数据对象进行定义）。
- ❖ 数据操纵功能（通过 DML 可以对数据库进行查询、插入、删除和修改等操作）。
- ❖ 数据库的运行管理（数据库在建立、运用和维护时由 DBMS 统一管理、统一控制，以保证数据的安全性和完整性，多个用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复）。
- ❖ 数据库的建立及维护功能（包括数据库初始数据的输入、数据库的转储、恢复功能及性能监视和分析功能）。

大家周围有关数据库管理系统的计算机软件有很多。这些数据库管理系统产品在其特点和所提供的功能上差异很大。第一批这类产品是在 20 世纪 60 年代后期开发出来用于主机的，它们具有非常原始的特点。从此，数据库管理系统产品不断地提高，不断完善，不仅能更好地处理数据库数据，而且结合了一些能更方便地生成数据库应用程序的特点。

2. 信息管理系统（Management Information System）及特点

信息管理系统简称为 MIS，它是计算机应用领域的一个重要分支。信息管理系统帮助人们完成原来需要手工处理的复杂工作，它不仅能明显地提高工作效率，降低劳动强度，而且能提高信息管理的水平。因而，信息管理系统不是在模拟手工劳动，而是要更合理地组织数据和更科学地管理数据，为控制事务发展提供控制信息，为预测事务变化的状态提供事务发展趋势信息和变化规律的信息。

信息管理系统的应用非常广泛。它可以用于事务管理、计算机辅助设计、计算机图形及人工智能等系统中，即所有数据量大、数据成分复杂的地方，都可以使用信息管理系统进行数据管理的工作。

信息管理系统有以下三个突出特点：

（1）以数据库技术为基础。

信息管理的核心是数据库。信息管理系统的数据存放在数据库中，数据库技术为信息管理系统提供了数据管理的手段。数据库管理系统为信息管理系统提供了系统设计的方法、工具和环境。学习数据库及数据库管理系统的基本理论和设计方法，其目的就是要掌握设计数据库的技术，学会设计、管理和应用信息管理系统的方法，以便能够胜任数据库系统的设计、管理和应用工作。

（2）采用功能选单方式控制程序。