



数据库系统概论

An Introduction to Database System

第七章 数据库设计



第七章 数据库设计



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



■ 什么是数据库设计

- 数据库设计是指对于一个给定的应用环境，构造最优的数据库模式，建立数据库及其应用系统，使之能够有效地存储数据，满足各种用户的应用需求（信息要求和处理要求）

- 在数据库领域内，常常把使用数据库的各类系统统称为数据库应用系统。

- 特点：数据量大、保存时间长，数据关联复杂，用户要求多样化。

数据库设计准则

- 数据库必须正确反映现实世界，能为某个DBMS所接受
- 应用系统有良好的性能，有利于实施和维护
- 数据库能满足当前和今后相当长时期内的数据需求，使数据库有较长的使用寿命
- 当软件和硬件环境发生变化时容易修改和移植
- 能满足安全性要求，当系统发生故障时，容易恢复数据库
- 数据库存取效率、查询效率要高

7.1 数据库设计概述



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

■ 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

■ 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

➤ 收集、入库

➤ 更新新的数据

■ 结构（数据）设计和行为（处理）设计相结合

➤ 将数据库结构设计和数据处理设计密切结合

7.1 数据库设计概述



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

- 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）



- 新奥尔良（New Orleans）方法

- 将数据库设计分为若干阶段和步骤

- 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



数据库设计方法（续）



- 计算机辅助设计

- ORACLE Designer

-  ➤ SYBASE PowerDesigner



7.1 数据库设计概述



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

- 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

数据库设计的基本步骤（续）

一、数据库设计的准备工作：

选定参加设计的人

1. 系统分析人员、数据库设计人员

- 自始至终参与数据库设计

2. 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

3. 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

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）

➤ 最困难、最耗费时间的一步

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

数据库设计的基本步骤（续）

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

数据库设计的基本步骤（续）

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）

数据库设计的基本步骤（续）

5.数据库实施阶段

➤ 运用**DBMS**提供的数据库语言（如**SQL**）及宿主语言，根据逻辑设计和物理设计的结果

➤ 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

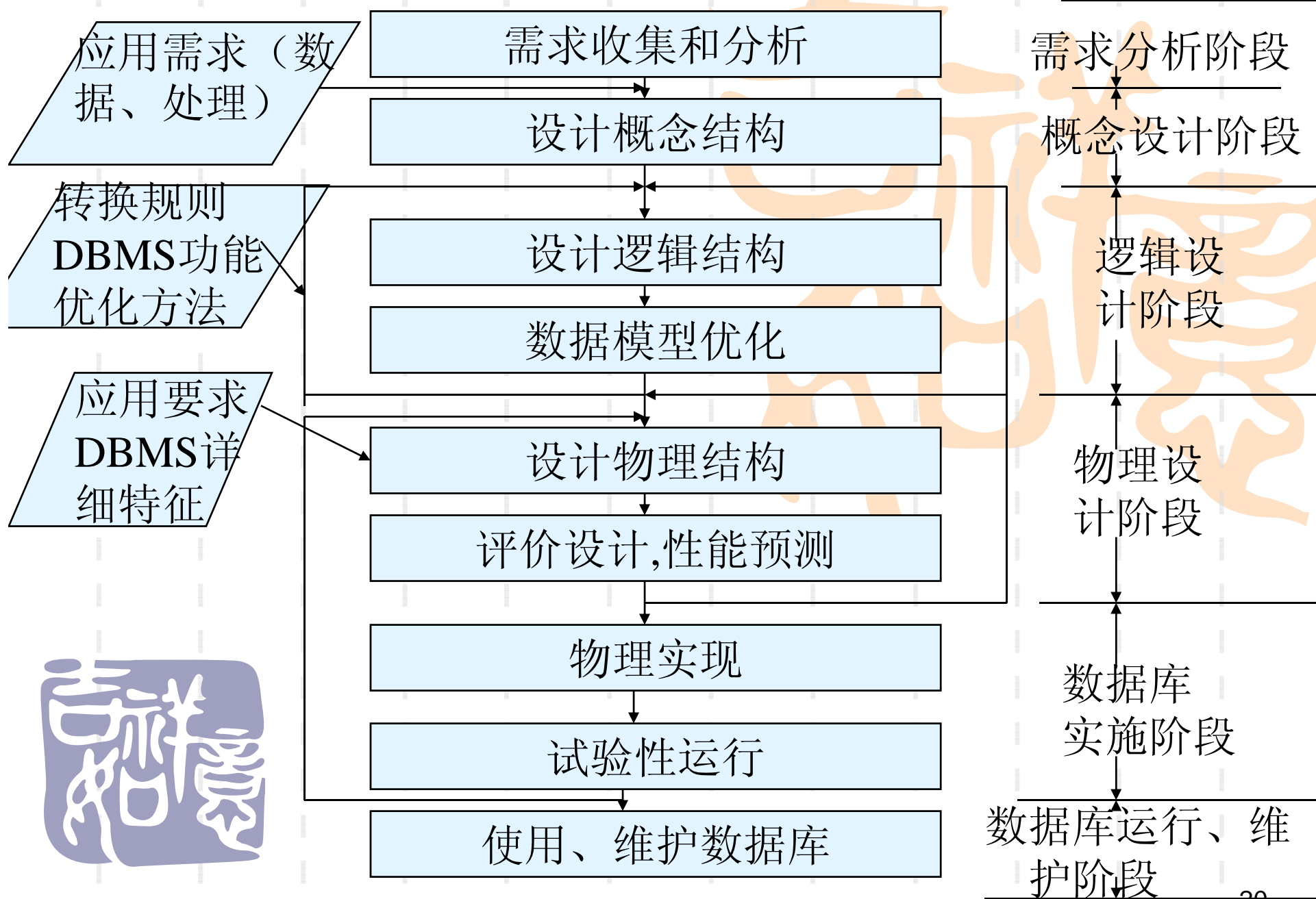
数据库设计的基本步骤（续）

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

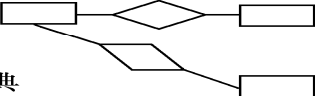
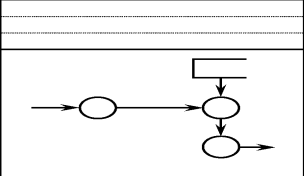

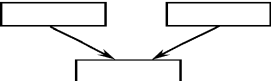
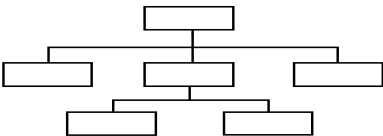

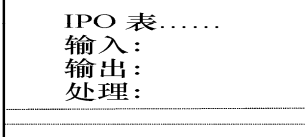
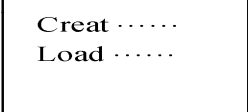
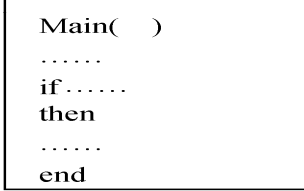
➤ 在数据库系统运行过程中必须不断地对其进行
评价、调整与修改



数据库设计的基本步骤（续）

设计一个完善的数据库应用系统往往是上述六个阶段的不断反复

- 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

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



7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

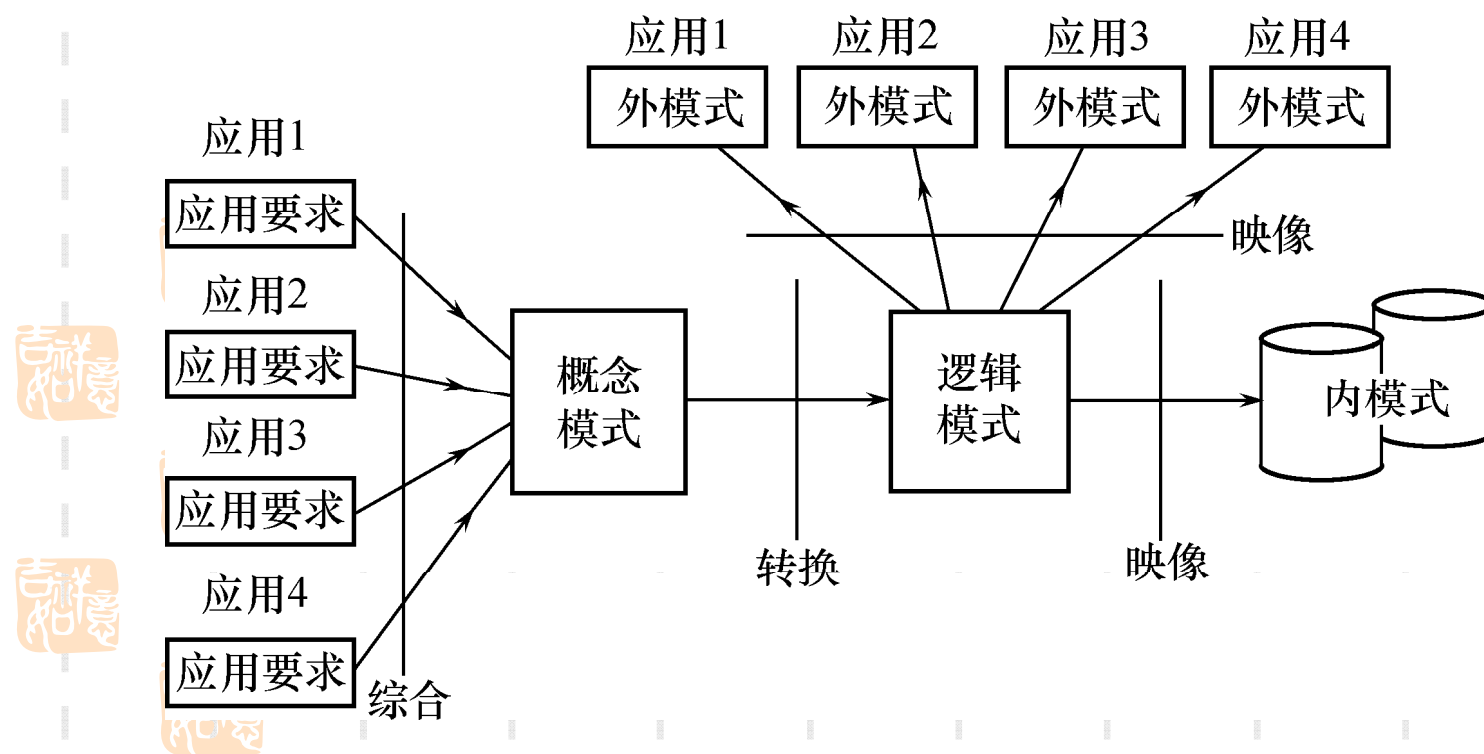
7.1.3 数据库设计的基本步骤

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



数据库的各级模式

第七章 数据库设计



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

需求分析



- 需求分析就是确定所要开发的应用系统的目标，收集和分析用户对数据库的要求，了解用户需要什么样的数据库，做什么样的数据库。对用户需求分析的描述是数据库概念设计的基础。
- 需求分析主要是考虑“做什么”的问题，而不是考虑“怎么做”的问题。
- 需求分析的结果是产生用户和设计者都能接受的需求说明书。需求分析简单地说就是分析用户的要求。需求分析是设计数据库的起点，需求分析的结果是否准确的反映了用户的实际要求，将直接影响到后面各个阶段的设计，并影响到设计结果是否合理和实用。





1. 收集资料,了解用户需求

- (1) 信息需求,用户要从数据库获得的信息内容
- (2) 处理需求,完成什么处理功能及处理方式
- (3) 安全性和完整性要求

2. 分析数据

对收集到的数据进行抽象,即对实际事物或事件的人为处理,抽取共同的本质特性,并用各种概念精确地加以描述.



需求分析的难点

- 用户缺少计算机知识，开始时无法确定计算机究竟能为自己做什么，不能做什么，因此无法一下子准确地表达自己的需求，他们所提出的需求往往不断地变化。
- 设计人员缺少用户的专业知识，不易理解用户的真正需求，甚至误解用户的需求。
- 新的硬件、软件技术的出现也会使用户需求发生变化。

■ 解决方法

- 设计人员必须与用户不断深入地进行交流，才能逐步得以确定用户的实际需求

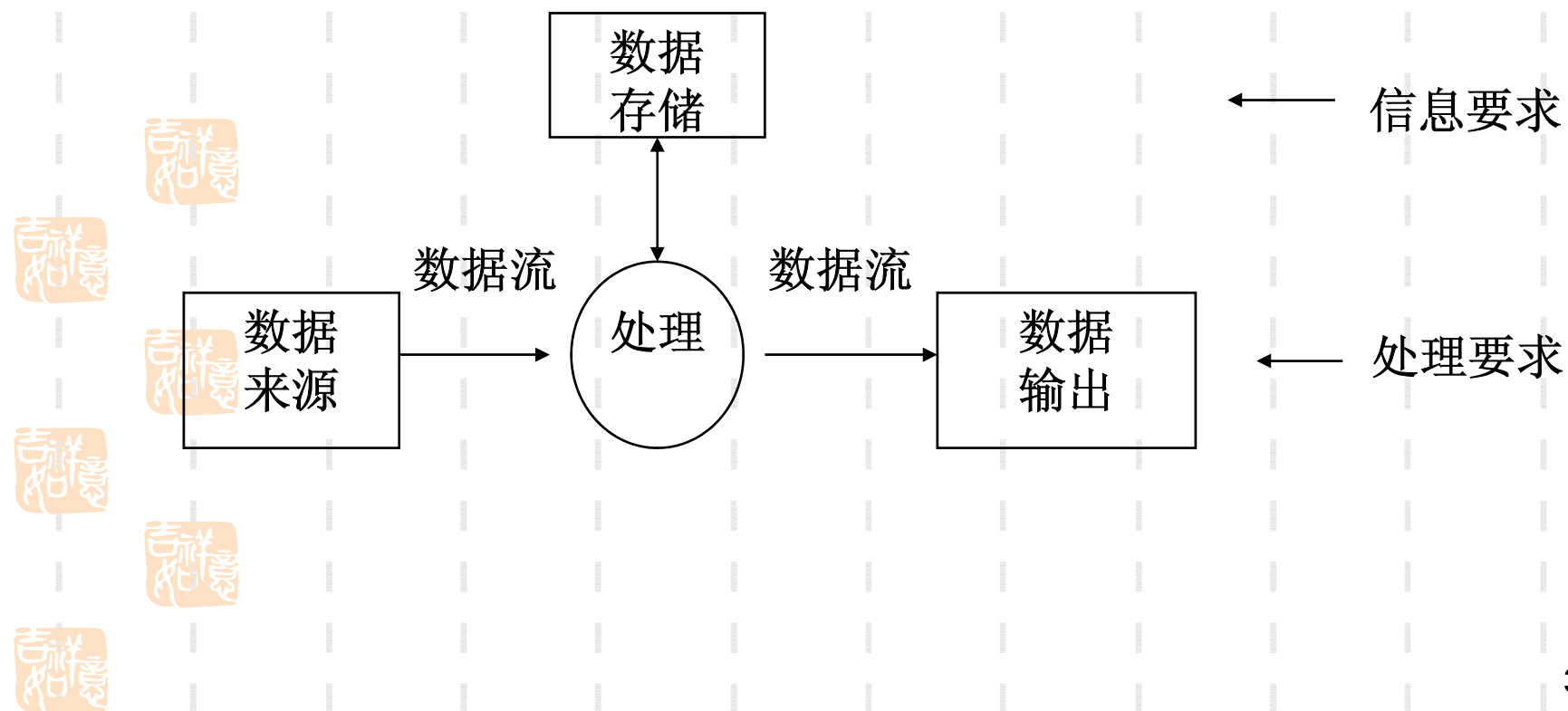
进一步分析和表达用户需求

- 分析和表达用户的需求的常用方法
 - 自顶向下的结构化分析方法（Structured Analysis，简称SA方法）

■ SA方法从最上层的系统组织机构入手，采用逐层分解的方式分析系统，并用数据流图和数据字典描述系统。

进一步分析和表达用户需求（续）

1. 首先把任何一个系统都抽象为：



进一步分析和表达用户需求（续）

2. 分解处理功能和数据

(1) 分解处理功能

- 将处理功能的具体内容分解为若干子功能

(2) 分解数据

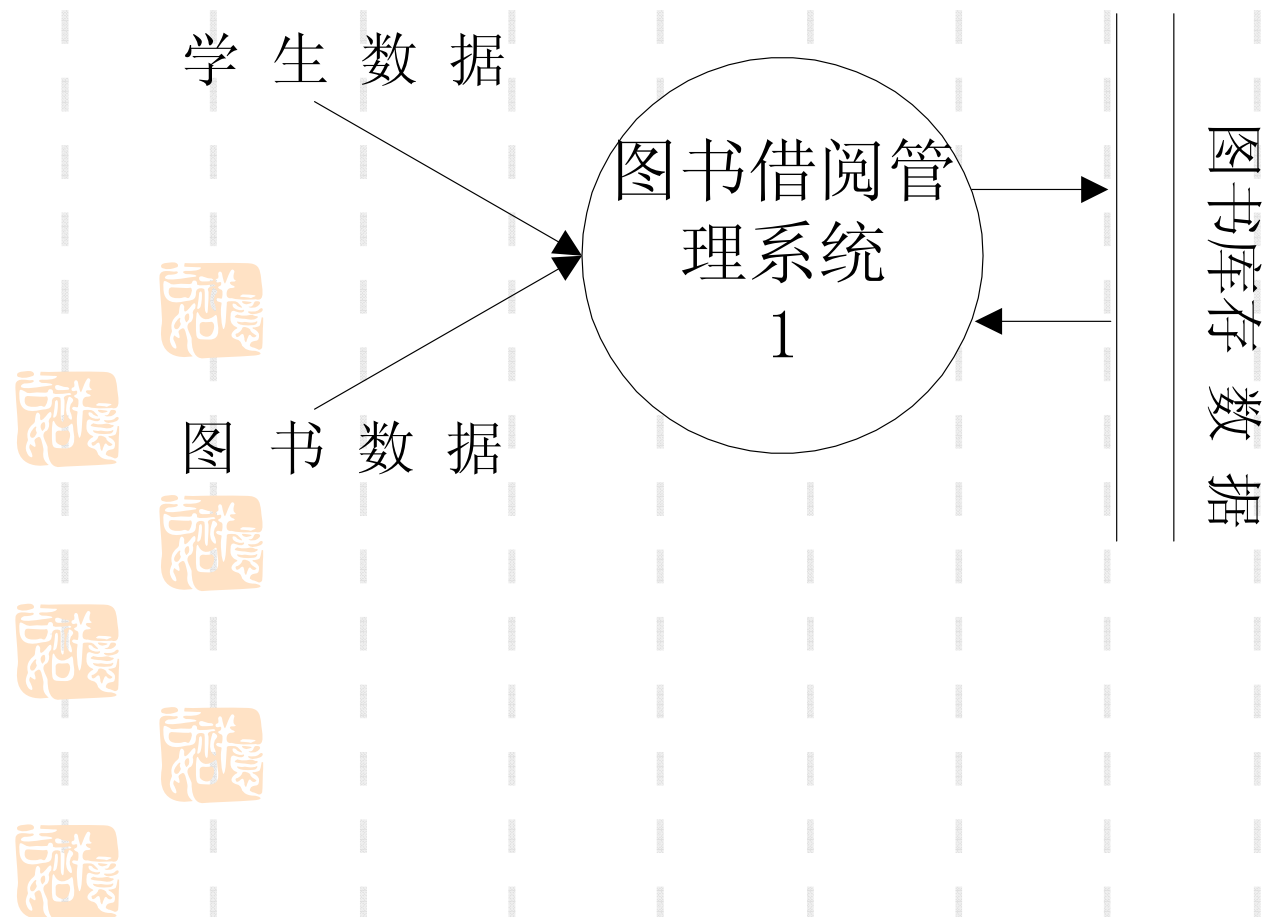
- 处理功能逐步分解同时，逐级分解所用数据，形成若干层次的数据流图

(3) 表达方法

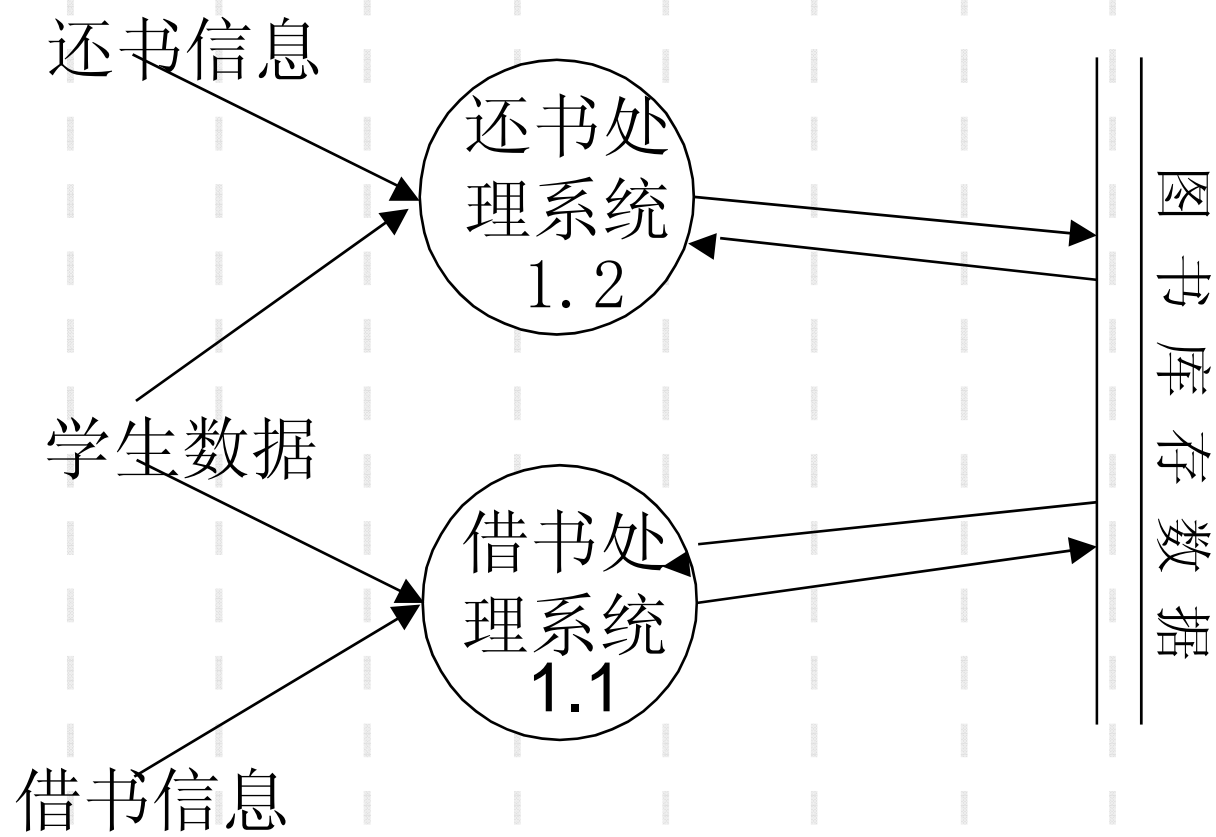
- 处理逻辑：用判定表或判定树来描述
- 数据：用数据字典来描述

3. 将分析结果再次提交给用户，征得用户的认可

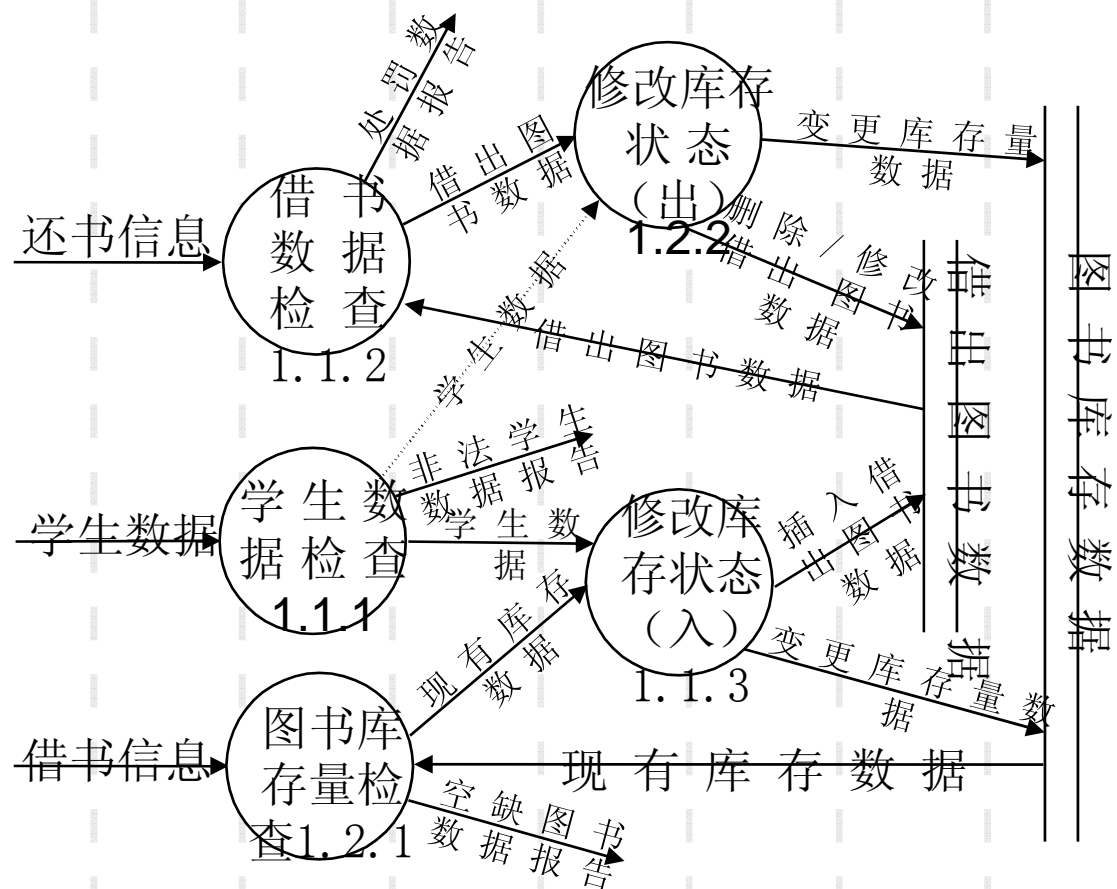
例



例



例



7.2.3 数据字典

用来说明或描述系统中数据的静态组成结构的

- 数据库系统中所有数据的详尽描述，是各类数据属性的清单
- 包括：
 - 数据项：数据的最小单位
 - 数据结构：若干数据项有意义的集合
 - 数据流：表示某一处理过程的输入或输出
 - 数据存储：处理过程中存取的数据
 - 处理过程：该过程的功能等
- 数据字典在需求分析阶段建立，在数据库设计过程中不断修改、充实、完善

1. 数据项

- 数据项是不可再分的数据单位
- 对数据项的描述

数据项描述 = { 数据项名, 数据项含义说明, 别名, 数据类型, 长度, 取值范围, 取值含义, 与其他数据项的逻辑关系, 数据项之间的联系 }



2. 数据结构



- 数据结构反映了数据之间的组合关系。
- 一个数据结构可以由若干个数据项组成，也可以由若干个数据结构组成，或由若干个数据项和数据结构混合组成。



- 对数据结构的描述



数据结构描述 = { 数据结构名, 含义说明,
组成: { 数据项或数据结构 } }



3. 数据流



- 数据流是数据结构在系统内传输的路径。
- 对数据流的描述

数据流描述 = { 数据流名, 说明, 数据流来源, 数据流去向, 组成: { 数据结构 }, 平均流量, 高峰期流量 }



4. 数据存储

- 数据存储是数据结构停留或保存的地方，也是数据流的来源和去向之一。
- 对数据存储的描述
数据存储描述 = { 数据存储名，说明，编号，
输入的数据流，输出的数据流，
组成：{ 数据结构 }，数据量，存取
频度，存取方式 }

5. 处理过程

- 具体处理逻辑一般用判定表或判定树来描述
- 处理过程说明性信息的描述

处理过程描述 = { 处理过程名, 说明,

输入: { 数据流 },

输出: { 数据流 },

处理: { 简要说明 } }

数据字典举例

例：学生学籍管理子系统的数据字典。

数据项，以“学号”为例：

数据项：学号

含义说明：唯一标识每个学生

别名：学生编号

类型：字符型

长度：8

取值范围：00000000至99999999

取值含义：前两位标别该学生所在年级，
后六位按顺序编号

与其他数据项的逻辑关系：

处理过程（续）



数据结构，以“学生”为例

“学生”是该系统中的一个核心数据结构：

数据结构：学生

含义说明：是学籍管理子系统的主体数据结构，定义了一个学生的有关信息

组成：学号，姓名，性别，年龄，所在系，年级



处理过程（续）



数据流，“体检结果”可如下描述：

数据流： 体检结果

说明： 学生参加体格检查的最终结果

数据流来源：体检

数据流去向：批准

组成：

平均流量：

高峰期流量：

处理过程（续）

数据存储，“学生登记表”可如下描述：

数据存储： 学生登记表

说明： 记录学生的基本情况

流入数据流：

流出数据流：

组成：

数据量： 每年3000张

存取方式： 随机存取



处理过程（续）



处理过程“分配宿舍”可如下描述：

处理过程：分配宿舍

说明：为所有新生分配学生宿舍

输入：学生，宿舍

输出：宿舍安排

处理：在新生报到后，为所有新生分配学生宿舍。

要求同一间宿舍只能安排同一性别的学生，
同一个学生只能安排在一个宿舍中。

每个学生的居住面积不小于3平方米。

安排新生宿舍其处理时间应不超过15分钟

需求分析小结



- 设计人员应充分考虑到可能的扩充和改变，使设计易于更改，系统易于扩充
- 必须强调用户的参与

