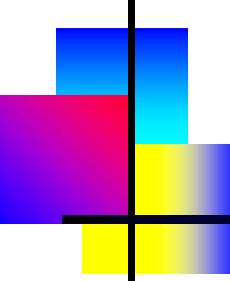


教材：数据库实用教程（第四版）

《数据库原理》课程

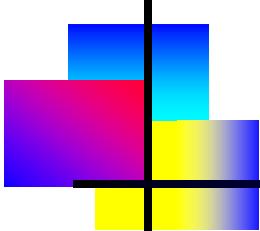
清华大学出版社
2024年12月30日



《数据库原理》

第二章 数据库系统结构

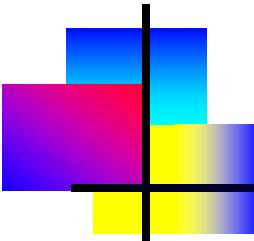
清华大学出版社
2024年12月30日



第二章 数据库系统结构

教学内容：

- **数据描述**：各阶段中数据描述的术语，概念设计中实体间联系的描述。
- **数据模型**：数据模型，逻辑模型的形式定义，ER模型，层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型的数据结构以及联系的实现方式。
- **数据库管理系统（DBMS）**



§ 1 数据描述

一、信息的三个领域：

从客观世界事物的特征到计算机中的表示经历了三个领域：

- 现实世界
- 信息世界
- 机器世界

现实世界：

存在于人们头脑之外的客观世界。

现实世界中的数据就是客观存在的原始数据。

举例：（板书举例）



信息世界：

现实世界在人们头脑中的反映。

- 用概念设计描述数据库的概念结构。

数据描述：实体、属性、实体集、实体标识符。

举例：（板书举例）



机器世界：

信息世界的信息在计算机中以数据的形式来表示。

逻辑设计涉及的概念：字段、记录、文件、关键码。

物理设计描述物理存储介质中的数据：

位、字节、字、块、桶、卷。

举例： (板书举例)

二、数据联系的描述

信息世界中，实体与实体之间的联系包括：

实体内部的联系；

实体之间的联系。

1. 二元联系：

两个不同实体集的实体之间的联系：

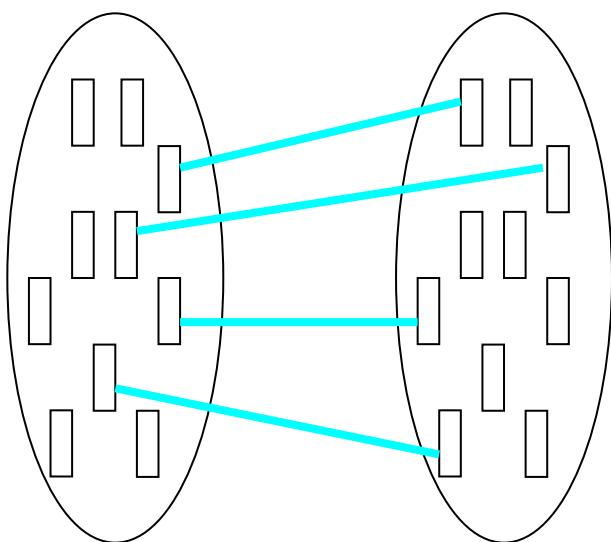
1: 1联系

1: n 联系

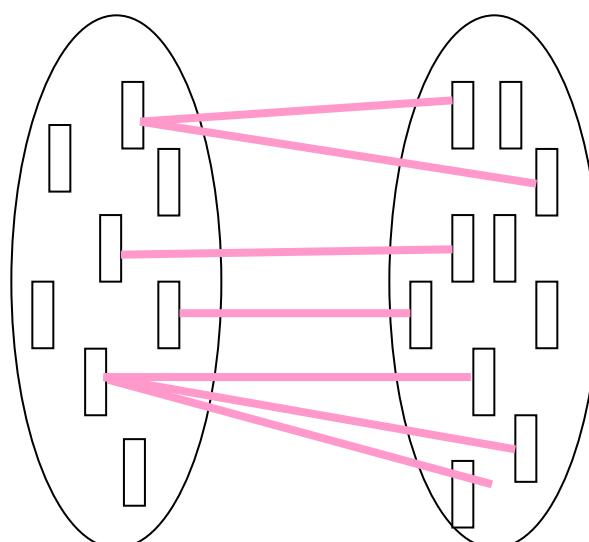
m: n联系

1. 二元联系：两个不同实体集实体之间的联系：

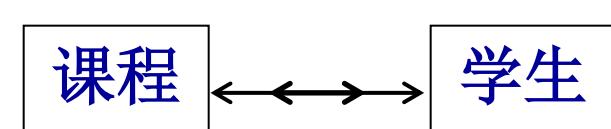
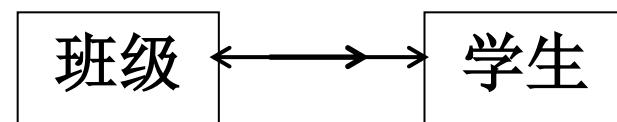
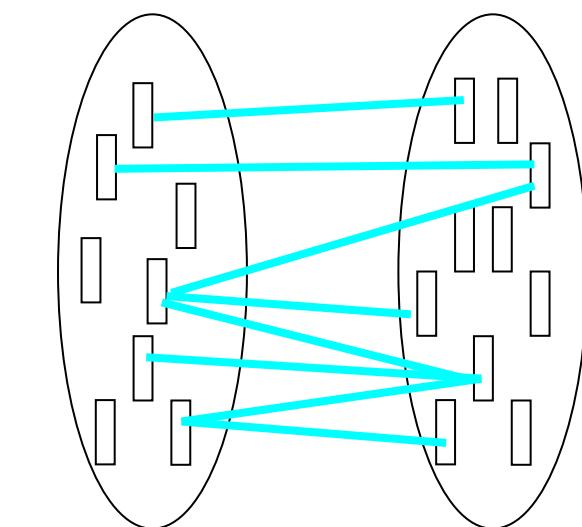
1: 1联系：



1: n 联系：

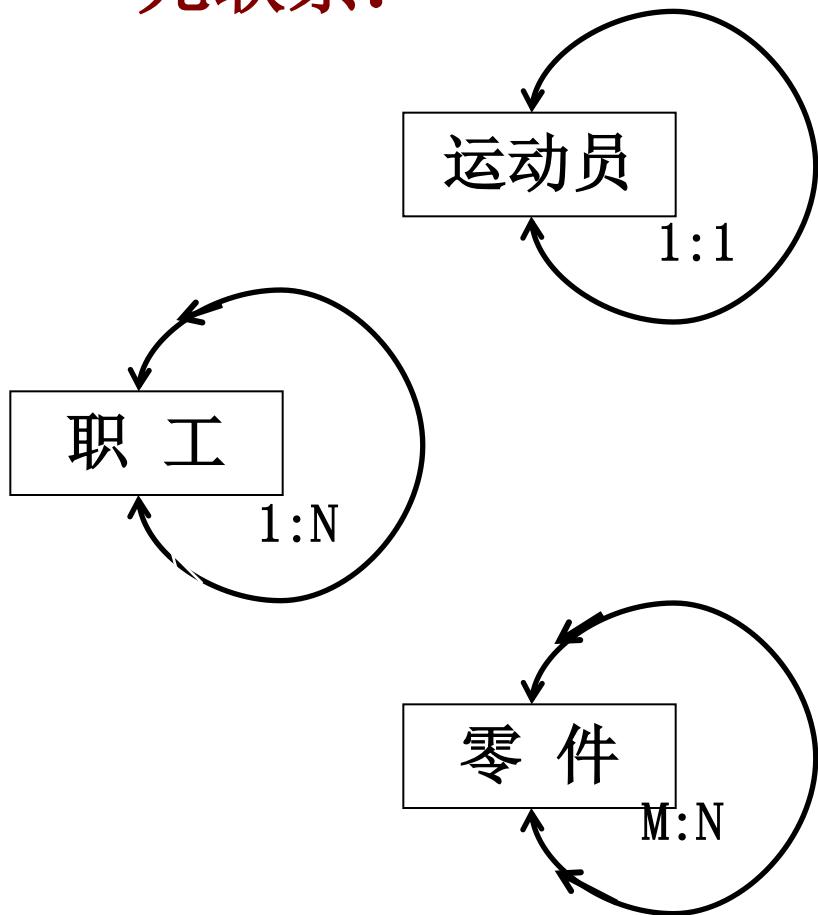


m: n联系：

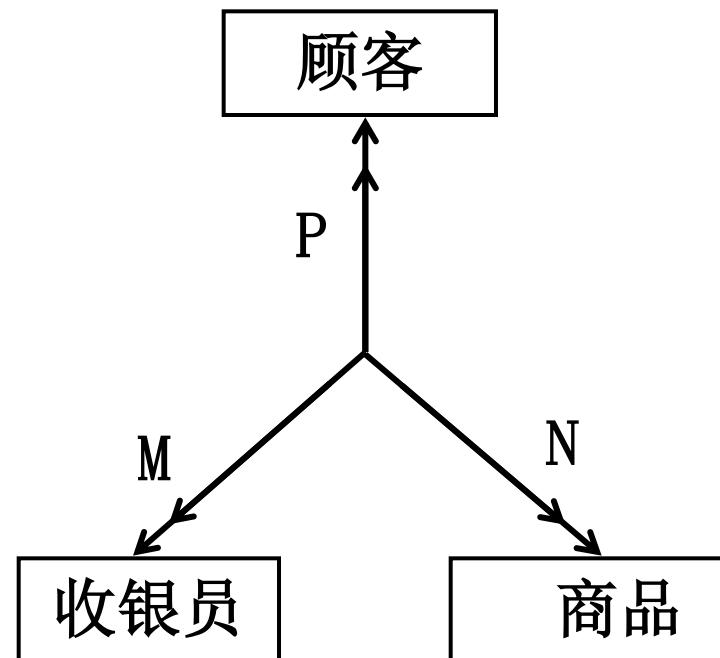


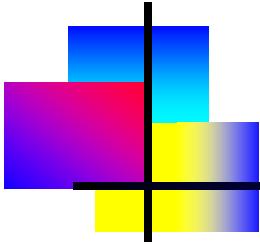
2. 其他联系:

一元联系:



三元联系:





§ 2 数据模型

一、数据模型的概念：

表示实体类型及实体间联系的模型。

目前广泛使用的数据模型有两种：

概念数据模型（实体联系模型）

逻辑数据模型（结构数据模型）

1. 概念数据模型--实体联系模型(ER模型)

独立于计算机系统的模型，用于建立信息世界的数据模型。

在ER模型中有四个基本成分：

矩形框表示实体类型；

菱形框表示联系类型（实体间的联系）；

椭圆形框表示实体类型和联系类型的属性；

用直线连接：实体与属性；

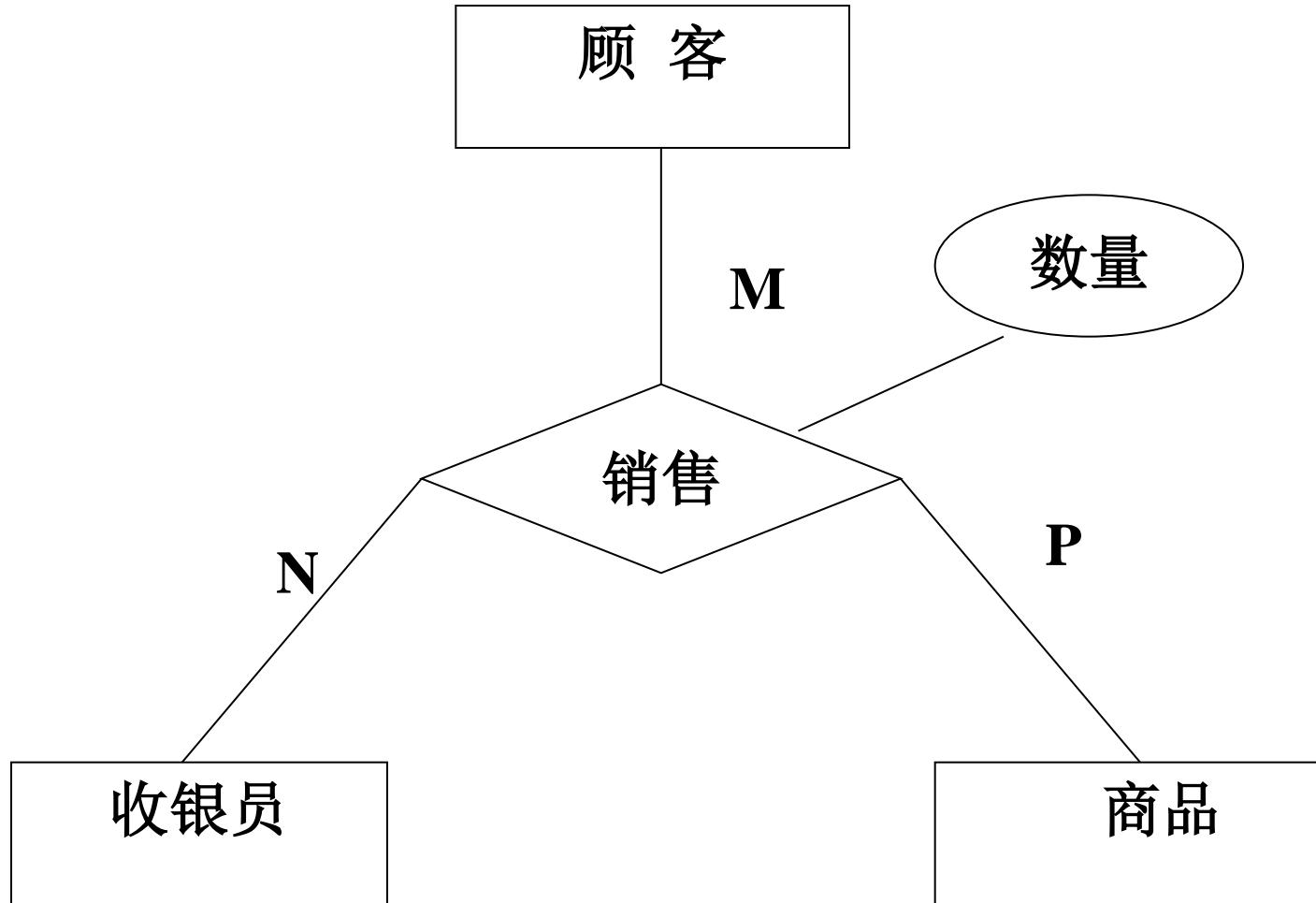
联系与属性；

实体与实体；

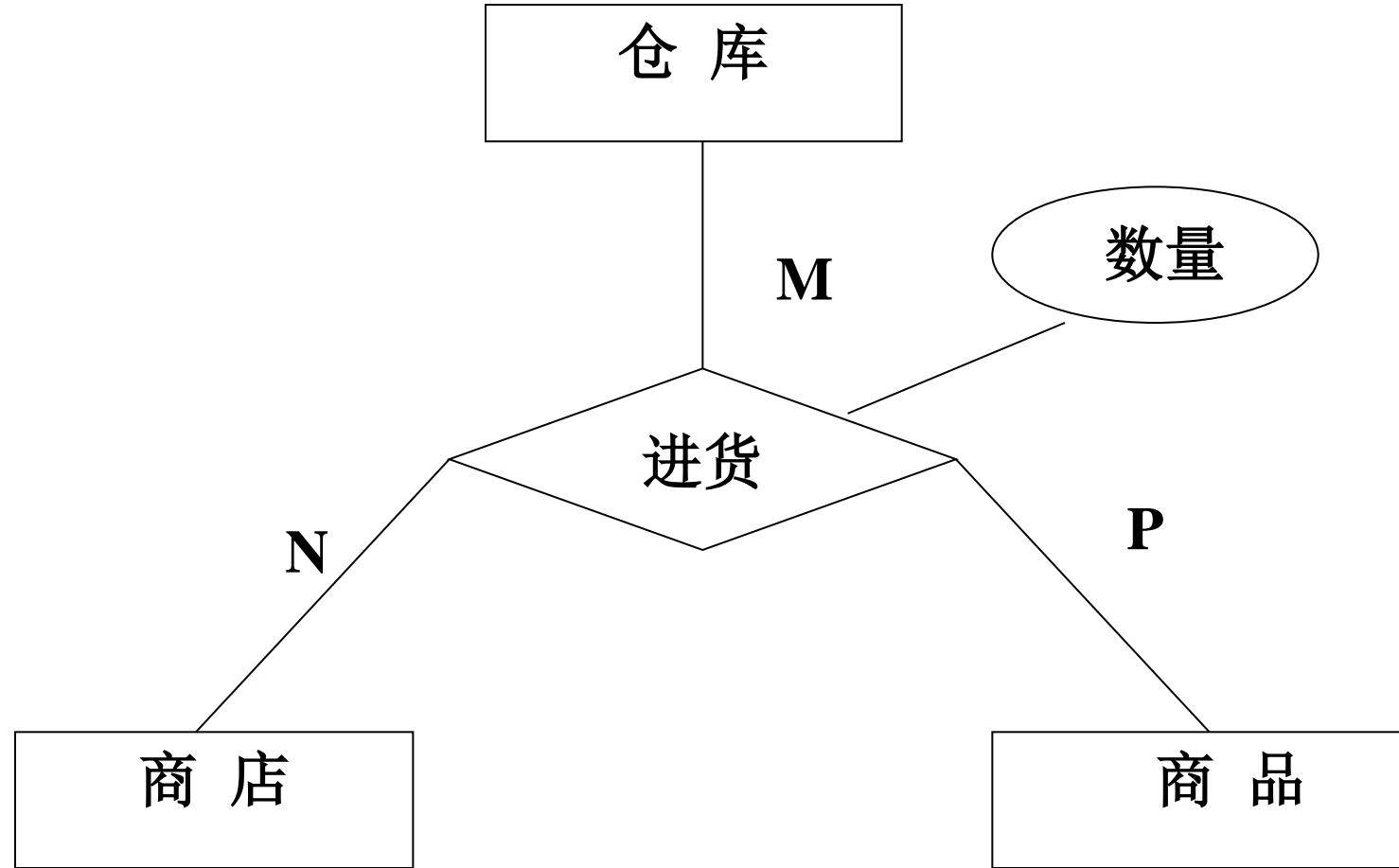
相应的命名均记入各种框中。

对于关键码的属性，在属性名下划一横线。

三元联系:



三元联系:



建立ER模型的步骤如下：

首先确定实体类型和联系类型，

接着把实体类型和联系类型组合成ER图；

然后确定实体类型和联系类型的属性，

再确定实体类型的键，在属于键的属性名

下划一横线。

举例：（板书举例）

2. 逻辑数据模型——面向数据库逻辑结构的模型。

逻辑数据模型包含：

数据结构、数据操作和数据完整性约束。

数据结构是指对实体类型和实体间联系的表达和实现；

数据操作是指对数据库的检索和更新（包括插入、删除、修改）两类操作的实现；

数据完整性约束给出数据及其联系应具有的制约和依赖规则。

逻辑数据模型主要有：

层次模型

网状模型（网络模型）

关系模型

对象模型

(1) 层次模型:

用树型结构表示实体类型及实体之间联系的模型称为层次模型。

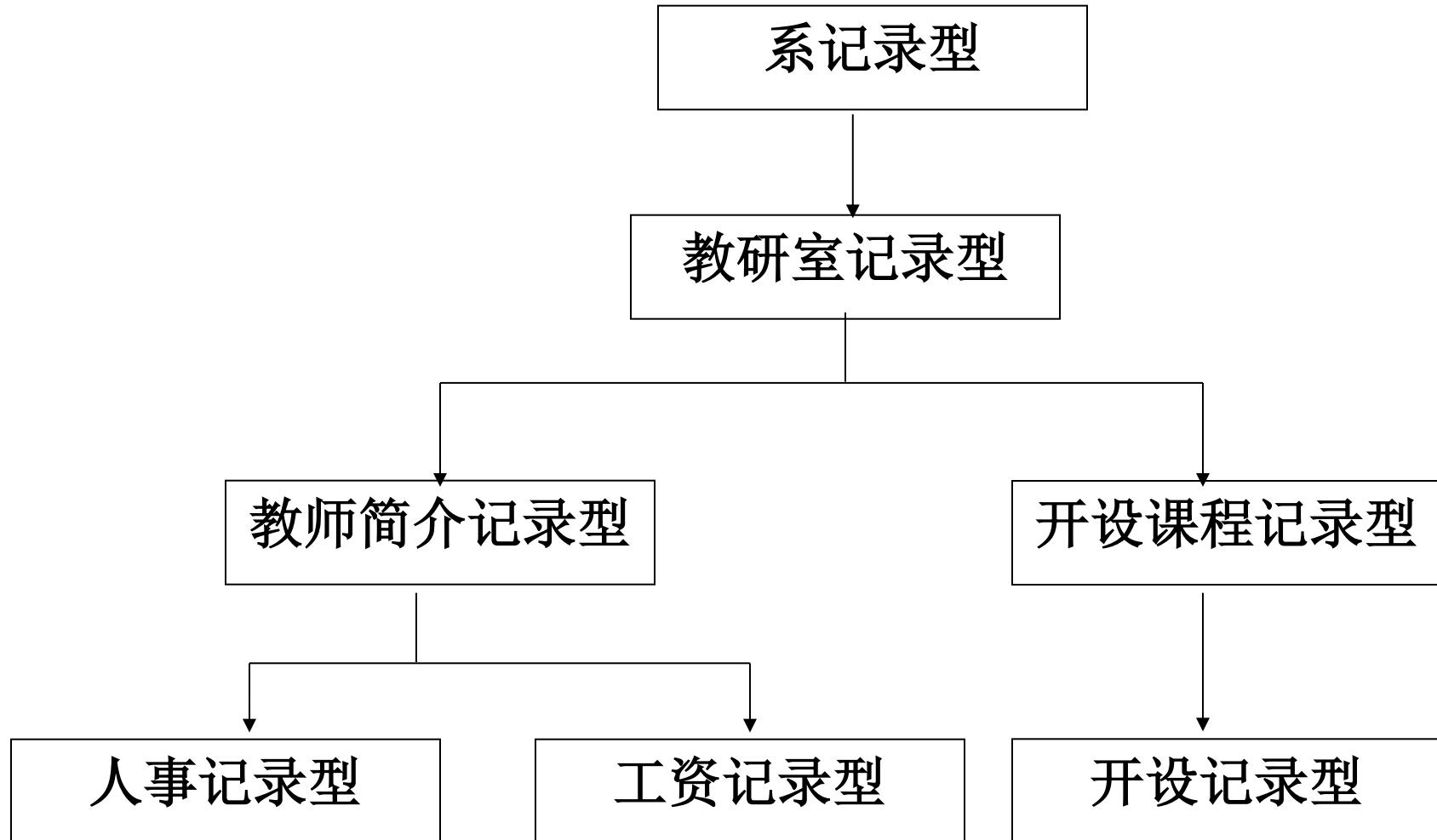
①定义：层次模型是以记录型为结点，记录型之间的联系为边的有向树结构。

②层次模型的特点：只有一个根结点无父结点。

每个非根结点只有一个父结点；

上一层记录类型和下一层记录类型间联系
是1: N联系。





层次模型

优点： 易于实现，查询效率高。

缺点： M: N联系较难实现，

编写应用程序也复杂。

(2) 网状模型

用有向图结构表示实体类型及实体间联系的模型称为网状模型。

①定义：网状模型是以记录型为结点，记录型之间的联系为边的
有向图结构。

②网状模型的特点：

- 允许有一个以上的结点无双亲；
- 结点可以有多于一个的双亲；
- 结点间可有两种或多种联系。

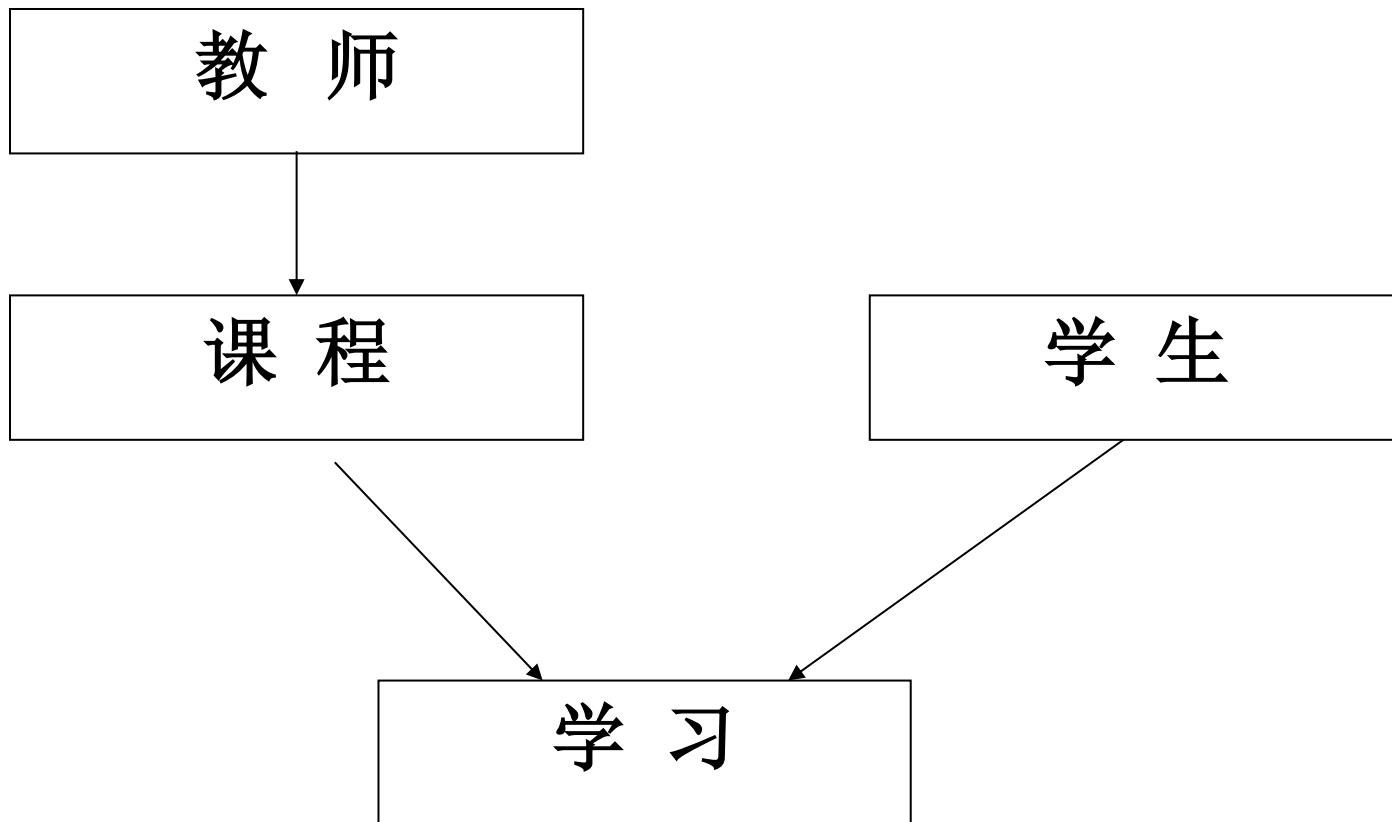


教师

课程

学生

学习



网状模型

优点：容易实现M: N联系，查询效率高。

缺点：程序员必须熟悉数据库的逻辑结构

才能编写相应的应用程序。

(3) 关系模型

用二维表格结构来表示实体集，

外键表示实体间联系的模型称为关系模型。

关系模型是由若干个关系模式组成的集合，关系模式相当于记录类型，它的每一个实例称为关系。每个关系实际上就是一张二维表格。关系模型和层次、网络模型的最大差别是用关键码而不是用指针导航数据，表格简单，用户易懂，编写程序是并不涉及存储结构、访问技术等问题。



学生关系模式 S (SNO, SNAME, AGE, SEX, SDEPT)

课程关系模式 C (CNO, CNAME, CDEPT, TNAME)

学习关系模式 SC (SNO, CNO, GRADE)

<u>SNO</u>	SNAME	AGE	SEX	SDEPT
S1	程宏	19	男	计算机
S3	刘莎莎	18	女	通讯
S4	李刚琦	20	男	法学
S6	蒋天云	19	男	国际贸易
S9	王莉	21	女	计算机

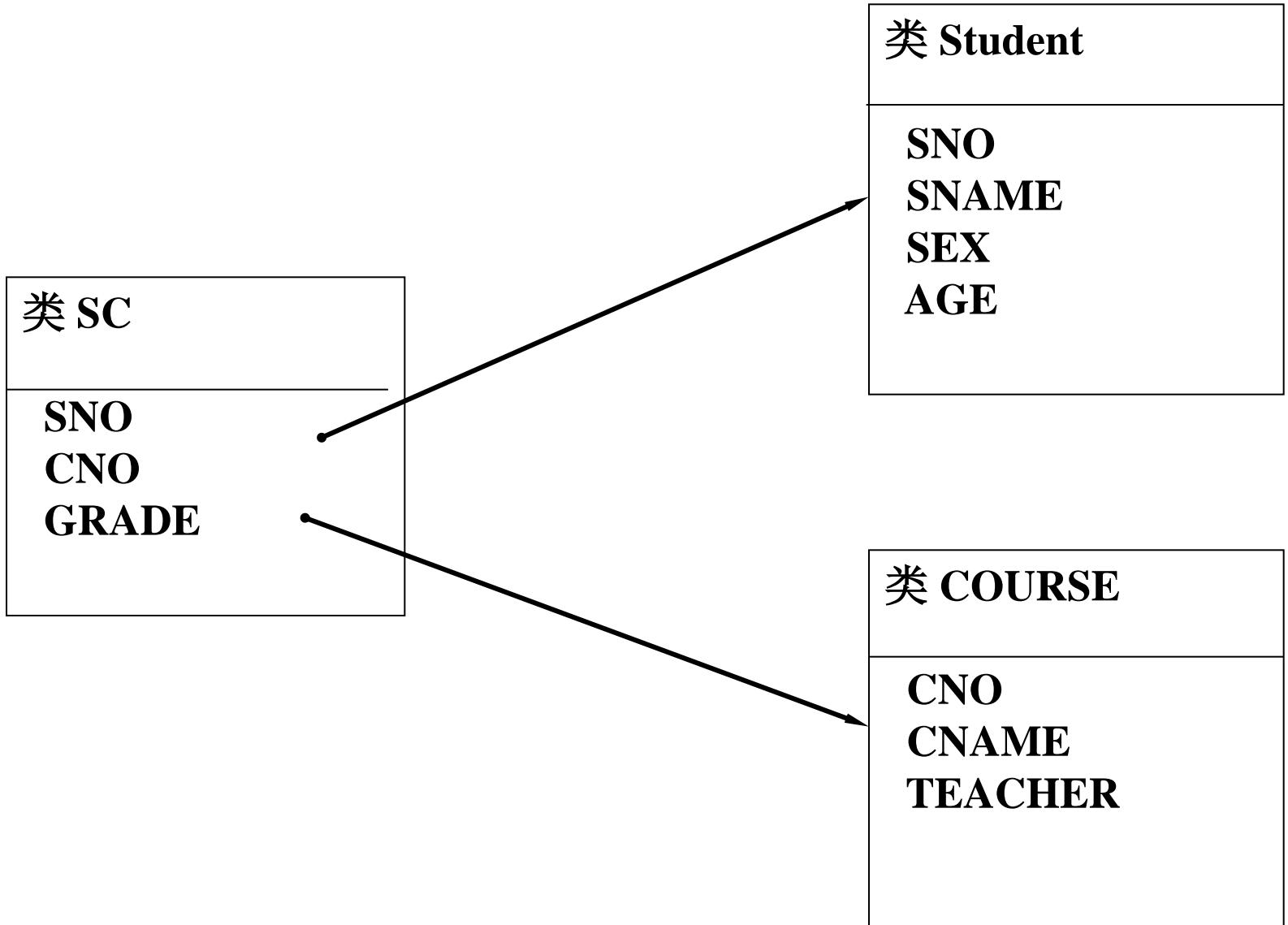
<u>CNO</u>	CNAME	CDEPT	TNAME
C2	离散数学	计算机	汪宏伟
C3	高等数学	数学	钱红
C1	数据结构	计算机	马良
C4	数据库原理	计算机	李兵

<u>SNO</u>	<u>CNO</u>	GRADE
S3	C3	87
S9	C2	88
S4	C3	79
S9	C4	83
S6	C2	76
S6	C3	68
S1	C1	78
S6	C1	88
S3	C2	64
S1	C4	86
S9	C1	78

(4) 面向对象模型

面向对象模型较完整地描述了现实世界的数据结构，能支持各类新的应用需求所满足的数据类型、能表达递归和嵌套的数据结构。

面向对象模型的基本概念是：对象、类。



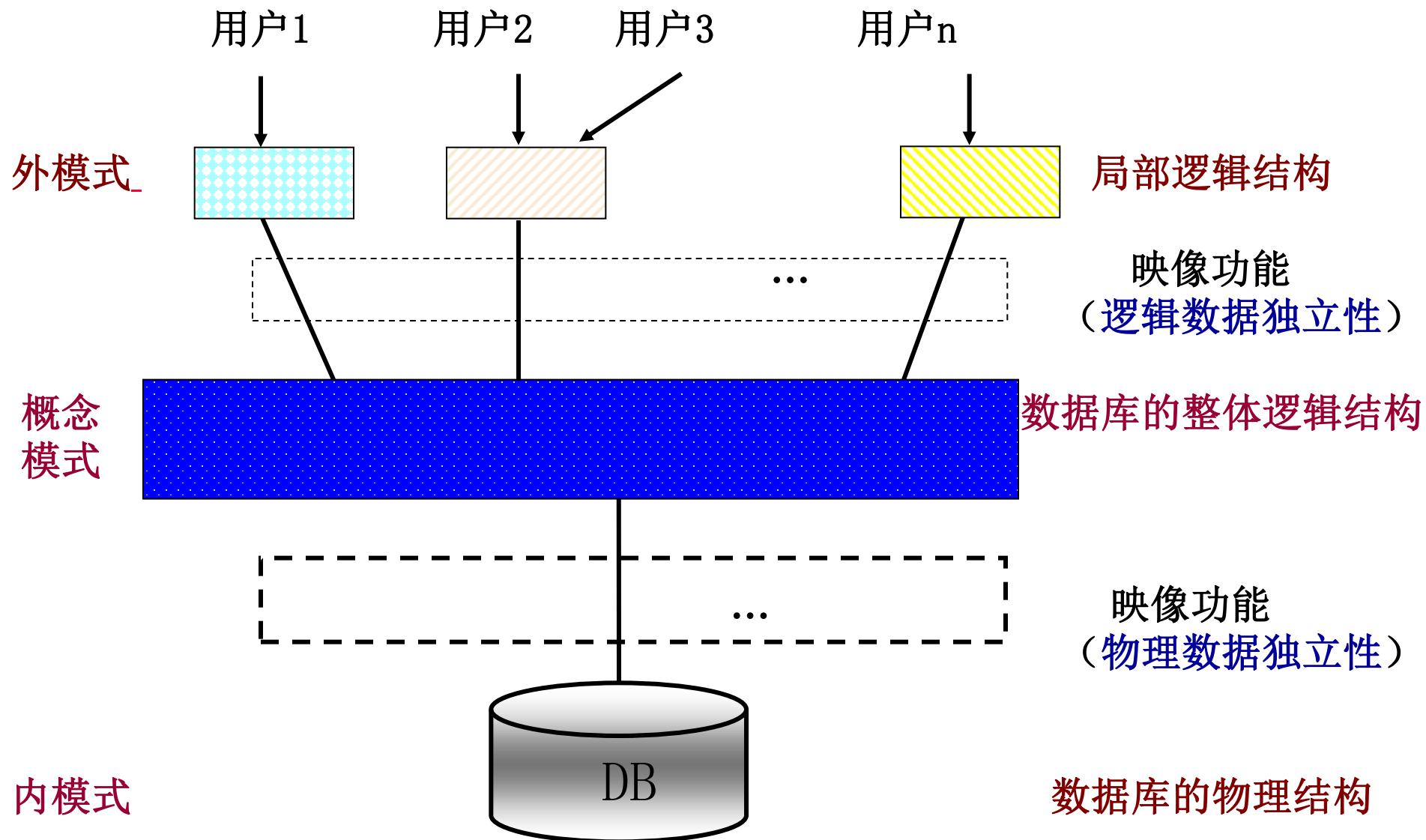
一、 三级模式结构

回顾

二、 三级结构与两级映像

三、 两级数据独立性

➤ 数据库的三级模式结构及两级映像功能



数据库的三级模式结构

□ 概念模式 (Conceptual Schema)

也称整体逻辑结构或模式或全局模式

- 模式是数据库中全部数据的整体逻辑结构的描述。
- 模式中描述了所有用户的数据定义（全局数据视图）综合了所有用户的需求
数据的逻辑结构(概念记录类型的组成)
 - 记录间的联系
 - 数据的完整性和安全性要求
- 模式位于数据库系统模式结构的中间层；
 - 与数据的物理存储结构和硬件环境无关；
 - 与具体的用户应用程序、开发工具及高级程序设计语言无关。

数据库的三级模式结构

□ 外模式 (External Schema)

也称局部逻辑结构或子模式或用户模式

- 外模式是用户与数据库系统的接口，是用户用到的那部分数据（用户的局部逻辑结构）的描述；
- 用户用到的那部分数据（用户的的数据视图）是与某一特定应用有关的数据的逻辑表示；
- 外模式介于模式与应用之间；
- 外模式通常是模式的子集，一个数据库可以有多个外模式；
- 为保证了数据库的安全性提供了有力的措施。

数据库的三级模式结构

□ 内模式 (Internal Schema)

也称**存储模式** 或 **数据库的物理结构**

- 内模式是**数据库在物理存储方面的描述**；
- 定义了所有内部记录类型，即数据在**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；
 - **文件**的组织方式；
- **数据控制方面的细节**。

数据库的二级映像功能举例

成绩单

学号: S1 姓名: 程宏 性别: 男

数据结构	78
数据库原理	86
.....

外模式 (用户模式)

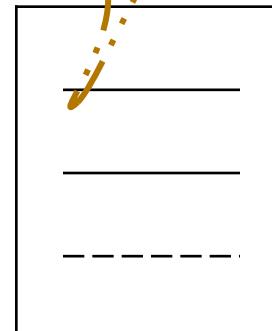
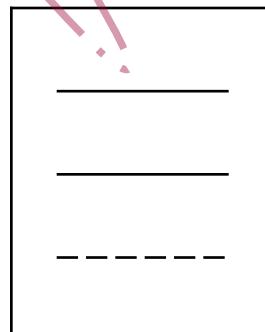
模式 (全局逻辑结构)

SNO SNAME SEX AGE SDEPT

CNO CNAME CDEPT TNAME

SNO CNO GRADE

内模式 (存储模式)



数据库的二级映像功能举例

成绩单

学号: S1

姓名: 程宏 性别: 男

数据结构

78

数据库原理

86

.....

.....

外模式 / 模式映象
(逻辑数据独立性)

SNO	SNAME	SEX	AGE	SDEPT

CNO	CNAME	CDEPT	TNAME

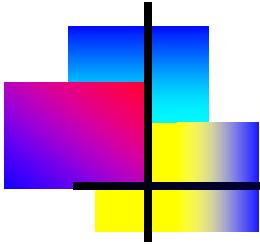
SNO	CNO	GRADE

模式 / 内模式映象
(物理数据独立性)

两级数据独立性：

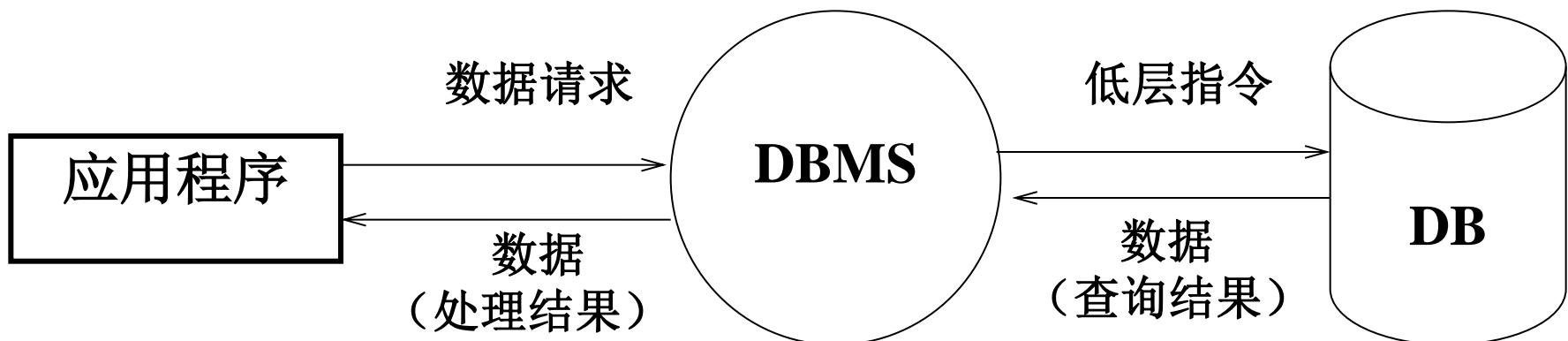
逻辑数据独立性

物理数据独立性

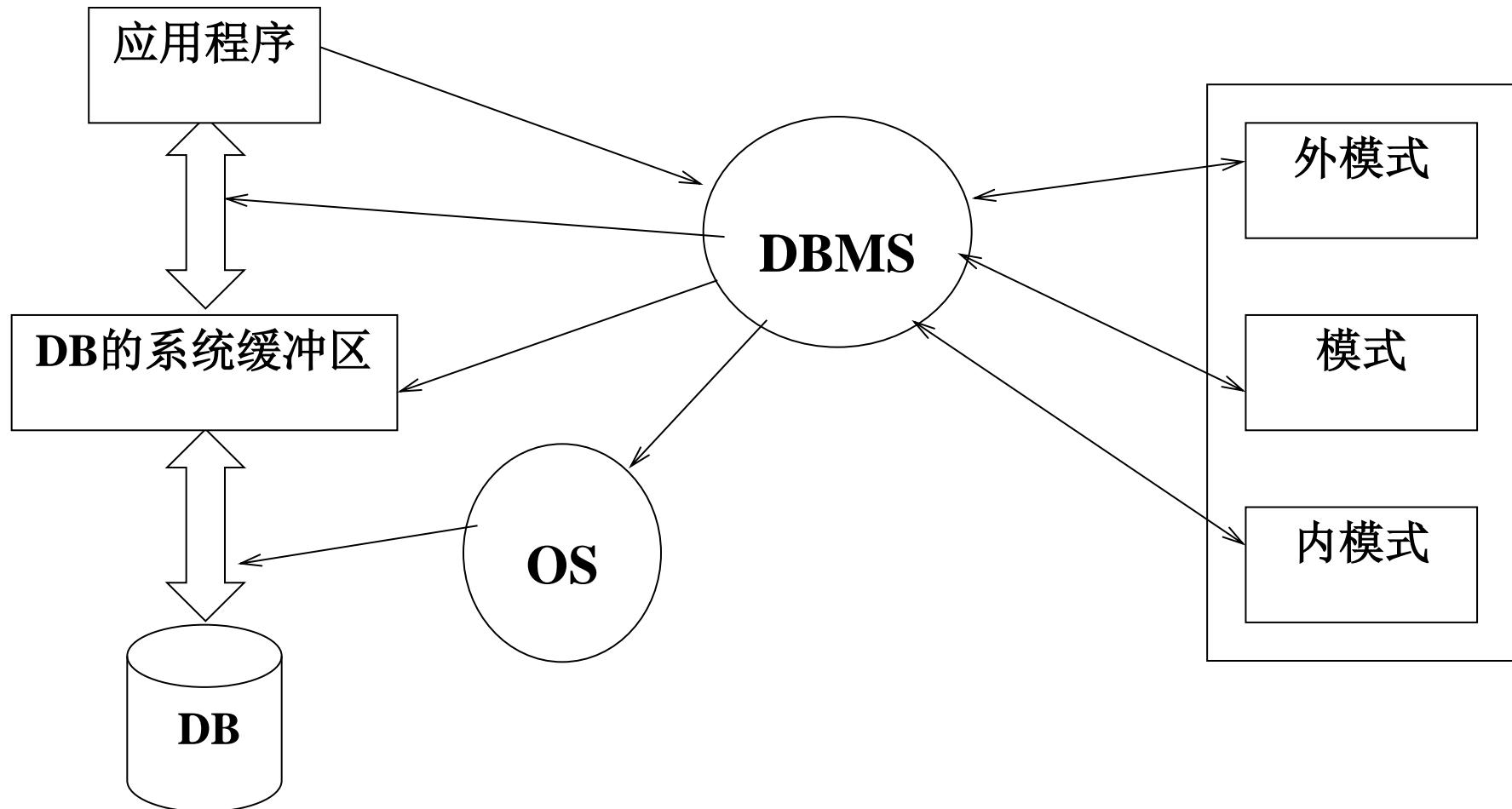


§ 4 数据库管理系统 (DBMS)

一、DBMS的工作模式



用户访问数据的过程：



二、DBMS的主要功能

1. 数据库的定义功能

2. 数据库的操纵功能

3. 数据库的保护功能

数据库的恢复；数据库的并发控制；

数据完整性控制；数据安全性控制；

DBMS的其他保护功能还有系统缓冲区的管理以及数据存储的某些自适应调节机制等。

4. 数据库的维护功能

包括数据库的数据载入、转换、转储，

数据库的改组以及性能监控等功能。

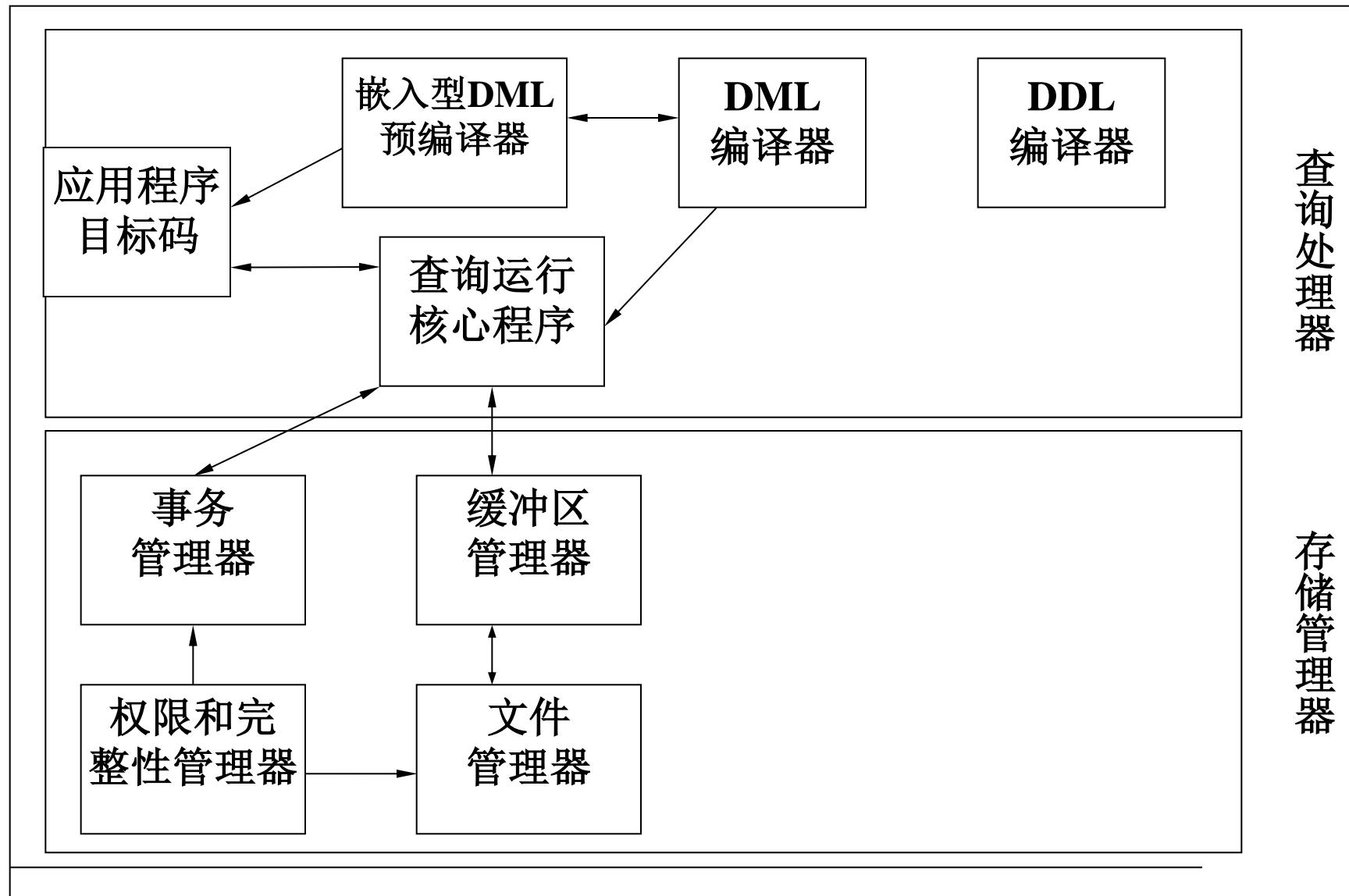
三、DBMS的模块组成

从模块结构来观察，DBMS由两大部分组成：

查询处理器和存储管理器。

- (1) 查询处理器有四个主要成分：DDL编译器，DML编译器，嵌入式DML的预编译器及查询运行核心程序。
- (2) 存储管理器有四个主要成分：权限和完整性管理器，事务管理器，文件管理器及缓冲区管理器。

数据库管理系统：模块结构

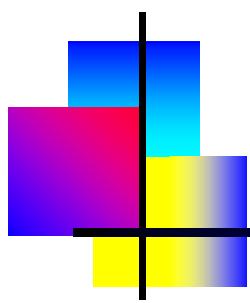


四、数据库管理员DBA

DBA是控制数据整体结构的一组人员，负责DBS的正常运行，承担创建、监控和维护数据库结构的责任。

DBA的主要职责：

- ① 定义模式
- ② 定义内模式
- ③ 与用户的联络。包括定义外模式、应用程序的设计、提供技术培训等专业服务。
- ④ 定义安全性规则，对用户访问数据库的授权。
- ⑤ 定义完整性规则，监督数据库的运行。
- ⑥ 数据库的转储与恢复工作。



精读和习题要求

精 读: 教材 P. 11 ~ P. 33

习 题2: P. 35 3 ~ 6、8、9