

# 第一章 绪论

## 1.1 数据库系统概述

## 1.2 数据模型

## 1.3 数据库系统结构

## 1.4 数据库系统的组成

## 1.5 小结



## 1.3 数据库系统结构

- 从数据库**管理系统角度**看，数据库系统通常采用三级模式结构，是数据库系统内部的系统结构
- 从数据库**最终用户角度**看（数据库系统外部的体系结构）数据库系统的结构分为：
  - 单用户结构
  - 主从式结构
  - 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



# 数据库系统结构（续）

## 1.3.1 数据库系统模式的概念

## 1.3.2 数据库系统的三级模式结构

## 1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性



# 1.3.1 数据库系统模式的概念

- “型” 和 “值” 的概念
  - 型(Type)  
对某一类数据的结构和属性的说明
  - 值(Value)  
是型的一个具体赋值

例如

学生记录型:

(学号, 姓名, 性别, 系别, 年龄, 籍贯)

一个记录值:

(900201, 李明, 男, 计算机, 22, 江苏)



# 数据库系统模式的概念（续）

- 模式（**Schema**）
  - 数据库逻辑结构和特征的描述
  - 是型的描述
  - 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



# 模式和实例

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

# 数据库系统结构（续）

## 1.3.1 数据库系统模式的概念

## 1.3.2 数据库系统的三级模式结构

## 1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性



# 数据库管理系统中的数据抽象

- **数据库管理系统**的一个主要作用就是隐藏关于数据存储和维护的某些细节，为用户提供数据在不同层次上的抽象视图，这就是数据抽象。
- **数据库管理系统**通过如下三个层次的抽象来向用户屏蔽复杂性，简化系统的用户界面。

1、物理层抽象

2、逻辑层抽象

3、视图层（概念层）抽象





# 数据库管理系统中的数据抽象（续）

- 1、物理层抽象

最低层次的抽象，描述数据实际上是如何存储的。  
（内模式）

- 2、逻辑层抽象

比物理层稍高层次的抽象，描述数据库中存储什么数据以及这些数据间存在的关系。（模式）



- 3、视图层（概念层）抽象

最高层次的抽象，但只描述整个数据库的某个部分。数据库系统的多数用户并不需要关心所有的信息，而只需要访问数据库的一部分。视图抽象层的定义正是为了使用户与系统的交互更简单。系统可以为同一数据库提供多个视图，而视图又保证了数据的安全性。（外模式）

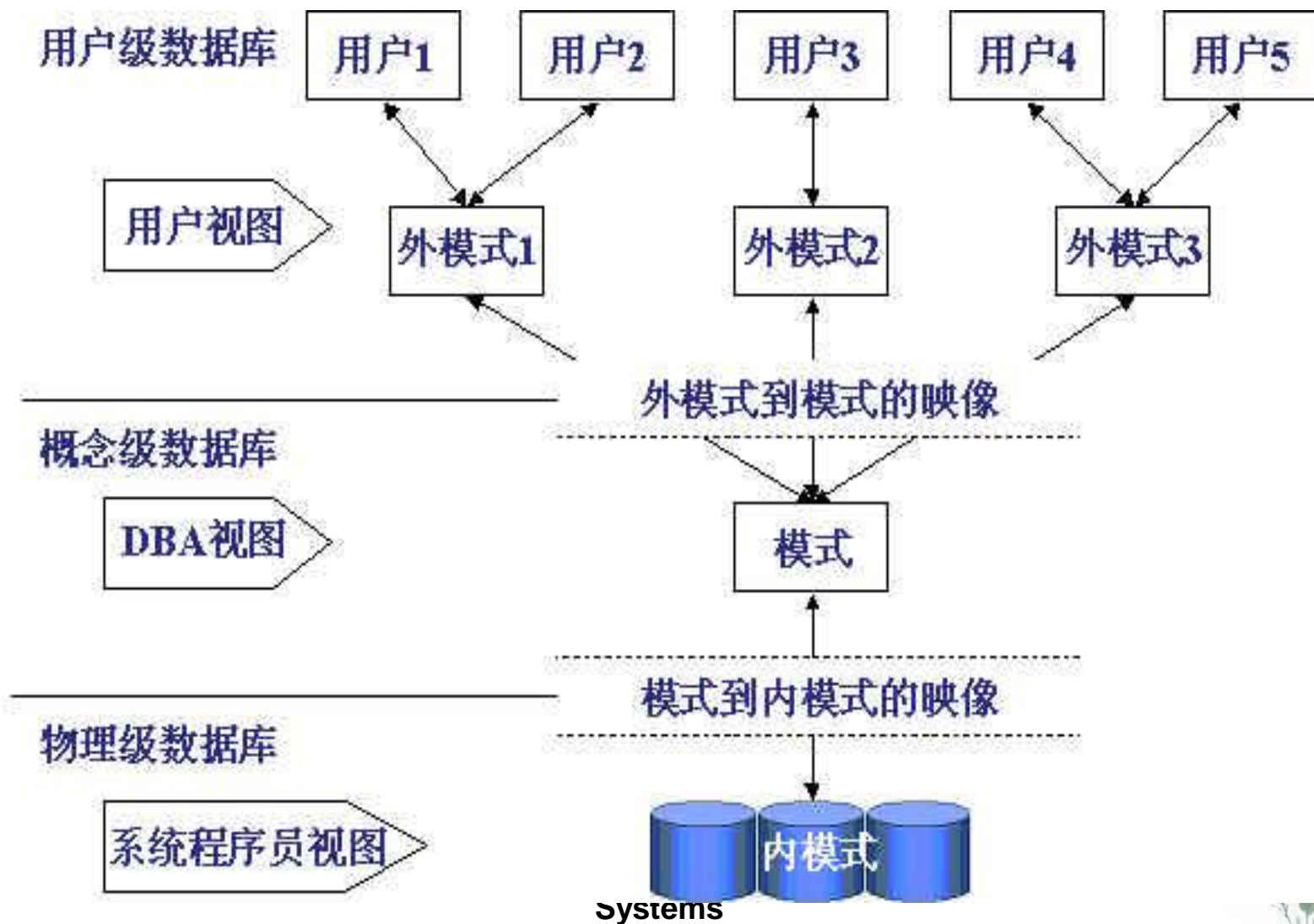


## 1.3.2 数据库系统的三级模式结构

- 模式（Schema）
- 外模式（External Schema）
- 内模式（Internal Schema）



# 数据库的三级模式二级映象

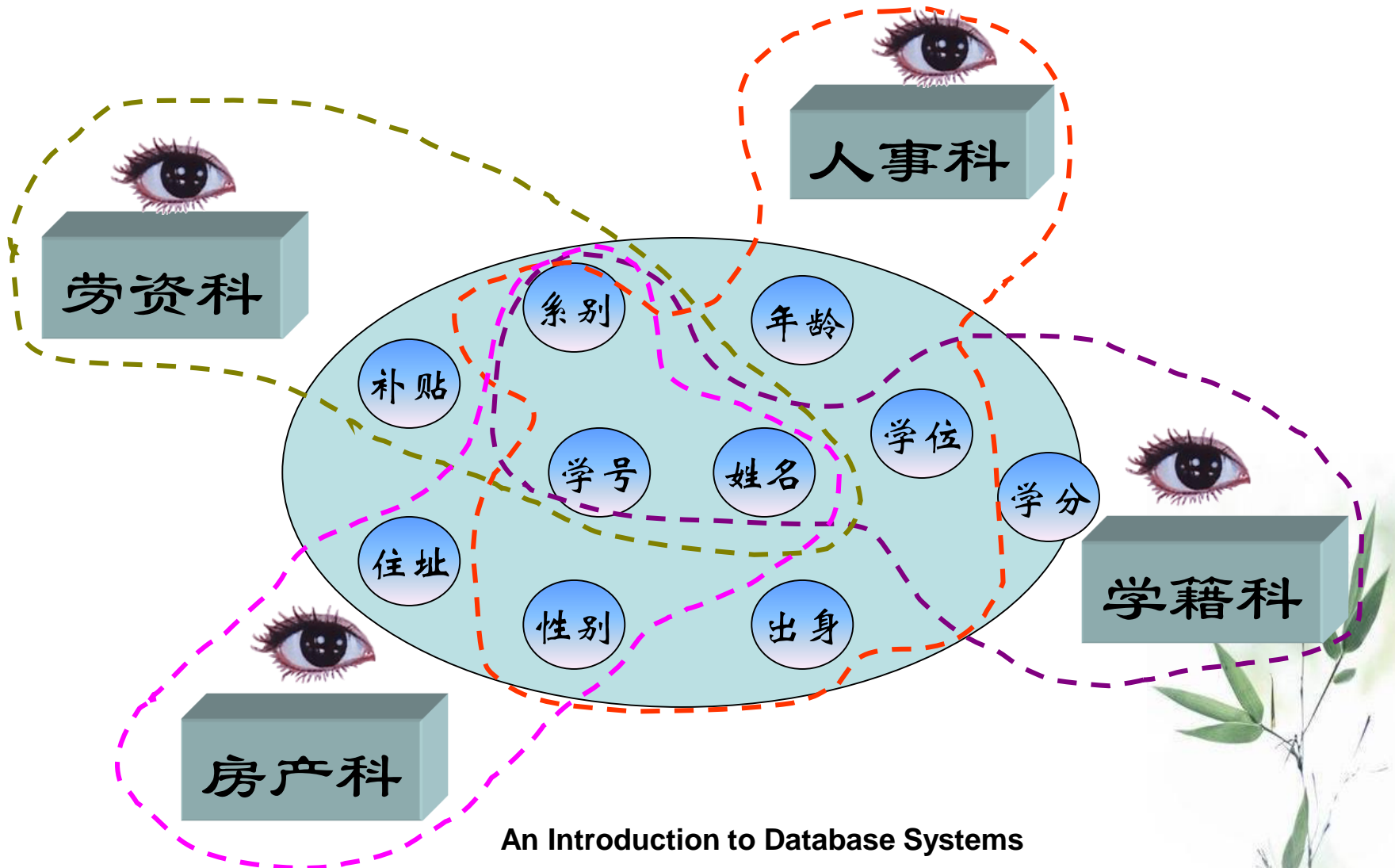


# 一、模式（Schema）

- 模式（也称逻辑模式）
  - 数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述
  - 所有用户的公共数据视图，综合了所有用户的需求
- 一个数据库只有一个模式
- 模式的地位：是数据库系统模式结构的中间层
  - 与数据的物理存储细节和硬件环境无关
  - 与具体的应用程序、开发工具及高级程序设计语言无关



# —数据库系统阶段



# 模式（续）

- 模式的定义
  - 数据的逻辑结构（数据项的名字、类型、取值范围等）
  - 数据之间的联系
  - 数据有关的安全性、完整性要求



➤图为学生-课程数据库中的student关系、Course关系、SC关系

SC:

Sno	Cno	Grade
95001	1	92
95001	2	85
95001	3	88
95002	2	90
95002	3	

Student:

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
95001	李勇	男	20	CS
95002	刘晨	女	19	IS
95003	王敏	女	18	MA
95004	张立	男	19	IS

Course:

Cno	Cname	Cpno	Ccredit
1	数据库	5	4
2	数学		2
3	信息系统	1	4
4	操作系统	6	3
5	数据结构	7	4
6	数据处理		2
7	PASCAL语言	6	4



- Create table sc

```
{ sno char(4)
  cno char(4)
  grade int
  primary key(sno,cno)
  foreign key (sno) reference student(sno)
  check ( 0=<grade<=100)
  ....
}
```



## 二、外模式（External Schema）

- 外模式（也称子模式或用户模式）
  - 数据库用户（包括应用程序员和最终用户）使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述
  - 数据库用户的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示



# 外模式（续）

- 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
    - 但一个应用程序只能使用一个外模式



# 外模式（续）

- 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



# 示例1——子集

学生

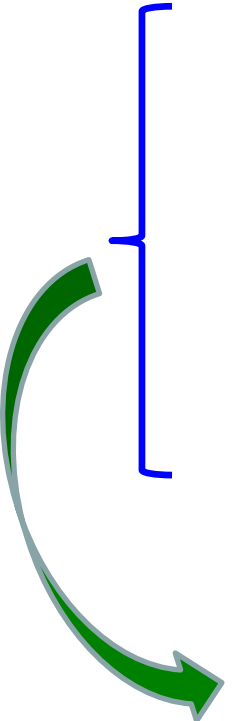
学 号	姓 名	年 龄	性 别	所 在 系
0611101	李勇	21	男	计算机系
0611102	刘晨	20	男	计算机系
0611103	王敏	20	女	计算机系
0621101	张立	20	男	信息管理系
0621102	吴宾	19	女	信息管理系

模式

外模式

学 号	姓 名	性 别
0611101	李勇	男
0611102	刘晨	男
0611103	王敏	女
0621101	张立	男
0621102	吴宾	女

## 示例2——重构

- 
- 学生（学号，**姓名**，性别，年龄，所在系）
  - 课程（课程号，**课程名**，学分）
  - 选课（学号，课程号，**成绩**）

**学生（姓名，课程名，成绩）**

# 示例3——安全性

职工表（职工号，姓名，所在部门，基本工资，职务工资，~~奖励工资~~）



职工信息（职工号，姓名，所在部门，  
基本工资，职务工资）



# 三、内模式（Internal Schema）

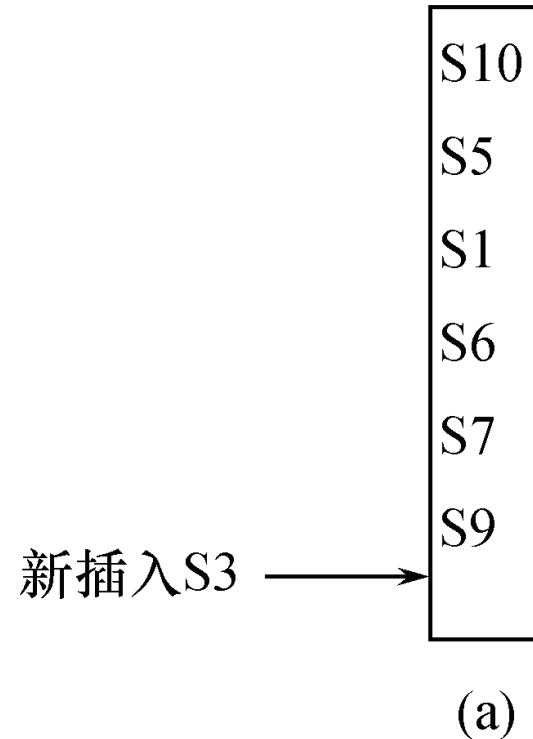
- 内模式（也称存储模式）
  - 是数据物理结构和存储方式的描述
  - 是数据在数据库内部的表示方式
    - 记录的存储方式（顺序存储，按照B+树结构存储，按hash方法存储）
    - 索引的组织方式
    - 数据是否压缩存储
    - 数据是否加密
    - 数据存储记录结构的规定
- 一个数据库只有一个内模式





## 内模式（续）

- 例如学生记录，如果按堆存储，则插入一条新记录总是放在学生记录存储的最后，如右图所示



## 内模式（续）

- 如果按学号升序存储，则插入一条记录就要找到它应在的位置插入，如图（b）所示
- 如果按照学生年龄聚簇存放，假如新插入的S3是16岁，则应插入的位置如图（c）所示

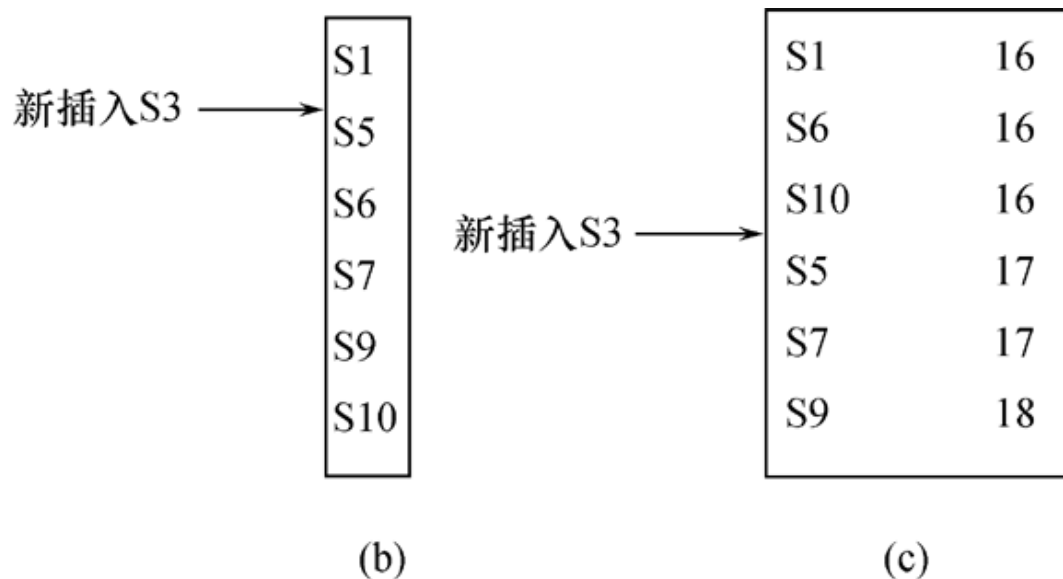
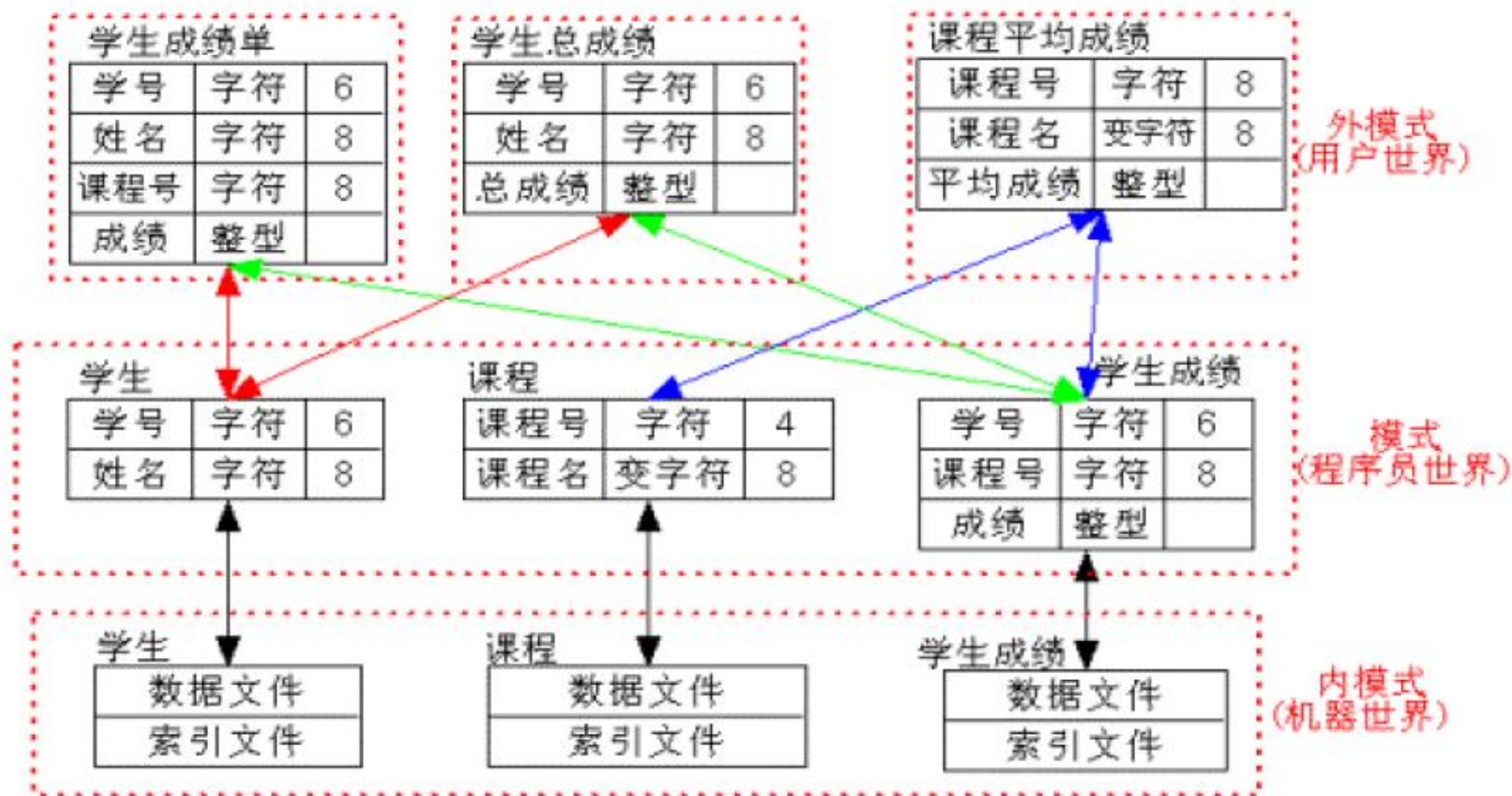


图 记录不同的存储方式示意



# 外模式/模式/内模式示例



# 数据库系统结构（续）

## 1.3.1 数据库系统模式的概念

## 1.3.2 数据库系统的三级模式结构

## 1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性



### 1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

- 三级模式是对数据的三个抽象级别,它把数据的具体组织留给**DBMS**管理,使用户能逻辑地抽象地处理数据,而不必关心数据在计算机中的具体表示方式与存储方式.
- 二级映象在**DBMS**内部实现这三个抽象层次的联系和转换
  - 外模式 / 模式映像
  - 模式 / 内模式映像

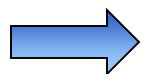


# 一、外模式 / 模式映象

- 模式：描述的是数据的全局逻辑结构
- 外模式：描述的是数据的局部逻辑结构
- 同一个模式可以有任意多个外模式
- 每一个外模式，数据库系统都有一个外模式 / 模式映象，定义外模式与模式之间的对应关系
- 映象定义通常包含在各自外模式的描述中



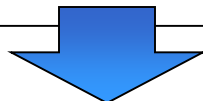
XH	XM	NL	XB
301	赵	21	男
302	钱	22	女



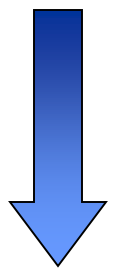
```

Select xh as 学号,
      xm as 姓名,
      xb as 性别,
      nl as 年龄,
From student

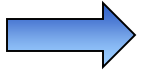
```



学号	姓名	性别	年龄
301	赵	男	21
302	钱	女	22



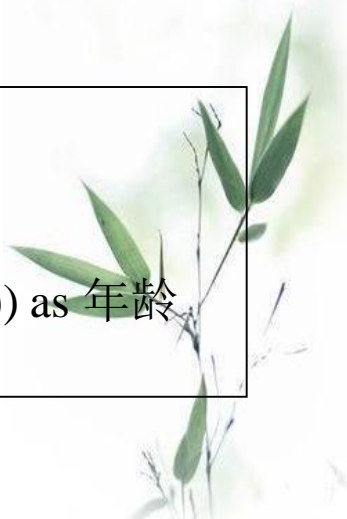
NO	XM	XB	CSRQ
301	赵	男	85.07.01
302	钱	女	84.03.07



```

Select No as 学号,
      xm as 姓名,
      xb as 性别,
      datediff(year,csrq,getdate()) as 年龄,
From student

```



# 外模式 / 模式映像（续）

保证数据的逻辑独立性

- 当模式改变时，数据库管理员修改有关的外模式 / 模式映像，使外模式保持不变
- 应用程序是依据数据的外模式编写的，从而应用程序不必修改，保证了数据与程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性





## 二、模式 / 内模式映象

- 模式 / 内模式映象定义了数据全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。
  - 例如，说明逻辑记录和字段在内部是如何表示的
- 数据库中模式 / 内模式映象是唯一的



# 模式 / 内模式映象（续）

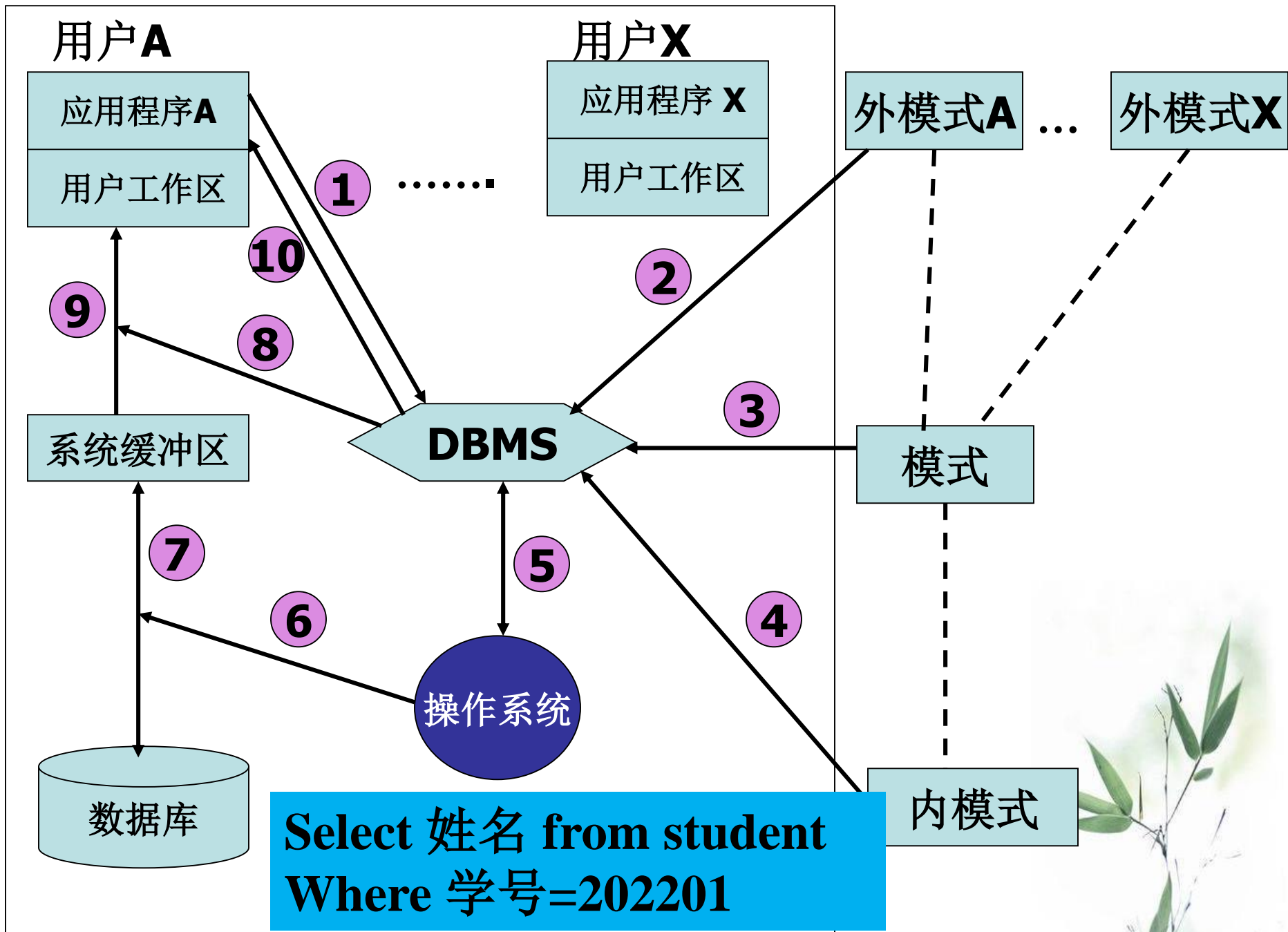
保证数据的物理独立性

- 当数据库的存储结构改变了（例如选用了另一种存储结构），数据库管理员修改模式 / 内模式映象，使模式保持不变
- 应用程序不受影响。保证了数据与程序的物理独立性，简称数据的物理独立性



- 数据与程序之间的独立性，使得数据的定义和描述可以从应用程序中分离出去
- 数据的存取由**DBMS**管理
  - 用户不必考虑存取路径等细节
  - 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





# 用户访问数据的过程

- 应用程序A通过DBMS读取数据库中记录的全过程
  - 1) 用户在应用程序A中安排一条读记录的DML语句
    - 该语句给出涉及的外模式中记录类型名
    - 执行该语句时，立即启动DBMS，并把读记录的命令传给DBMS
  - 2) DBMS检查读操作的合法性
    - 对读命令加以分析
    - 从DD中调出与程序A对应的外模式
    - 检查该操作是否合法，决定是否执行读命令



# 用户访问数据的过程

## 3) 决定执行A的命令，DBMS对模式操作

- 调出相应的模式
- 执行外模式/模式映象功能
  - 把外模式的外部记录格式映象成模式的记录格式
- 决定模式应读哪些记录

## 4) DBMS对内模式操作

- 调出相应的内模式
- 执行模式/内模式的映象功能，把模式记录格式映象成内模式的内部记录格式
- 确定应读入哪些物理记录以及相应的地址信息



# 用户访问数据的过程

- 5) **DBMS**向操作系统**OS**发出从指定地址读取物理记录的命令
- 6) **OS**执行读命令
  - 按指定地址从数据库中把记录读入**OS**的系统缓冲区
  - 随即读入数据库的系统缓冲区
  - 并在操作结束后向**DBMS**作出回答
- 7) **DBMS**收到**OS**读操作结束的回答后，将读入缓冲区中的数据转换成模式记录、外部记录



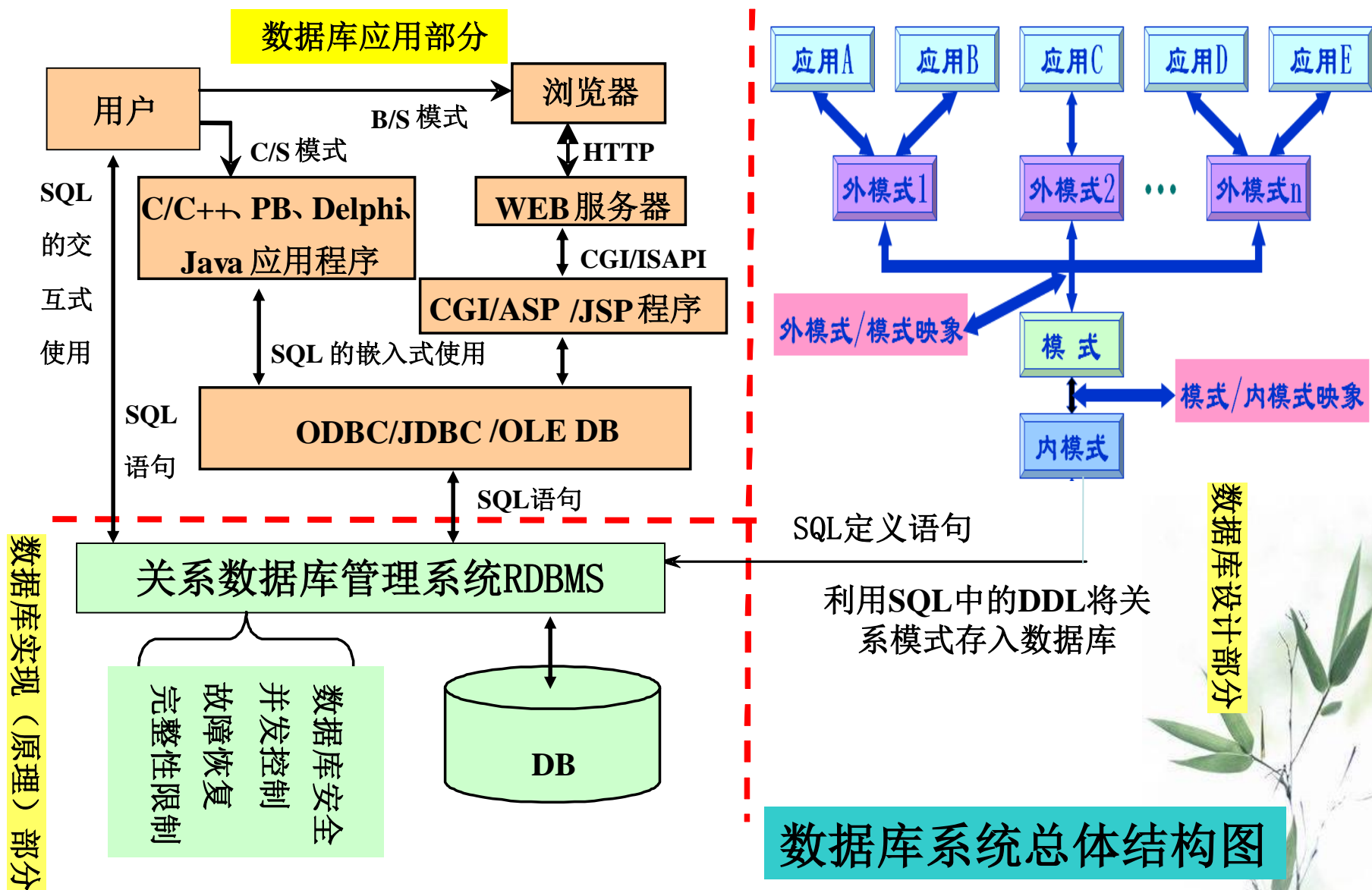
# 用户访问数据的过程

- 8) **DBMS**把导出的外部记录从系统缓冲区送到应用程序A的变量中
- 9) **DBMS**向运行日志数据库写入读一条记录的信息，以备以后查阅数据库的使用情况
- 10) **DBMS**将读记录操作的成功与否信息返回给应用程序A





# 数据库设计、原理与应用之间的联系



# 第一章 绪论

## 1.1 数据库系统概述

## 1.2 数据模型

## 1.3 数据库系统结构

## 1.4 数据库系统的组成

## 1.5 小结



# 1.4 数据库系统的组成

- 硬件平台及数据库
- 软件
- 人员



# 一、硬件平台及数据库

- 数据库系统对硬件资源的要求

## (1) 足够大的内存

- 操作系统
- **DBMS**的核心模块
- 数据缓冲区
- 应用程序



# 硬件平台及数据库（续）

## (2) 足够大的外存

- 磁盘或磁盘阵列

  - 数据库

- 光盘、磁带

  - 数据备份

## (3) 较高的通道能力，提高数据传送率



## 二、软件

- DBMS
- 支持DBMS运行的操作系统
- 与数据库接口的高级语言及其编译系统
- 以DBMS为核心的应用开发工具
- 为特定应用环境开发的数据库应用系统

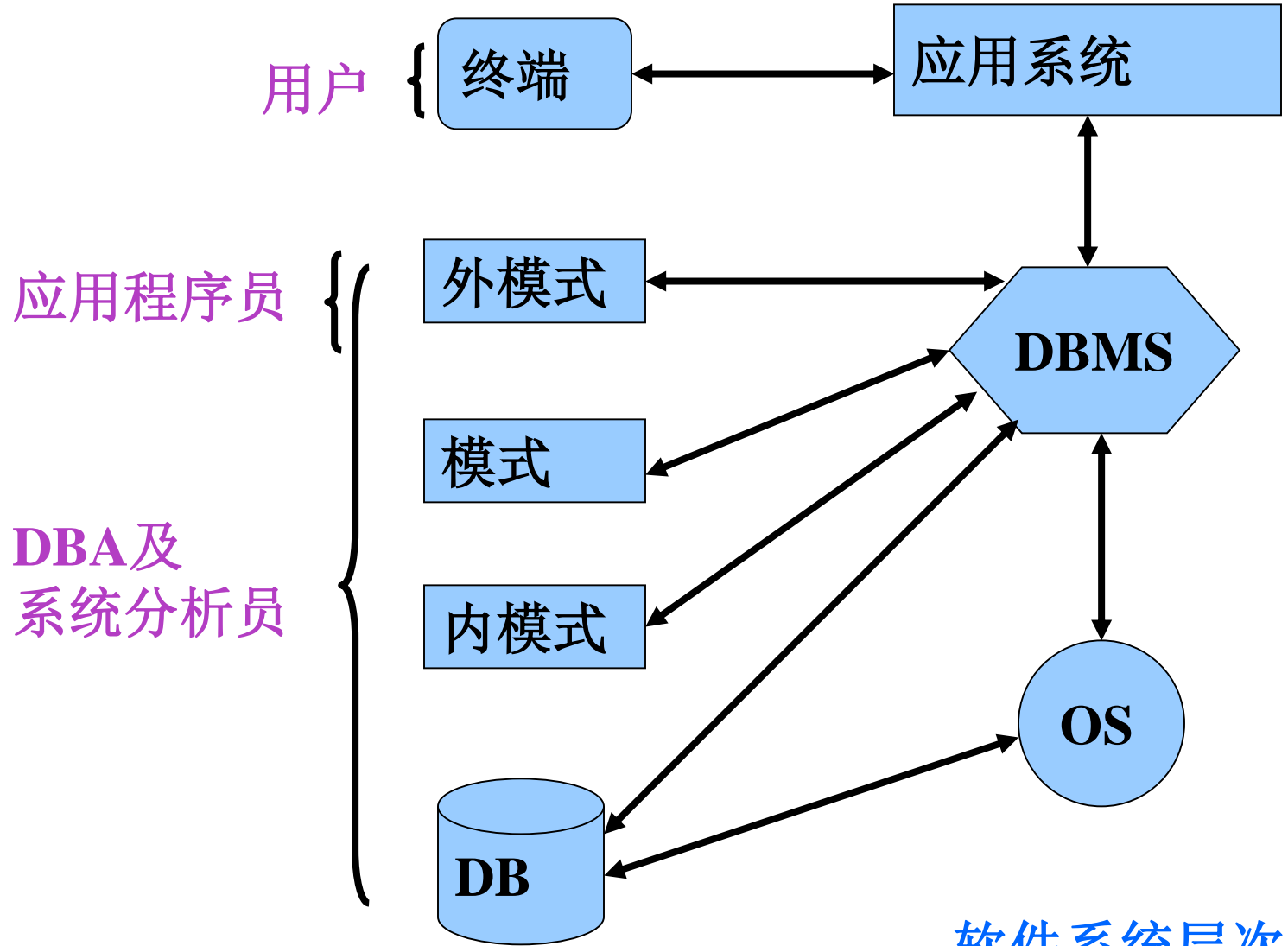


# 三、人员

- 数据库管理员
- 系统分析员和数据库设计人员
- 应用程序员
- 用户



# 各种人员的数据视图



数据抽象级别

软件系统层次



# 1. 数据库管理员(DBA)

## 具体职责

- 1.决定数据库中的信息内容和结构
- 2.决定数据库的存储结构和存取策略
- 3.定义数据的安全性要求和完整性约束条件



# 数据库管理员(续)

- 4. 监控数据库的使用和运行
  - 周期性转储数据库
    - 数据文件
    - 日志文件
  - 系统故障恢复
  - 介质故障恢复
  - 监视审计文件



# 数据库管理员(续)

- 5. 数据库的改进和重组
  - 性能监控和调优
  - 定期对数据库进行重组，以提高系统的性能
  - 需求增加和改变时，数据库须需要重构造



## 2. 系统分析员和数据库设计人员

- 系统分析员

- 负责应用系统的需求分析和规范说明
- 与用户及DBA协商，确定系统的软硬件配置
- 参与数据库系统的概要设计

- 数据库设计人员

- 参加用户需求调查和系统分析
- 确定数据库中的数据
- 设计数据库各级模式



# 系统分析员和数据库设计人员（续）

- 数据库设计人员
  - 参加用户需求调查和系统分析
  - 确定数据库中的数据
  - 设计数据库各级模式



### 3. 应用程序员

- 设计和编写应用系统的程序模块
- 进行调试和安装



## 4. 用户

用户是指最终用户（**End User**）。最终用户通过应用系统的用户接口使用数据库。

- 1. 偶然用户
  - 不经常访问数据库，但每次访问数据库时往往需要不同的数据库信息
  - 企业或组织机构的高中级管理人员



# 用户（续）

- 2. 简单用户
  - 主要工作是查询和更新数据库
  - 银行的职员、机票预定人员、旅馆总台服务员
- 3. 复杂用户
  - 工程师、科学家、经济学家、科技工作者等
  - 直接使用数据库语言访问数据库，甚至能够基于数据库管理系统的API编制自己的应用程序

