



2026年春季学期

1

数据库系统概论

An Introduction to Database Systems

第七章 数据库设计

中国科学技术大学
人工智能与数据科学学院

黄振亚, huangzhy@ustc.edu.cn

<http://staff.ustc.edu.cn/~huangzhy/Course/DB2026.html>



第七章 数据库设计

2

7.1 数据库设计概述

7.2 需求分析

7.3 概念结构设计

7.4 逻辑结构设计

7.5 数据库的物理设计

7.6 数据库实施和维护

7.7 小结



数据库设计概述

3

□ 数据库设计

- 数据库设计是指对于一个给定的应用环境，构造（设计）优化的数据库逻辑模式和物理结构，并据此建立数据库及其应用系统，使之能够有效地存储和管理数据，满足各种用户的应用需求，包括信息管理要求和数据操作要求。
- 信息管理要求：在数据库中应该存储和管理哪些数据对象
- 数据操作要求：对数据对象需要进行哪些操作，如查询、增、删、改、统计等操作



数据库设计概述

4

- 数据库设计
 - 目标：为用户和各种应用系统提供一个信息基础设施和高效的运行环境
 - 高效的运行环境
 - 数据库数据的存取效率高
 - 数据库存储空间的利用率高
 - 数据库系统运行管理的效率高



数据库设计概述

5

□ 数据库（系统）设计

- 《XX市企业就业补贴管理系统的设计与实现》
- 《XX市国税局电子发票管理系统的设计与实现》
- 《基于J2EE的公安消防装备信息系统的设计和实现》
- 《医疗安全不良事件上报与分析系统设计实现》
- 《保险公司保险业务管理系统的设计与实现》
- 《XX省电力集团公司现金预算管理系统》
- 《电视台固定资产管理信息系统的设计与实现》
- 《政府公文管理系统设计与实现》
- 《个人信贷业务管理系统的设计与实现》
- 《三星公司渠道管理系统设计与实现》



7.1 数据库设计概述

6

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.1 数据库设计的特点

7

- 1. 数据库建设的基本规律
 - 三分技术，七分管理，十二分基础数据
 - 技术
 - 设计工具
 - 开发技术工具
 - 管理
 - 数据库建设项目管理
 - 企业（即应用部门）的业务管理
 - 基础数据
 - 数据收集、整理、组织
 - 数据不断更新



数据库设计的特点（续）

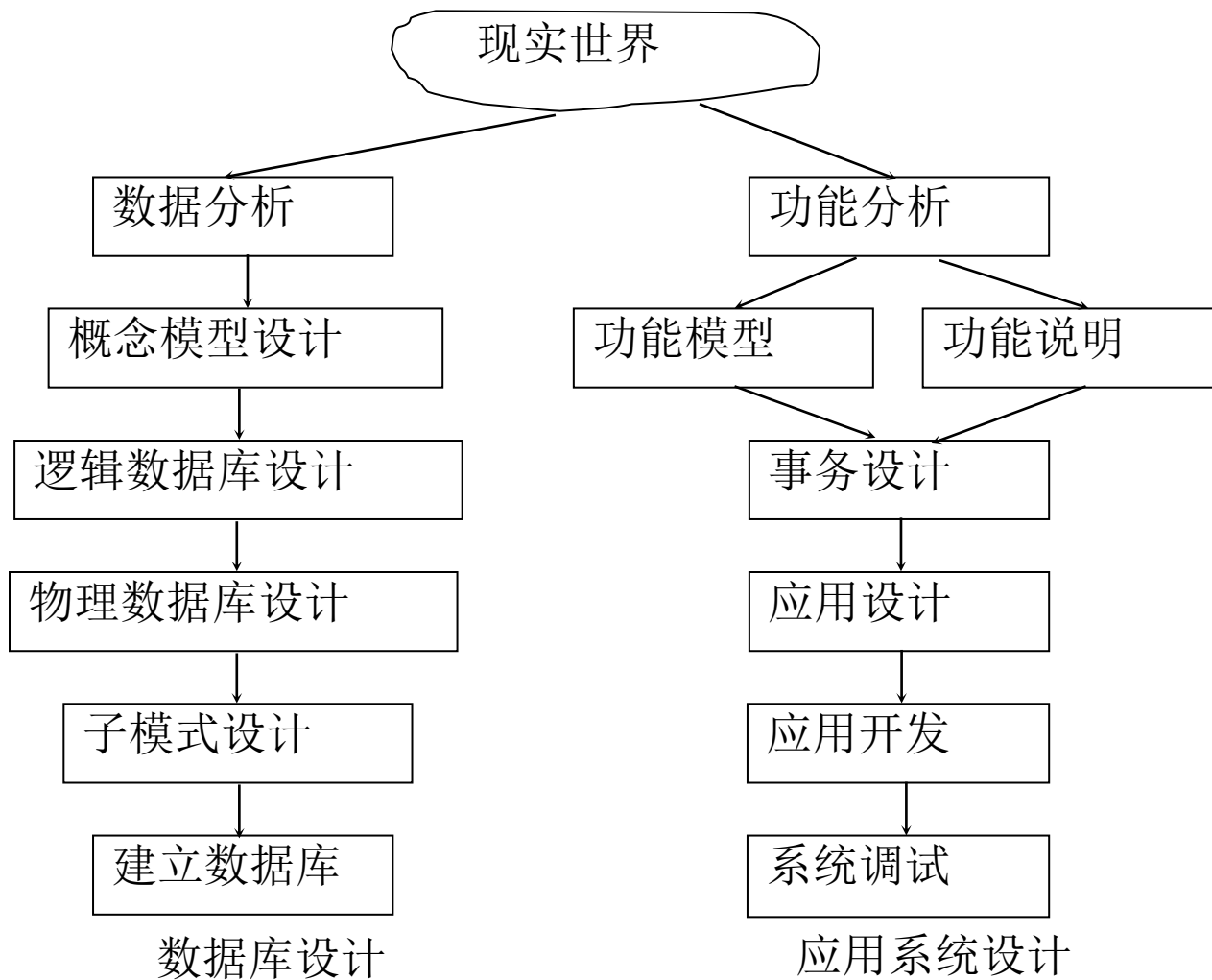


图7.1 数据库设计和应用系统设计分离的设计



7.1 数据库设计概述

10

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.2 数据库设计方法

11

- 大型数据库设计是涉及多学科的综合性的技术，又是一项庞大的工程项目。
- 它要求多方面的知识和技术。主要包括：
 - 计算机的基础知识
 - 软件工程的原理和方法
 - 程序设计的方法和技巧
 - 数据库的基本知识
 - 数据库设计技术
 - **应用领域的知识**



7.1.2 数据库设计方法

12

- 手工与经验相结合方法
 - 设计质量与设计人员的经验和水平有直接关系
 - 缺乏科学理论和工程方法的支持，工程的质量难以保证
 - 数据库运行一段时间后常常不同程度地发现各种问题，增加了维护代价
- 规范设计法
 - 基本思想：过程迭代和逐步求精



数据库设计方法（续）

13

- 规范设计法
 - 新奥尔良（New Orleans）方法
 - 将数据库设计分为若干阶段和步骤
 - 需求分析、概念设计、逻辑设计和物理设计
 - 基于E-R模型的数据库设计方法
 - 概念设计阶段广泛采用
 - 3NF（第三范式）的设计方法
 - 逻辑阶段可采用的有效方法
 - ODL（Object Definition Language）方法
 - 面向对象的数据库设计方法
 - 统一建模语言（UML）方法



7.1 数据库设计概述

14

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.3 数据库设计的基本步骤

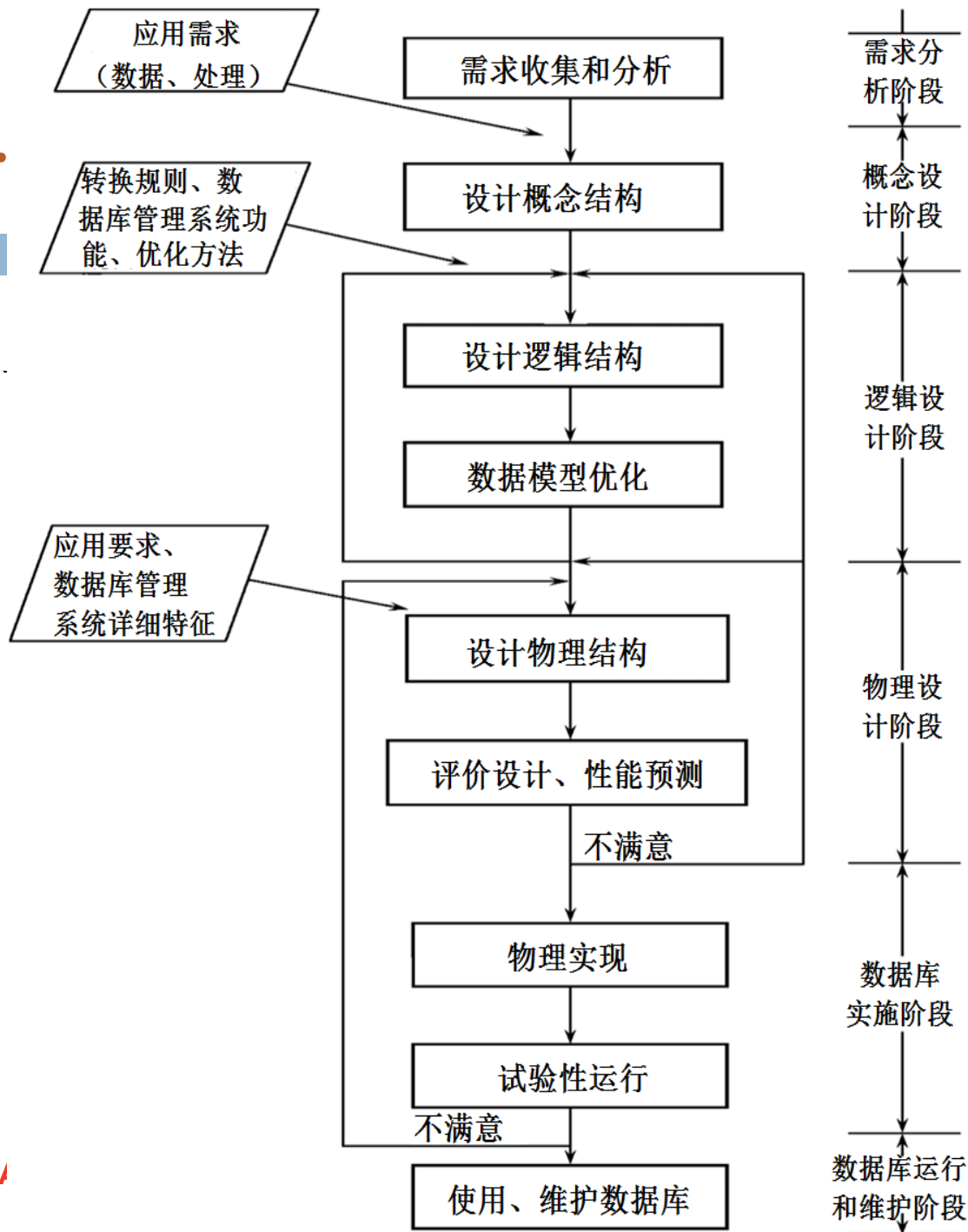
15

- 数据库设计分6个阶段
 - 需求分析
 - 概念结构设计
 - 逻辑结构设计
 - 物理结构设计
 - 数据库实施
 - 数据库运行和维护
- 需求分析和概念设计独立于任何数据库管理系统
- 逻辑设计和物理设计与选用的DBMS密切相关



7.1.

数据库设计





第二章 系统需求分析.....	5 _μ
2.1 系统核心需求定义.....	5 _μ
2.2 功能需求细节分析.....	6 _μ
2.2.1 一级功能需求用例.....	6 _μ
2.2.2 订单管理功能需求细节.....	7 _μ
2.2.3 仓库管理功能需求细节.....	7 _μ
2.2.4 物流管理功能需求细节.....	8 _μ
2.2.5 系统管理功能需求细节.....	10 _μ
2.3 系统非功能需求分析.....	11 _μ
2.4 系统数据流分析.....	11 _μ
2.4.1 系统顶层数据流分析.....	11 _μ
2.4.2 系统1层数据流分析.....	12 _μ
2.4.3 系统2层数据流分析.....	13 _μ
2.5 本章小结.....	15 _μ
第三章 系统总体设计.....	17 _μ
3.1 系统设计目标.....	17 _μ
3.2 系统逻辑结构设计.....	17 _μ
3.3 系统物理拓扑结构设计.....	18 _μ
3.4 系统功能模块设计.....	19 _μ
3.5 系统数据库设计.....	20 _μ
3.5.1 概念模型设计.....	20 _μ
3.5.2 逻辑模型与物理模型设计.....	21 _μ
3.6 本章小结.....	25 _μ



第四章 系统详细设计	27
4.1 系统总体流程设计	27
4.2 workflow 技术设计	28
4.3 订单管理模块详细设计	29
4.4 仓库信息管理模块详细设计	32
4.5 物流管理模块详细设计	33
4.6 系统管理模块详细设计	36
4.7 本章小结	37
第五章 系统实现与测试	39
5.1 系统开发与运行环境	39
5.2 登录模块实现	39
5.3 订单管理功能模块实现	40
5.4 仓库管理功能模块实现	42
5.5 物流管理功能模块实现	43
5.6 系统管理功能模块实现	45
5.7 workflow 在系统中的执行过程	46
5.8 系统测试	47
5.8.1 系统主要功能测试	47
5.9 本章小结	49
第六章 结论	51



7.1.3 数据库设计的基本步骤（续）

19

一、数据库设计的准备工作：选定参加设计的人

□ 系统分析人员、数据库设计人员

- 自始至终参与数据库设计，决定了数据库系统的质量

□ 用户和数据库管理员

- 主要参加需求分析和数据库的运行维护

□ 应用开发人员 (程序员和操作员)

- 在系统实施阶段参与进来，负责编制程序和准备软硬件环境

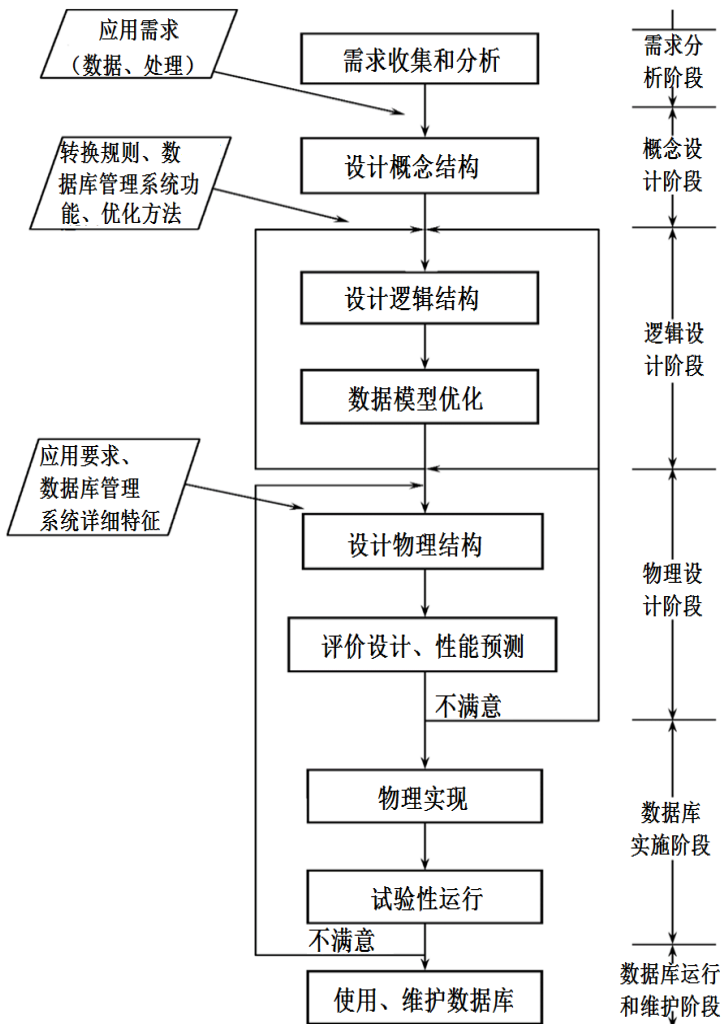


7.1.3 数据库设计的基本步骤（续）

二、数据库设计的过程(六个阶段)

1. 需求分析阶段

- 准确了解与分析用户需求
 - 包括数据与处理
- 是否做得充分与准确，决定了构建数据库的速度和质量
- 最困难、最耗费时间的一步





7.1.3 数据库设计的基本步骤（续）

2. 概念结构设计阶段

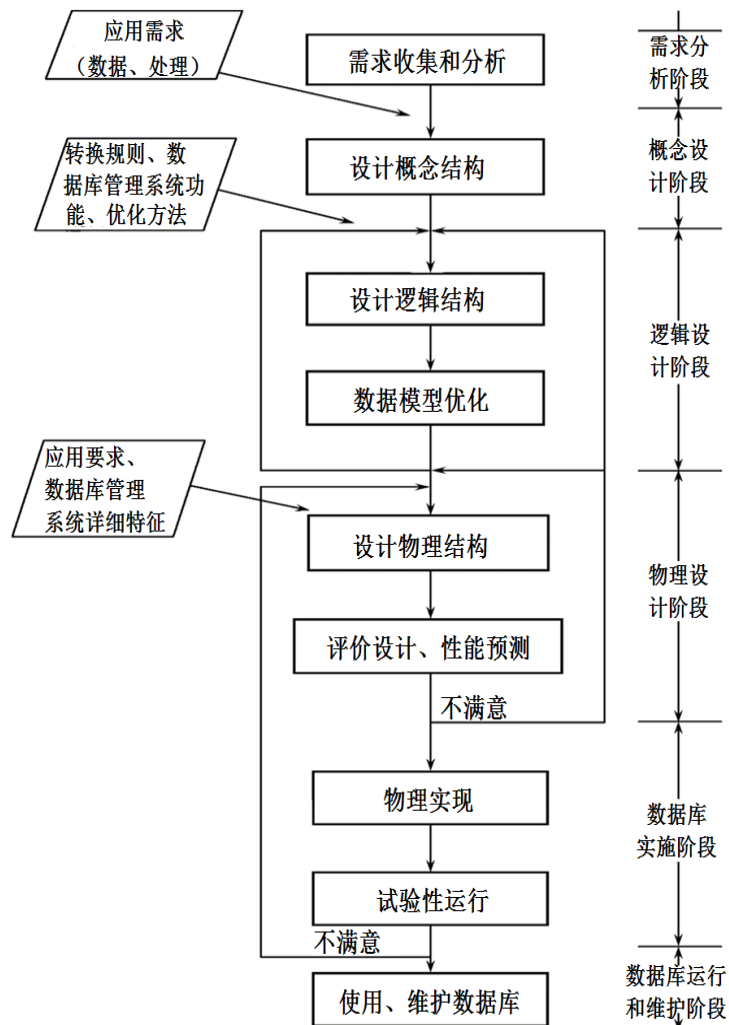
- 整个数据库设计的关键
- 通过对用户需求进行综合、归纳与抽象，形成一个独立于具体DBMS的概念模型

3. 逻辑结构设计阶段

- 将概念结构转换为某个DBMS所支持的数据模型
- 对其进行优化

4. 数据库物理设计阶段

- 为逻辑数据模型选取一个最适合应用环境的物理结构
 - 包括存储结构和存取方法





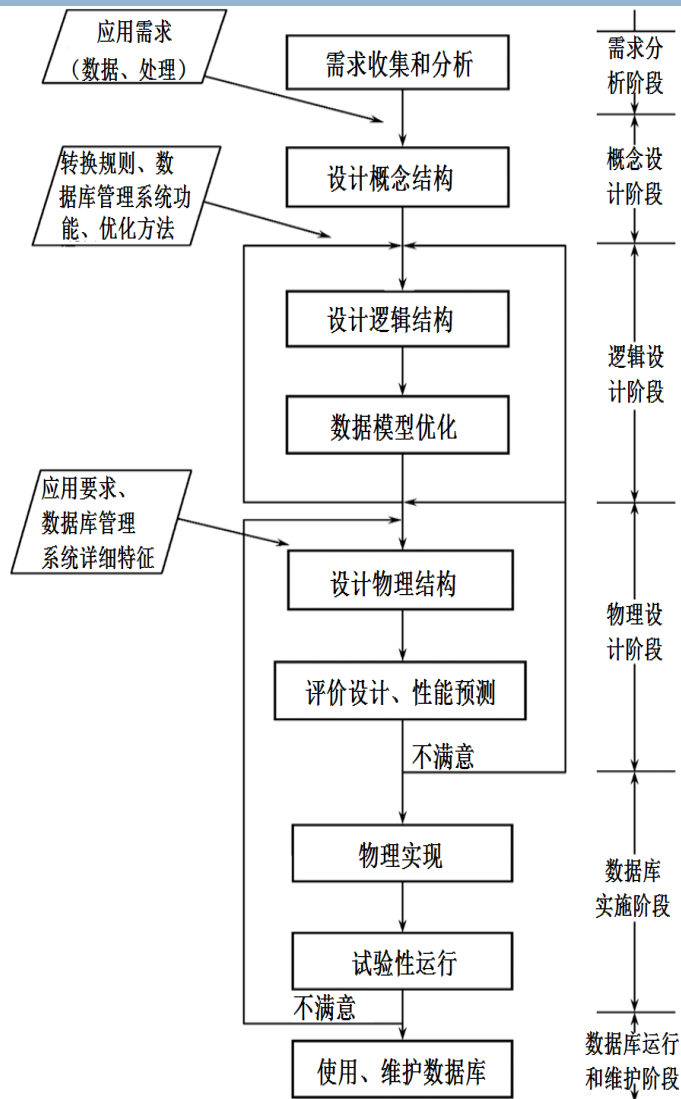
7.1.3 数据库设计的基本步骤（续）

5. 数据库实施阶段

- 运用DBMS数据库语言（如SQL）及应用开发语言，根据逻辑设计和物理设计的结果，构建数据库
 - 建立数据库
 - 编制与调试应用程序
 - 组织数据入库
 - 进行试运行

6. 数据库运行和维护阶段

- 数据库应用系统经过试运行后即可投入正式运行
- 在DBS运行过程中必须不断地对其进行评价、调整与修改

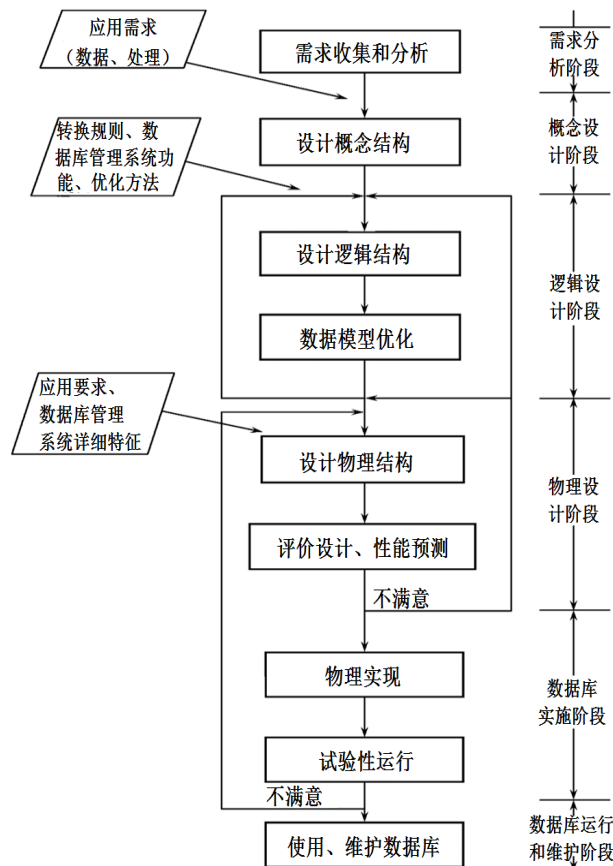




7.1.3 数据库设计的基本步骤（续）

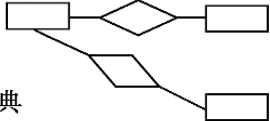
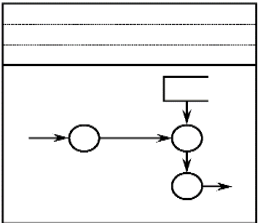
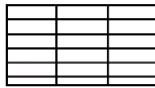
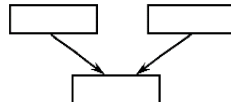
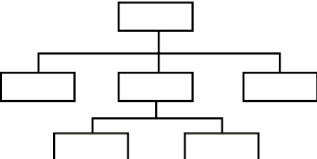


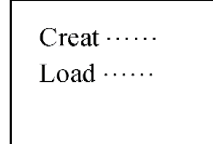
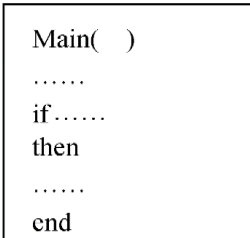
完善的数据库应用系统需要上述六个阶段的不断反复（P205 图7.2）

- 把数据库设计和对数据库中数据处理的设计紧密结合起来
- 将这两个方面的需求分析、抽象、设计、实现在各个阶段同时进行，相互参照，相互补充，以完善两方面的设计





7.1.3

设计阶段	设计描述	
	数据	处理
需求分析	数据字典、全系统中数据项、数据流、数据存储的描述	数据流图和判定表（判定树）、数据字典中处理过程的描述
概念结构设计	概念模型 (E-R图)  数据字典	系统说明书包括: ① 新系统要求、方案和概图 ② 反映新系统信息流的数据流图 
逻辑结构设计	某种数据模型 关系  非关系 	系统结构图 (模块结构) 
物理设计	存储安排 方法选择 存取路径建立 	模块设计 IPO 表 
数据库实施阶段	编写模式 装入数据 数据库试运行 	程序编码、编译联结、测试 
数据库运行和维护	性能监测、转储/恢复 数据库重组和重构	新旧系统转换、运行、维护（修正性、适应性、改善性维护）



7.1 数据库设计概述

25

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

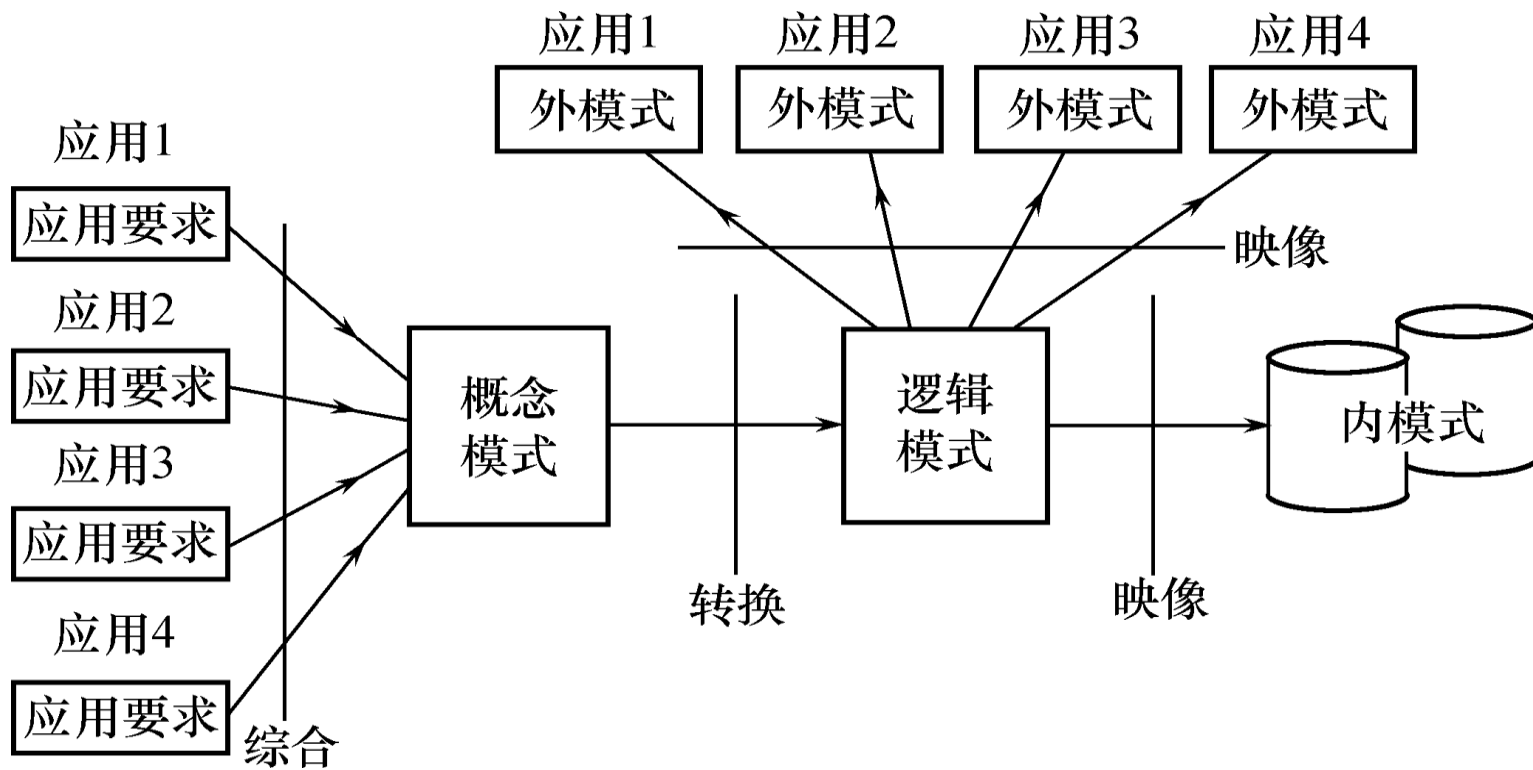
7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.4 数据库设计过程中的各级模式

数据库设计不同阶段形成的数据库各级模式



需求分析阶段
综合用户应用需求

概念结构设计阶段
E-R图

逻辑结构设计阶段
逻辑模式 (数据模型)
外模式 (视图)

物理结构设计阶段
内模式 (存储、索引)