



2024年春季学期

第2章 数据库系统体系结构



一、数据库系统体系结构

- 从DBMS的角度看
 - 数据库系统内部的模式结构
- 从数据库系统的最终用户角度看
 - 数据库系统的外部体系结构
 - 单用户结构
 - 分布式结构
 - 客户-服务器
 - 浏览器-应用服务器 / 数据库服务器多层结构等



二、数据库系统的模式结构

- 从模式的角度描述一般数据库系统的概念和结构
- 可以用于解释特定数据库系统的内部结构
- **ANSI/SPARC体系结构——三级模式结构+两级映象**
 - **Oracle、MySQL等SQL数据库系统的模式结构可通过ANSI/SPARC体系结构进行解释**



1、数据库模式的概念

□ 类型 (Type) 和值 (Value)

- 类型是指对某一类数据的结构和属性的说明

- 值是类型的一个具体赋值

- 例：类型—**学生类型 (学号, 姓名, 年龄)**

值—— **(PB00001001, 张三, 20)**

□ 模式 (Schema) 和实例 (Instance)

- 模式是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述，它仅仅涉及类型的描述，不涉及具体的值

- 模式的一个具体值称为模式的一个实例



2、模式和实例

□ 模式 (Schema)

- 数据库逻辑结构和特征的描述
- 是型的描述，不涉及具体值
- 反映的是数据的结构及其联系
- 模式是相对稳定的

□ 实例 (Instance)

- 模式的一个具体值
- 反映数据库某一时刻的状态
- 同一个模式可以有很多实例
- 实例随数据库中的数据更新而变动



2、模式和实例

- 一个模式可有很多实例
 - 模式——反映数据的结构及联系
 - 实例——反映的是某一时刻数据库的状态
- 模式相对稳定，而实例相对变动



3、模式和实例举例

两个实例

模式

- 学生表 (学号, 姓名, 年龄)
- 课程表 (课程号, 课程名, 学分)
- 选课表 (学号, 课程号, 成绩)

实际中的模式描述
比本例要详细得多

S001	张三	21
S002	李四	20

C001	数据库	4
C002	英语	6
C003	数学	6

S001	C001	90
S002	C001	80

S001	张三	21
S002	李四	20
S003	王五	22

C001	数据库	4
C002	英语	6
C003	数学	6

S001	C001	90
S002	C001	80
S003	C001	90
S003	C002	96
S003	C003	98



3、模式和实例举例

□ 例如：

在学生选课数据库模式中，包含学生记录、课程记录和学生选课记录

2024年的一个学生数据库实例，包含：

- 2024年学校中所有学生的记录
- 学校开设的所有课程的记录
- 所有学生选课的记录

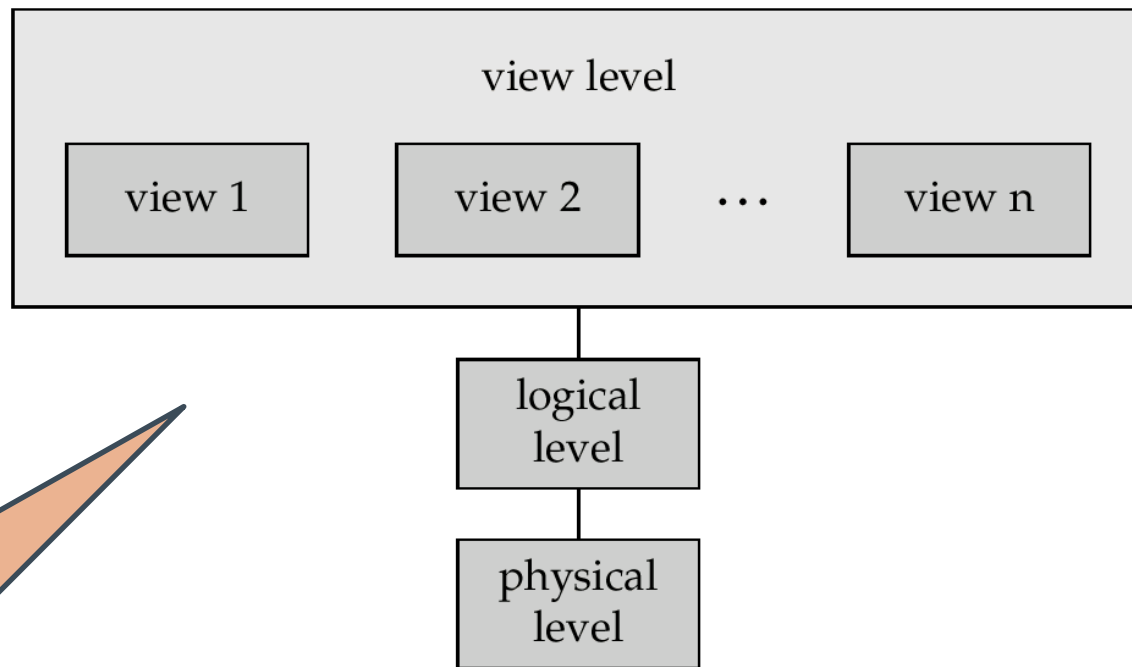
2023年度学生数据库模式对应的实例与

2024年度学生数据库模式对应的实例是**不同**的



4、数据库的三级模式结构

- 外模式
- 概念模式
- 内模式



外模式是单个用户的视图，概念模式是所有用户的公共数据视图，内模式是数据库内部的存储视图



5、概念模式（模式、逻辑模式）

- 数据库中**全体数据**的逻辑结构和特征的描述
 - 数据记录由哪些数据项构成
 - 数据项的名字、类型、取值范围
 - 数据之间的联系、数据的完整性等
- 不涉及数据物理存储的细节和硬件环境
- 一个数据库只有一个概念模式
- **概念视图**：概念模式的实例
- 通过**模式DDL**进行定义
 - **DDL: Data Definition Language**, 负责操作模式的数据库语言



6、外模式（子模式、用户模式）

- 单个用户所看到的**局部数据**的逻辑结构和特征的描述
- 用户与数据库系统的数据接口，**对于用户而言，外模式就是数据库**
- 建立在概念模式之上，同一模式上可有多个不同的外模式
- **外部视图**：外模式的实例
- 通过**外模式DDL**进行定义



6、外模式（子模式、用户模式）

- 外模式的地位：介于模式与应用之间
 - 模式与外模式的关系：一对多
 - 外模式通常是模式的子集
 - 一个数据库可以有多个外模式。反映了不同的用户的应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求
 - 外模式与应用的关系：一对多
 - 同一外模式也可以为某一用户的多个应用系统所使用
 - 但一个应用程序一般只使用一个外模式



6、外模式（子模式、用户模式）

□ 外模式的用途

- 保证数据库安全性的一个有力措施
- 每个用户只能看见和访问所对应的外模式中的数据

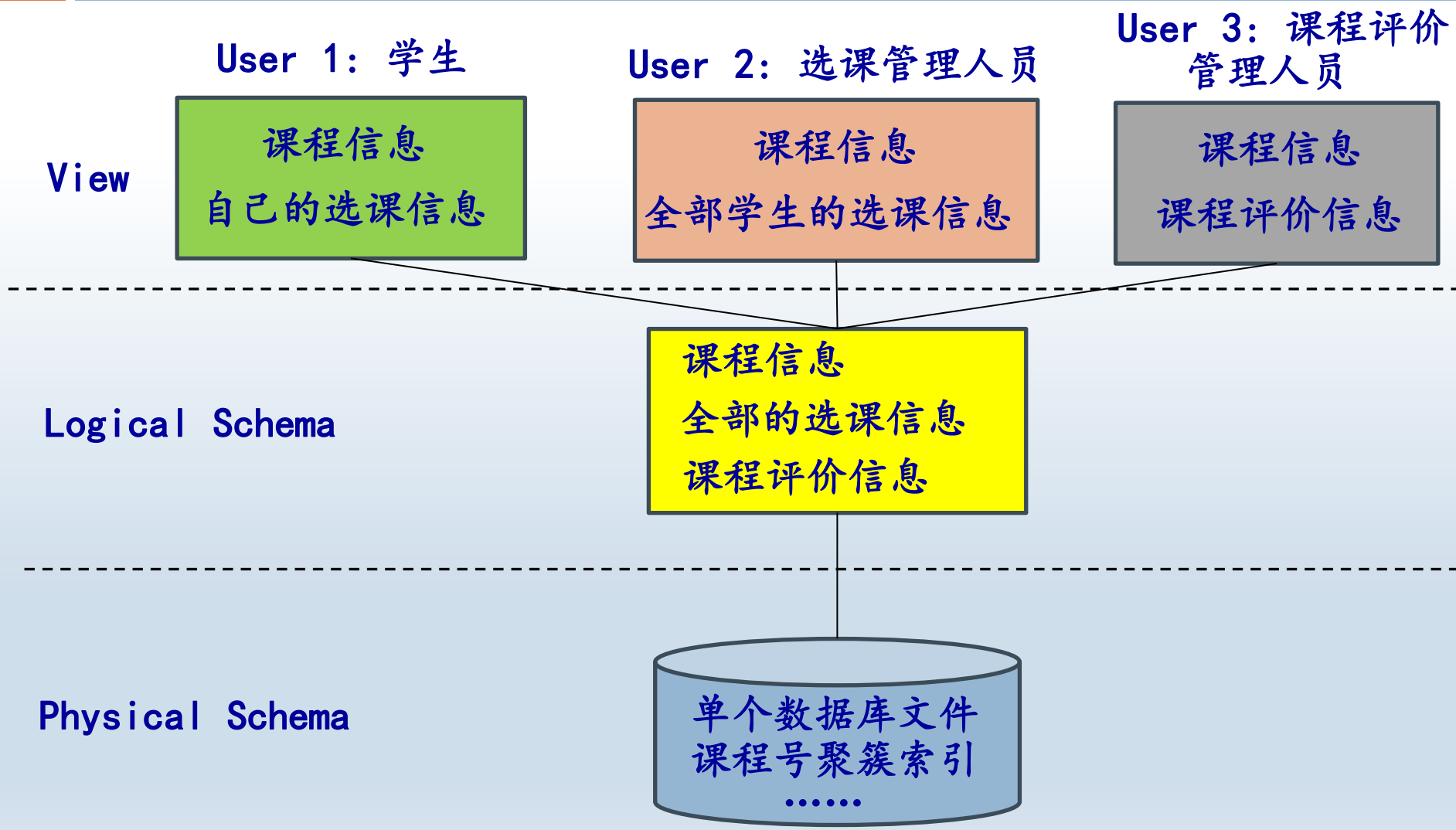


7、内模式（存储模式）

- 数据物理结构和存储方式的描述
 - 记录的存储方式：顺序存储、按B树组织还是散列存储？
 - 索引按什么方式组织：排序、散列？
 - 数据是否加密？是否压缩存储？
- 不涉及物理块（或页）的大小，也不考虑具体设备的柱面或磁道大小
- 一个数据库只有一个内模式
- 内部视图：内模式的实例
- 通过内模式DDL定义



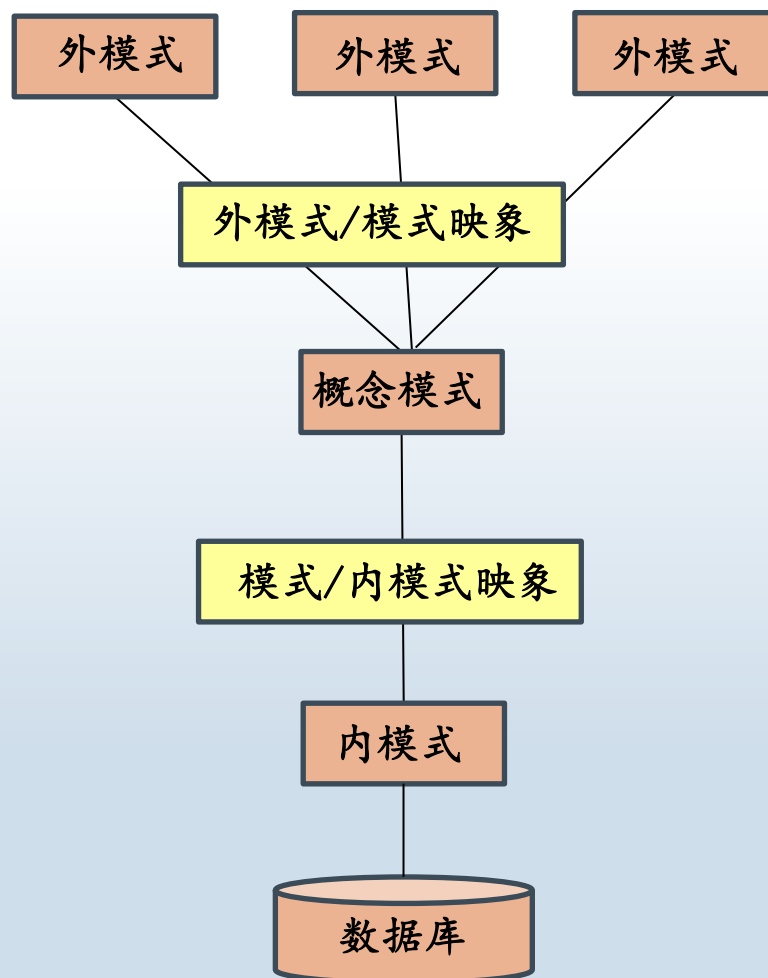
举例





三、二级映象和数据独立性

- 二级映象实现三级模式结构间的联系和转换，使用户可以逻辑地处理数据，不必关心数据的底层表示方式和存储方式
- 外模式 / 模式映像
- 模式 / 内模式映像





1、外模式/模式映象

- 定义了外模式与概念模式之间的对应关系
 - 属性名称可能不同
 - 外模式的属性可能由模式中的多个属性运算而得
- 当概念模式发生改变时，只要修改外模式/模式映象，可保持外模式不变，从而保持用户应用程序不变，保证了数据与用户程序的逻辑独立性
 - 数据的逻辑独立性



2、模式/内模式映象

- 定义了概念模式与内模式之间的对应关系
 - 概念模式中的逻辑记录和字段在内部如何存储
- 当数据库的内部存储结构发生改变时，只要修改模式/内模式映象，可保持概念模式不变，从而保持外模式以及用户程序的不变，保证了数据与程序的物理独立性
 - 数据的物理独立性



举例

- 外模式：EMP (EMP, DEPT, NAME)

```
Create View EMP(EMP,DEPT,NAME)
As
Select E# as EMP,D# as DEPT,name
From Employee
```

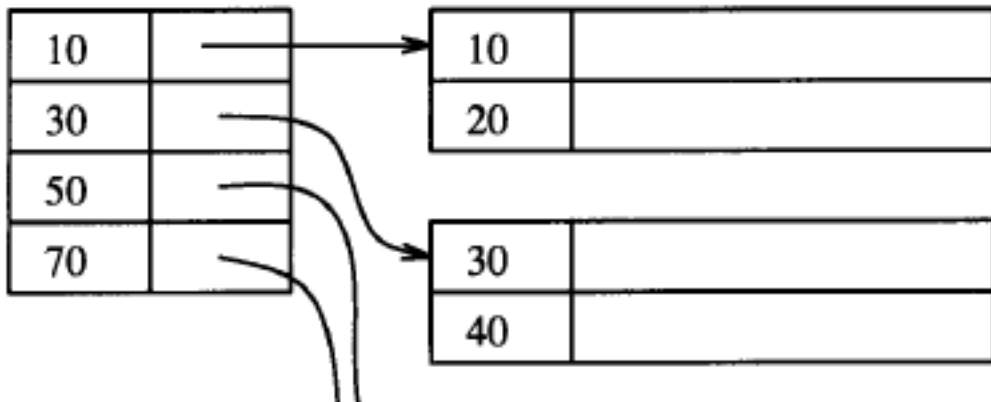
E# → EMP#

此语句定义了外模式，同时也定义了外/模映象关系

- 模式：Employee (E#, D#, Name, Salary)

E# → EMP#

- 内模式：顺序文件，索引文件，……



```
Drop View EMP;
Create View
EMP(EMP,DEPT,NAME)
As
Select EMP# as EMP,D# as
DEPT, name
From Employee;
```



三、数据库系统外部体系结构

- 客户机/服务器结构
- 浏览器/服务器结构
- 分布式结构



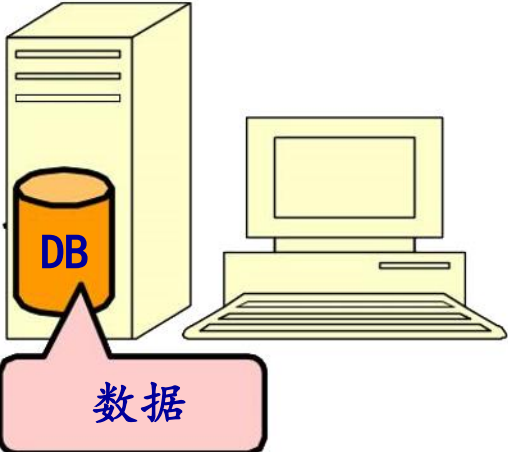
1、客户机 / 服务器结构的数据库系统

- 把DBMS功能和应用分开
 - 网络中某个（些）结点上的计算机专门用于执行 DBMS功能，称为数据库服务器（Server）
 - 其他结点上的计算机安装DBMS的外围应用开发工具、用户的应用系统，称为客户机（Client）
- Client/Server架构，简称C/S架构



1、客户机 / 服务器结构的数据库系统

计算机网络



服务计划管理——查询

查询条件

字段名称	比较符	值
顾客名称		
形式		
时间		
审批人		

顾客名称	形式	时间	目的
dfadf	定期	2002-4-17	sdf
1231	电话	2002-4-17	123123

新增 删除 修改 取消 返回

数据库 2002-5-21 15:51

界面和程序



1、客户机 / 服务器结构的数据库系统

□ 优点

- 客户端的用户请求被传送到数据库服务器，数据库服务器进行处理后，只将结果返回给用户，从而显著减少了数据传输量
- 客户机与服务器一般都能在多种不同的硬件和软件平台上运行
- 可以使用不同厂商的数据库应用开发工具

□ 缺点

- 系统安装复杂，工作量大。
- 相同的应用程序要重复安装在每一台客户机上，从系统总体来看，大大浪费了系统资源。

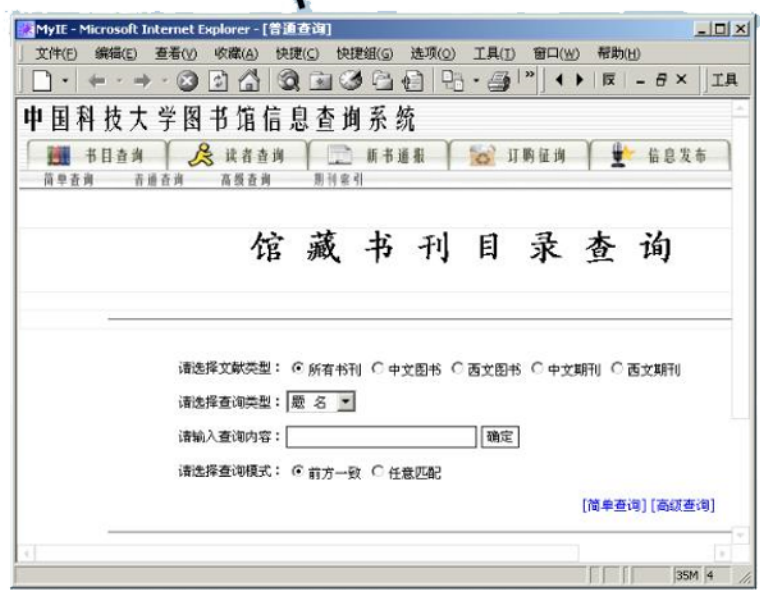
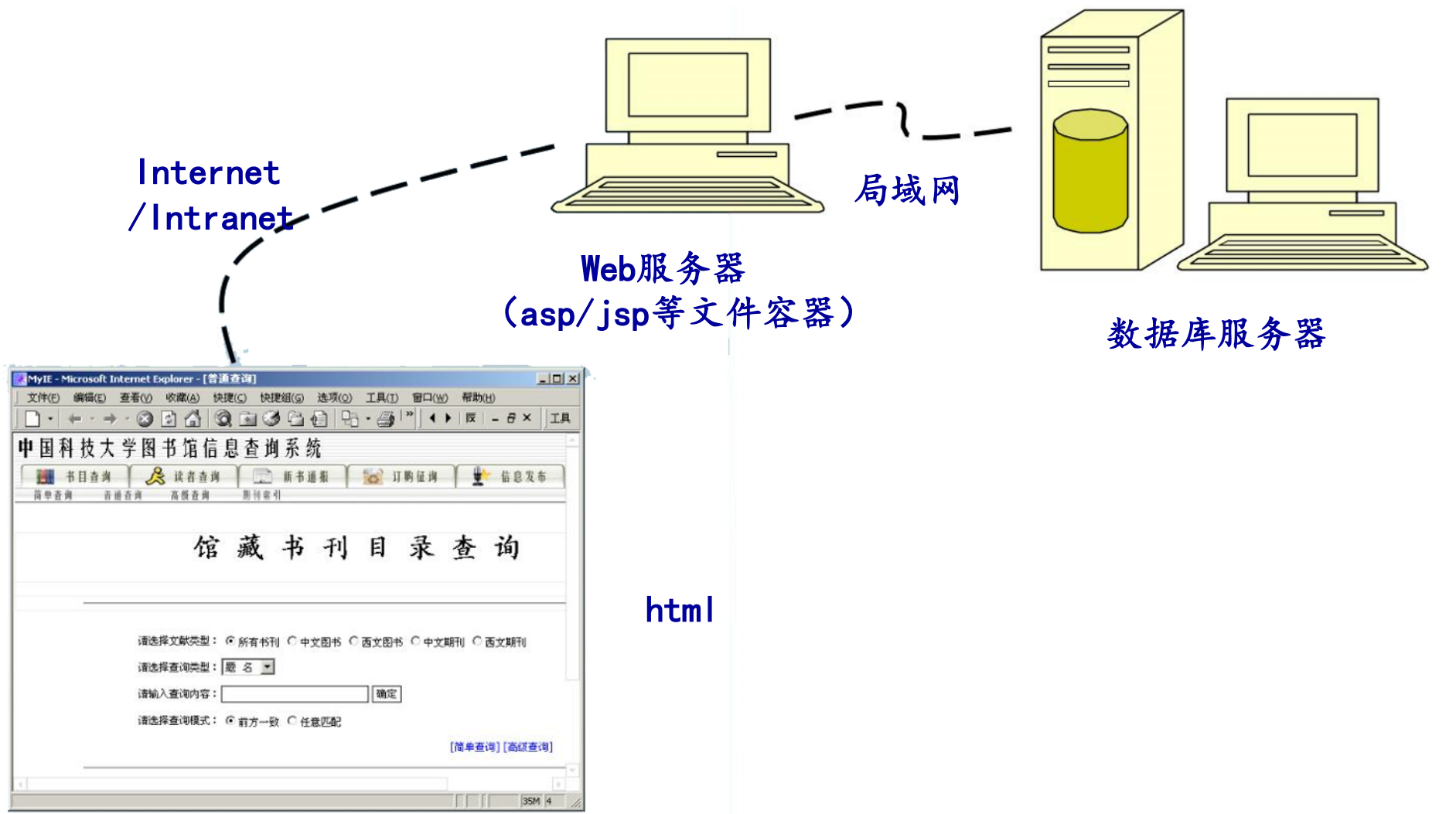


2、浏览器 / 服务器结构的数据库系统

- 与客户机/服务器结构类似，不同之处在于
 - 客户机统一使用浏览器软件，统一的用户界面
 - 服务器包括Web服务器和数据库服务器



2、浏览器 / 服务器结构的数据库系统



html



2、浏览器 / 服务器结构的数据库系统

□ 优点

- 统一的客户机界面，减少了应用安装和维护的工作量
- 基于Web技术，支持互联网应用

□ 缺点

- 安全性问题：用户访问无地域限制，难以控制网络恶意攻击

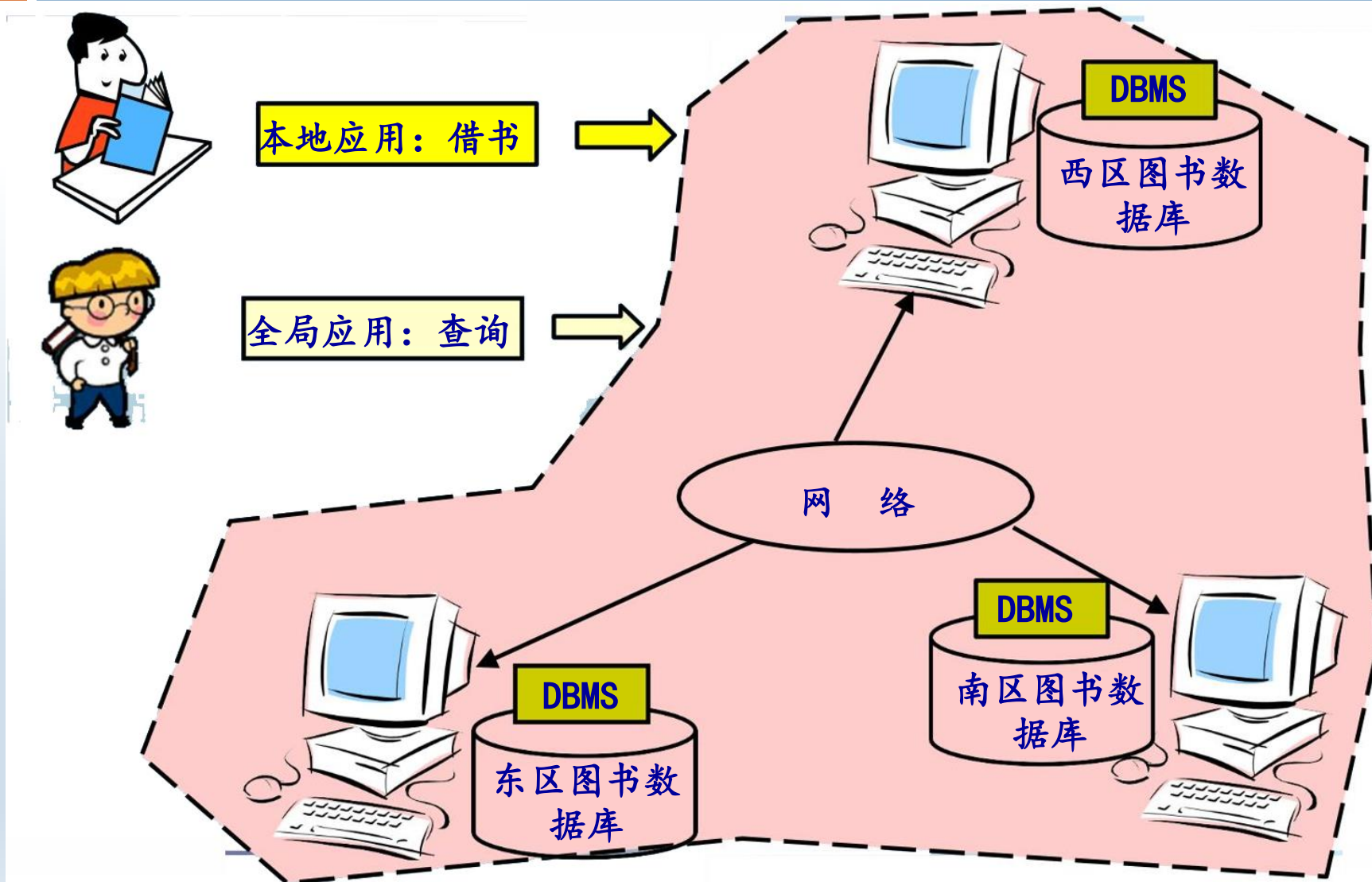


3、分布式结构的数据库系统

- 数据库中的数据在逻辑上是一个整体，但物理地分布在计算机网络的不同的结点上。
- 网络中的每个结点都可以独立处理本地数据库中的数据，执行局部应用
- 同时也可以同时存取和处理多个异地数据库中的数据，执行全局应用
- 特点
 - 物理分布、逻辑统一



3、分布式结构的数据库系统





3、分布式结构的数据库系统

□ 优点

- 适应了地理上分散的公司、团体和组织对于数据库应用的需求。

□ 缺点

- 数据的分布存放给数据的处理、管理与维护带来困难。
- 当用户需要经常访问远程数据时，系统效率会明显地受到网络传输的制约。



本章小结

- 模式和实例的概念
- 三级模式结构
- 二级映象
- 数据独立性
- 数据库系统外部体系结构