



第1章 数据库系统的基本原理

“万丈高楼平地起。”

井明

数据科学与计算机学院

jingming@sdu.edu.cn

2025年3月14日



山东女子学院
Shandong Women's University

课程的任务、目的和基本要求

- 了解数据库系统的体系结构与特点、数据库管理系统的功能。
- 了解关系模型的基本概念。
- 掌握关系代数语言的使用。
- 掌握结构化查询语言（SQL）的用法。
- 掌握关系数据库规范化理论，能够利用分解算法将关系模式进行合理的分解。
- 掌握数据库设计方法。
- 了解数据库系统维护的相关概念和方法（数据库恢复、并发控制、安全性控制和完整性控制等）。

主要教学内容

第一章 数据库系统的基本原理

第二章 关系数据库标准语言SQL

第三章 数据库编程

第四章 关系模型的基本理论

第五章 数据库的安全性

第六章 事务与并发控制

第七章 故障恢复

第八章 使用实体-联系模型进行数据建模

第九章 关系模型规范化设计理论

第十章 数据库设计

教材、参考书

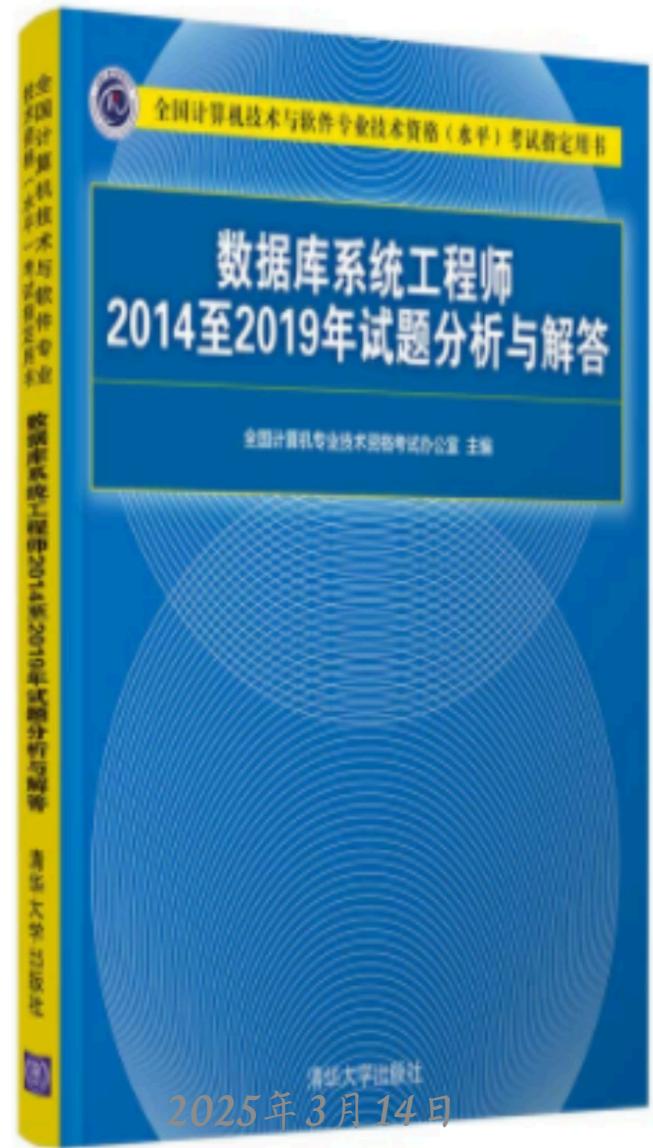
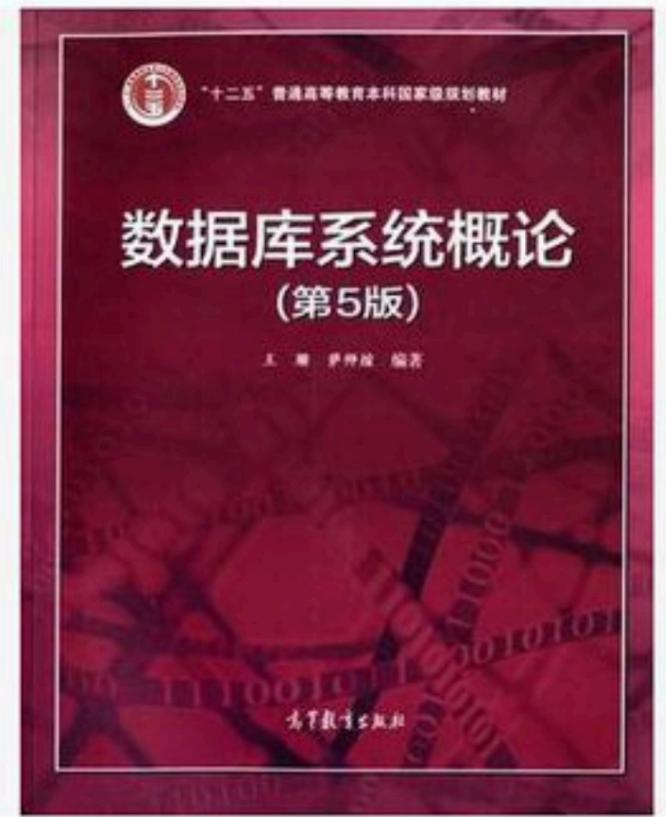
教材：

- 《数据库原理与应用（MySQL 版）》第 2 版，李月军，清华大学出版社，2023 年

参考书：

- 《数据库系统概论》（第5版），王珊、萨师煊，高等教育出版社，2014。
- 《数据库系统工程师教程》（第 4 版），王亚平、刘伟，清华大学出版社，2022。
- 《数据库系统工程师2014至2019年试题分析与解答》，全国计算机专业技术资格考试办公室，清华大学出版社，2020。

参考书



本章目标

- 了解数据管理技术的产生和发展。
- 掌握数据库、数据库管理系统、数据库系统的概念。
- 掌握数据库系统的特点。
- 掌握数据模型的组成要素、常用数据模型、概念模型、关系模型。
- 掌握数据库系统结构、数据库系统的三级模式结构。
- 掌握数据库系统的组成。

本章内容

1. 数据库系统概述
2. 数据模型
3. 数据库体系结构
4. 高级数据库系统
5. 数据仓库技术与数据挖掘技术
6. 非关系型数据库（NoSQL）

1.1 数据库系统概述

1.1.1 数据库系统的应用

数据库系统广泛应用于：

- 政府机构
- 电信业
- 航空业
- 金融业
- 银行业

1.1.2 数据库系统的概念

- **数据 (Data)**：描述现实世界中各种具体事物或抽象概念的、可存储并具有明确意义的符号记录。
- **数据库 (DataBase, DB)**：一个长期存储在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。
- **数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS)**：数据库系统的核心部分，如 Oracle、MySQL、SQL Server。
- **数据库系统 (DataBase System, DBS)**： $DBS = DB + DBMS + DBA + \text{应用系统}$ 。
- **数据库应用系统 (DBAS)**：如图书管理、铁路订票、证券交易等。

1.1.3 数据管理技术的发展阶段

1. 人工管理阶段：数据不保存、不具有独立性、不共享。
2. 文件管理系统阶段：数据冗余高、不一致性大、独立性差。
3. 数据库系统阶段：通过 DBMS 统一管理数据库。

数据库系统的特点：

- 数据结构化。
- 共享性高，冗余度低，易扩充。
- 数据独立性高。
 - 数据独立性是指数据与程序的独立；
 - 包括逻辑独立性和物理独立性。
- 数据由 DBMS 统一管理和控制（完整性检查、并发控制、安全性、恢复等）。

1.1.4 数据库系统的用户

1. 数据库管理员 (DBA)

- 参与数据库设计。
- 维护数据库安全性、完整性。
- 进行日常维护和优化。

2. 数据库用户

- 最终用户。
- 专业用户（如工程师、科学家）。
- 系统分析员、数据库设计人员。
- 应用程序员。

测试

与文件系统阶段相比，关系数据库技术的特点不包括：

- A. [] 数据结构化
- B. [] 数据冗余小，实现了数据共享
- C. [] 具有较高的数据和程序独立性
- D. [] 支持面向对象的数据模型

测试

与文件系统阶段相比，关系数据库技术的特点不包括：

- A. [] 数据结构化
- B. [] 数据冗余小，实现了数据共享
- C. [] 具有较高的数据和程序独立性
- D. [x] 支持面向对象的数据模型

1.2 数据模型

1.2.1 数据抽象的过程

- 概念模型（E-R模型）

- 实体（Entity）：客观存在并可相互区别的事物称为实体。
- 属性（Attribute）：实体所具有的某一特性称为属性。
- 码（Key）：能唯一标识实体的最小属性集，又称为键或关键字。
- 关系（Relation）：两个或多个实体间的关联。一对一（1:1 如学校和校长）、一对多（1:N 如学校和学生）、多对多（M:N 如学生和课程）。

- 逻辑模型

- 逻辑模型是设计人员对整个企业组织数据库的全面概述。
- 逻辑模型是从数据库实现的观点出发，对数据建模。
- 逻辑模型硬件独立，但软件依赖。
- 逻辑模型是数据库设计人员与应用程序员之间进行交流的工具
- 关系模型、层次模型、网状模型。

- **外部模型**

- 外部模型是逻辑模型的一个逻辑子集。
- 硬件独立，软件依赖。
- 外部模型反映了用户使用数据库的观点。
- 反映用户视图，增强安全性。

- **内部模型**

- 物理存储结构。内部模型又称为物理模型，是数据库最底层的抽象，它描述数据在磁盘上存储方式、存取设备和存取方法。由系统自动实现。

1.2.2 关系模型

学号	姓名	性别
1040101	钱江雨	男
1040102	王清馨	女
1050101	李晨	男
1050102	赵一翰	男

1. 数据结构

- 关系 (Relation) = 二维表。
- 元组 (Tuple) = 表中的一行。
- 属性 (Attribute) = 表中的一列。
- 关系模式：关系名 (属性1, 属性2, ...)

学 号	姓 名	性 别	成 绩		
			英 语	数 学	语 文
1040101	钱江雨	男	90	80	85
1040102	王清馨	女	79	91	82
1050101	李晨	男	73	95	65
1050102	赵一翰	男	86	85	76

“ 思考：

“ 以上表有什么问题？

2. 关系操作

- 查询（SELECT）、插入（INSERT）、删除（DELETE）、更新（UPDATE）。

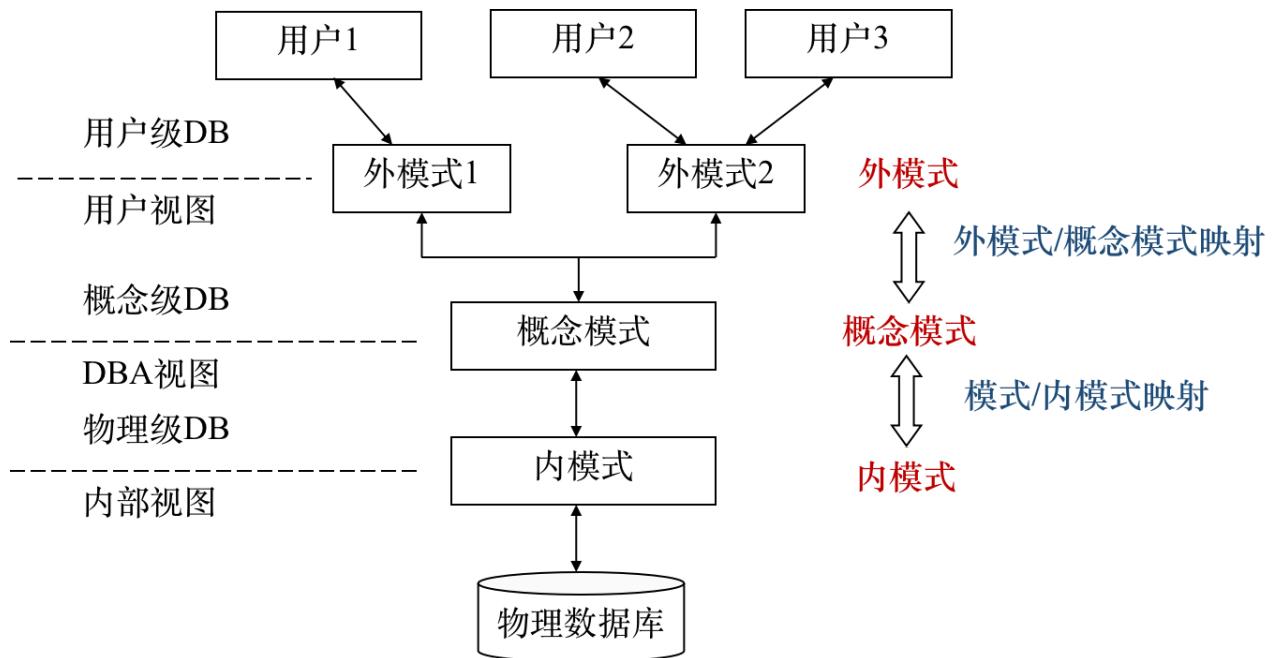
3. 完整性约束

- 实体完整性、参照完整性、用户定义完整性。

1.3 数据库体系结构

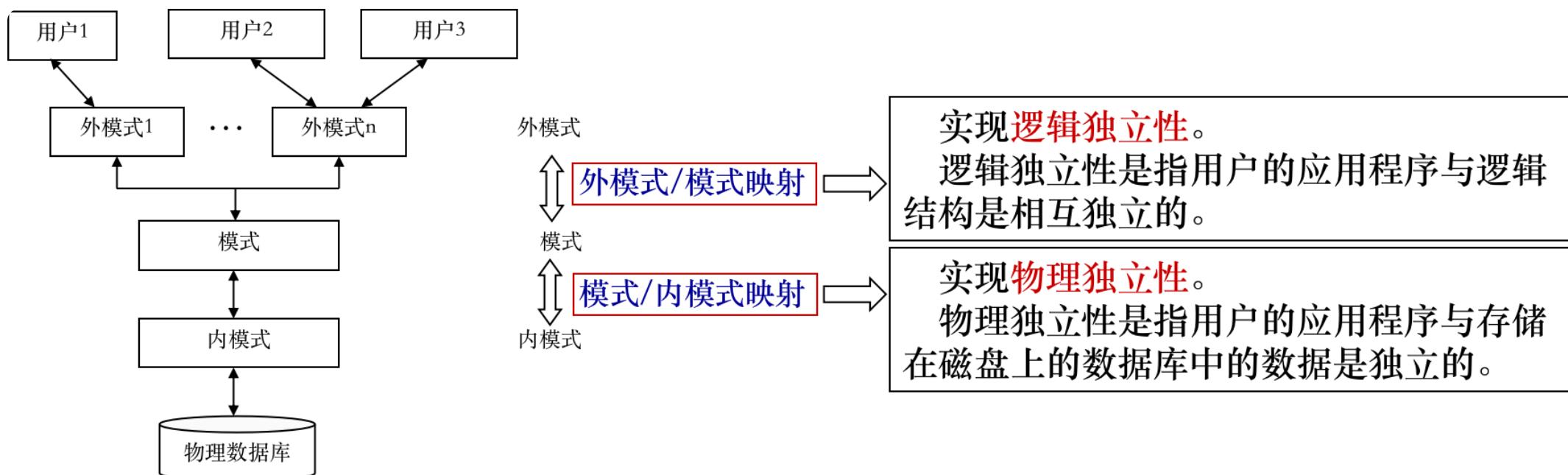
1.3.1 数据库系统三级结构

- 外模式（用户视图）
- 模式（概念模式）
- 内模式（物理存储）



1.3.2 数据库系统的二级映射

- **逻辑独立性**: 应用程序与逻辑结构独立。
- **物理独立性**: 应用程序与物理存储独立。



1.3.4 数据库应用系统的开发架构

1. C/S模式 (Client/Server)
 - 两层 C/S
 - 三层 C/S
2. B/S模式 (Browser/Server)

1.4 高级数据库系统

- 分布式数据库系统
- 面向对象数据库系统
- 并行数据库系统
- 多媒体数据库系统

1.5 数据仓库技术与数据挖掘技术

1. 数据仓库 (Data Warehouse, DW)

- 面向主题、集成、稳定、时间相关的数据集合。

2. 联机分析处理 (OLAP)

- 处理多维数据。

3. 数据挖掘 (Data Mining)

- 从数据中提取隐藏的、有价值的信息。

1.6 非关系型数据库（NoSQL）

1. NoSQL 概述

- 无需固定表结构，性能优越。

2. NoSQL 相关理论

- CAP理论（一致性、可用性、分区容忍性）。
- BASE理论（基本可用、软状态、最终一致性）。

3. NoSQL 数据库模型

- Key-Value、文档存储、图存储、BigTable。

本章总结

- 数据模型的演进。
- 关系模型的基础概念。
- 数据库系统的三级模式结构。
- 逻辑与物理独立性。
- 高级数据库技术与 NoSQL。