

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（自学）

上一讲复习

用于数据库设计
与DBMS无关

信息世界

描述

概念模型

表示

ER图

要素

实体

联系

1:1

1:N

N:N

两个
层次

机器世界

描述

逻辑模型

物理模型

层次模型

网状模型

关系模型

表示

关系

(二维表)

用于数据库实现
与DBMS有关

数据结构

数据操作

完整性约束条件

三个
要素

DBMS基于数据
(逻辑)模型分类

数据
模型

层次型、网状型和关系型数据库划分原则

是 **C** **。**

A.记录长度

B.文件的大小

C.数据之间的联系方式

D.联系的复杂程度

数据库系统结构 → 三级模式结构和两级映像



数据与程序之间的独立性:

数据独立于应用程序

数据库三级模式中，真正存在的是

C

A. 子模式

B. 外模式

C. 内模式

D. 模式

在文件系统中，当文件数据结构发生任何微小变化时，必须修改或重新编写程序的特点，称为_____D_____。

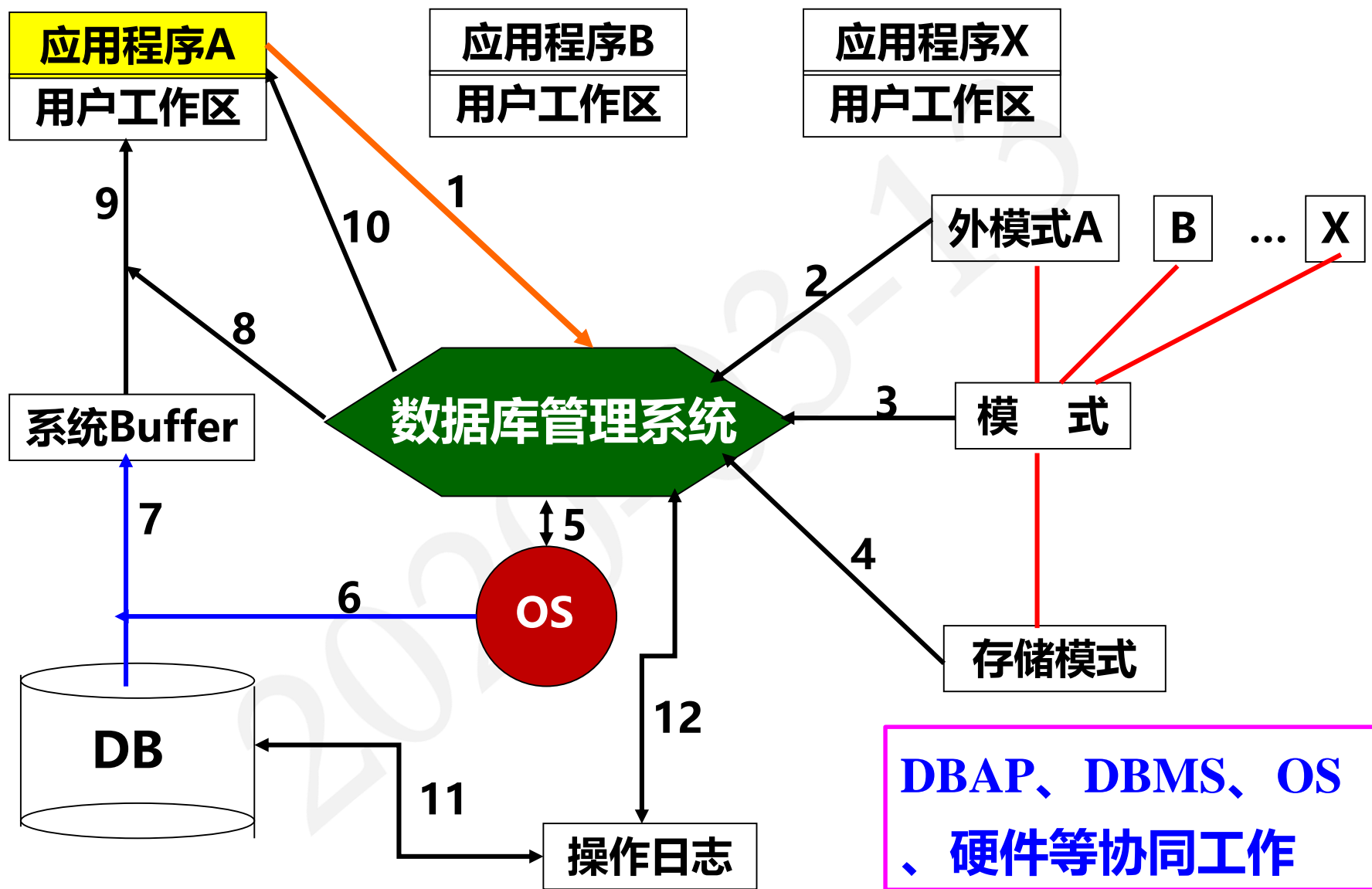
A.数据共享困难

B.数据冗余

C.数据异常

D.数据独立性差

从数据库中读取一个数据的工作过程



8、海军某部要建立一个舰队信息系统：

(1) 舰队方面

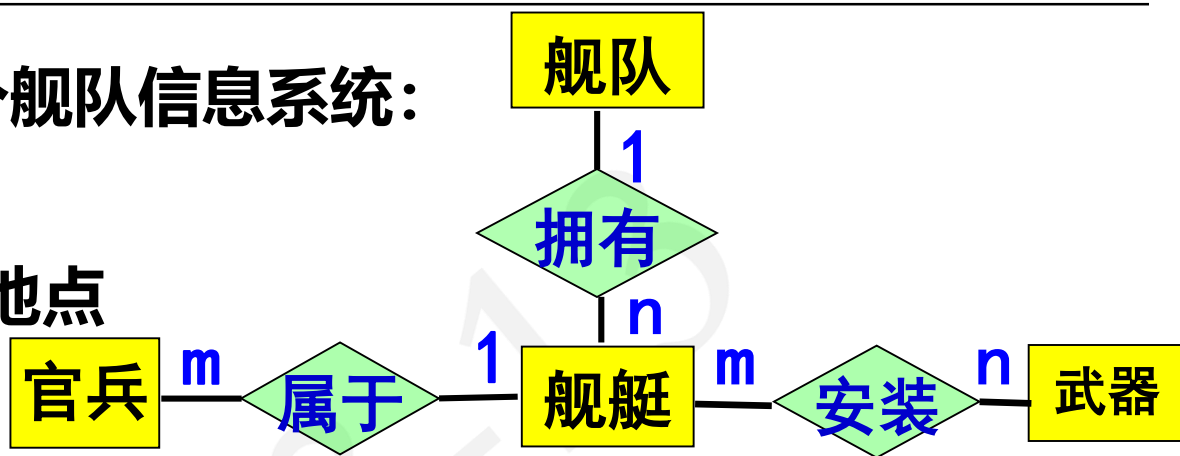
舰队：舰队名称、基地地点

(2) 舰艇方面

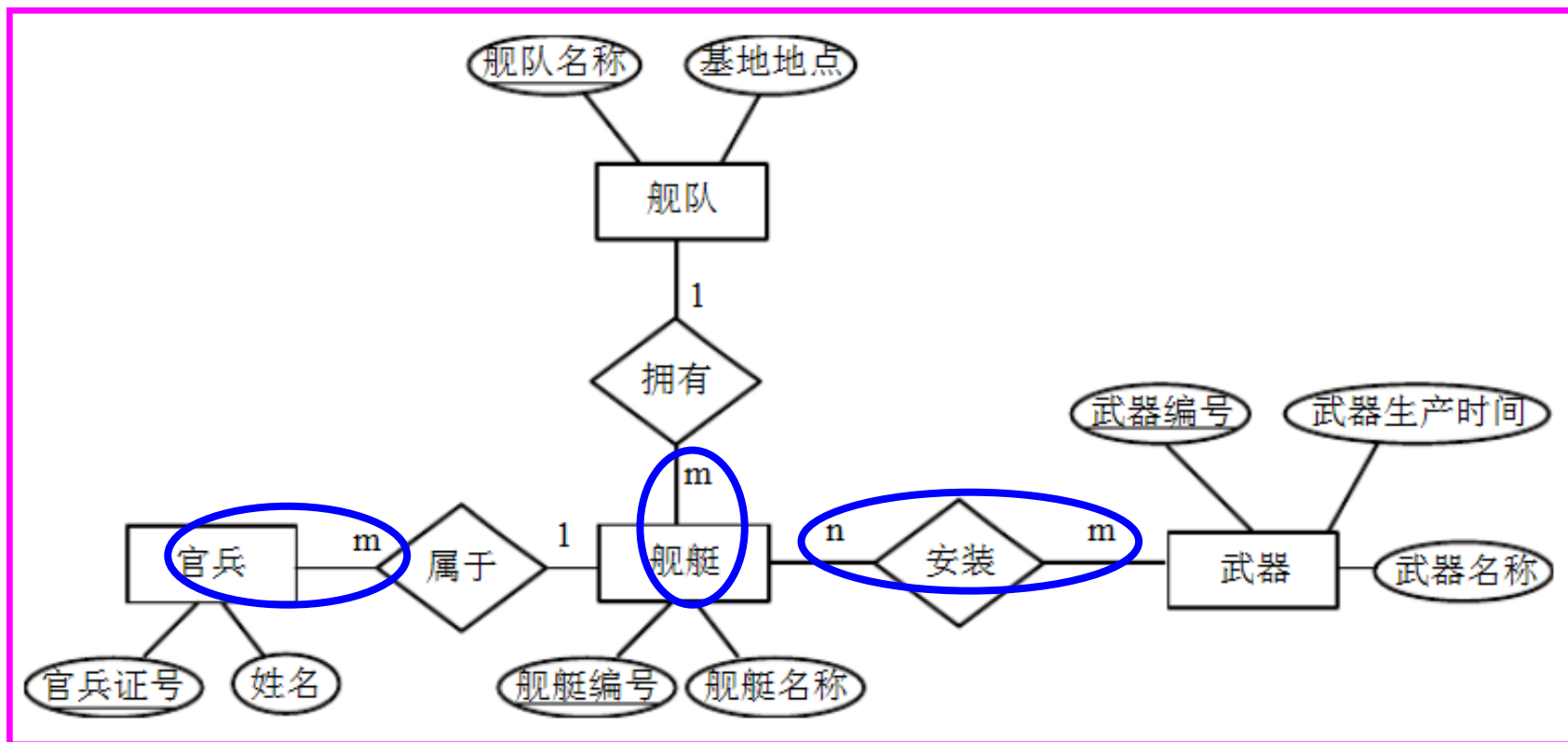
舰艇：舰艇编号、舰艇名称

武器：武器编号、武器名称、武器生产时间

官兵：官兵证号、姓名



其中，一个舰队拥有多艘舰艇，一艘舰艇属于一个舰队；一艘舰艇有多名官兵，一名官兵只属于一艘舰艇。一艘舰艇安装多种武器，一种武器可安装于多艘舰艇之上；请根据以上描述，画出该舰队信息系统的ER图，并将ER图转换为关系模型。



舰队（舰队名称，基地地点）

武器（武器编号，武器名称，武器生产时间）

舰艇（舰艇编号，舰艇名称，**舰队名称**）

官兵（官兵证号，姓名，**舰艇编号**）

安装（舰艇编号，武器编号）

2.1 关系数据结构及形式化定义

2.2 关系操作

2.3 关系的完整性

2.4 关系代数

□ **关系数据库系统**是指支持**关系模型**的数据库系统。

■ 1970年，E.F.Codd发表多篇论文，系统而严格地提出了关系模型。

■ 70年代中期后，关系数据库成了占据主导地位的数据库。

关系数据库建立在严格的**关系代数**基础之上，具有严格的数学基础。

2.1 关系数据结构

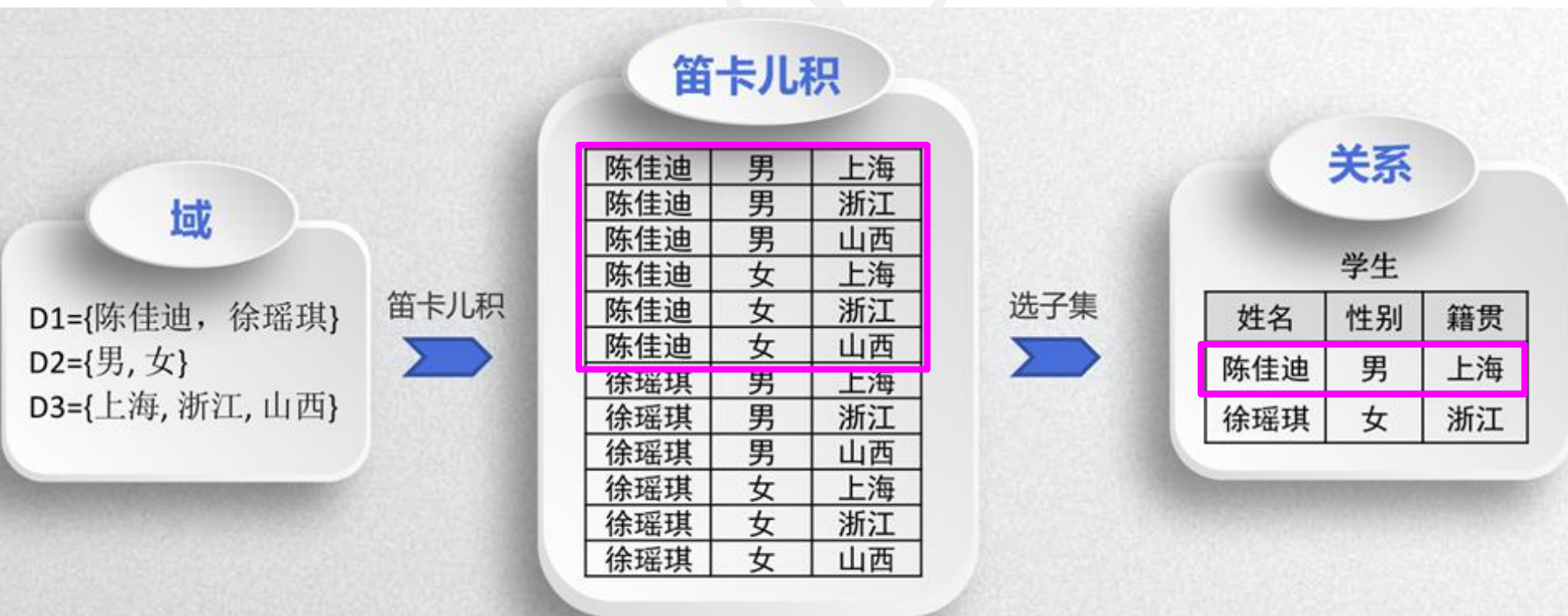
□ **域**：一组具有**相同数据类型**的值的集合。

□ **笛卡尔积**：给定一组域 D_1, D_2, \dots, D_n ，其笛卡尔积为：

$$D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n = \{(d_1, d_2, \dots, d_n) \mid d_i \in D_i, i=1, 2, \dots, n\}$$

■ **笛卡尔积的表示方法**：可表示为一张**二维表**

□ **关系**：笛卡尔积的一个子集。

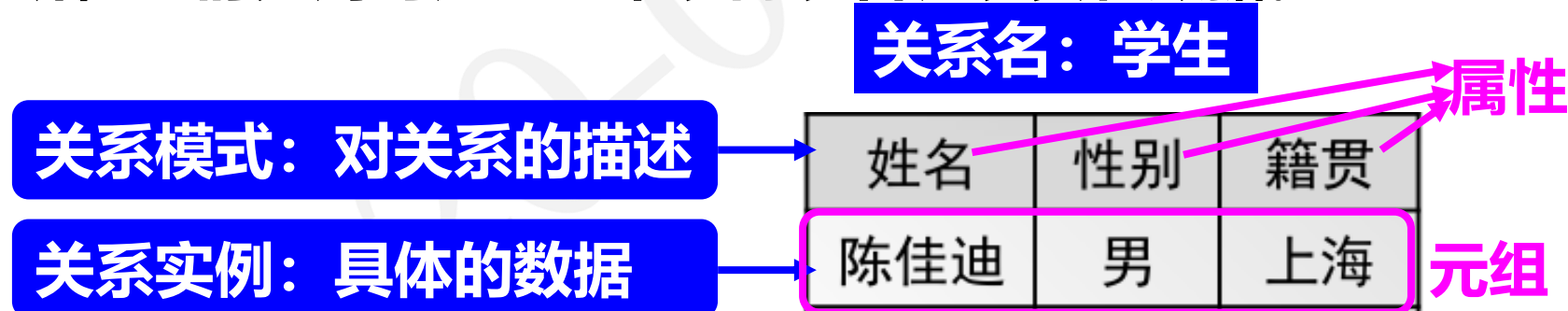


2.1 关系数据结构

□ **关系**：笛卡尔积中具有某一方面**意义**的那些元组被称作一个关系，表示为 $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$ ，**R**为**关系名**，**n**是关系的**目(度)**。

□ **关系模型由一组关系组成**。每个关系的数据结构是一张规范化的二维表。

■ 一个关系由**关系名**、**关系模式**和**关系实例**组成，通俗地讲，它们分别对应于二维表的表名、表头和数据。



■ 关系中每**行**对应一个**元组**，每**列**对应一个**域**。不同的列可能属于相同的域，所以给每一列取一个名字，称为**属性**。一个**n目 (n元)** 关系就有**n个属性**。

2.1 关系数据结构

候选码：如果关系中某一个**属性组**的值能**唯一标识**一个元组，则称该属性组为**候选码**，又称为**关键字、码**。

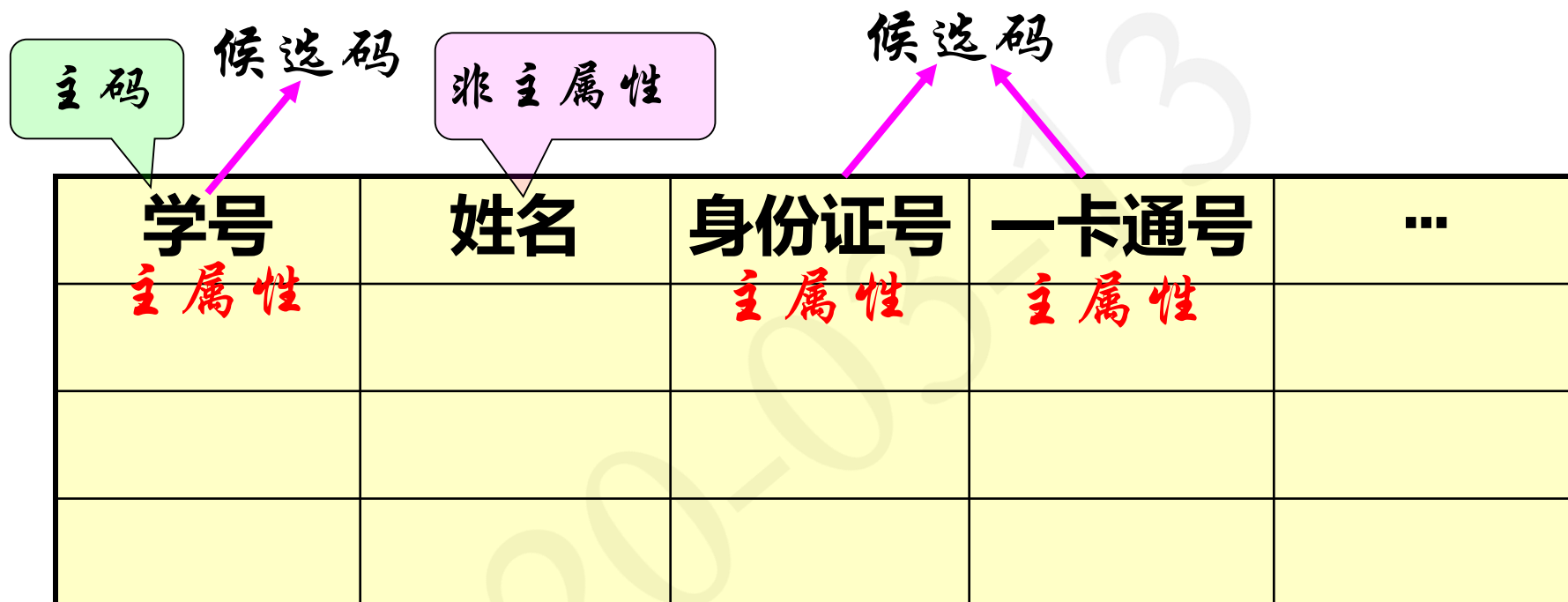
候选码



系名	年级	班级	平均身高	平均年龄
电子	2018	1	1.68	21
电子	2018	2	1.70	20

一个关系中可能有多个候选码。

2.1 关系数据结构



- 可选定其中一个作为**主码**，也称**主关键字**。
- **候选码**的诸属性称为**主属性**，而不含在任何候选码中的属性称为**非主属性（非码属性）**。

2.1 关系数据结构

□ 基本关系的基本性质

- **列是同质的**：同一列中的数据，其数据类型相同
- **不同的列可出自同一个域**：每一列作为一个属性。
- **列的顺序无所谓**：列的次序可以任意交换
- **行的顺序无所谓**：行的次序可以任意交换
- **任意两个元组的候选码不能相同**。
- **分量必须取原子值**：每一个分量都必须是不可分的数据项

在一个给定的应用领域中，所有实体及实体之间联系的关系的集合构成一个关系数据库。

2.2 关系操作

□ 关系操作的特点

- **集合操作**方式，即操作的对象和结果都是集合

- 非关系数据模型的数据操作方式：一次一记录

□ 常用的关系操作

- **查询** 查询的表达能力是其中最主要的部分

- **数据更新**

- 插入、删除、修改

□ 关系操作的三种表示：

- **代数方式——关系代数**

- **逻辑方式——关系演算**

- **结构化查询语言SQL(具有关系代数和关系演算双重特点)**

下列选项中**不是**关系数据库基本特征的是（ **B** ）。

- A.不同的列应有不同的列名
- B.不同的列应有不同的数据类型
- C.与行的次序无关
- D.与列的次序无关

2.3 关系的完整性

关系模型的完整性规则是对关系的某种**约束条件**。

□ 关系的三类完整性约束

■ 实体完整性

■ 参照完整性

■ 用户自定义完整性

关系模型必须满足的完整性约束条件，由关系系统自动支持。

体现具体领域中的语义约束，用户定义后由系统支持

1、实体完整性

□ 实体完整性规则：关系的主属性不能取空值。

主属性

违反实体完整性规则

学号	姓名	性别	生日	系	专业
199101	---	---	---	---	---
199102	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

主属性为空，空值是“不知道”或“不存在”

1、 实体完整性

□ 如果基本关系中的码包含多个属性，则**所有主属性都不能为空**。例如，在选课关系中：

学号	课程号	成绩
2016001	X929101	88
	B324455	90
2016002		85

主属性为空

主属性为空

违反实体完整性规则

2、参照完整性

- 关系模型中实体及联系都用关系来描述，这就存在**关系与关系间的引用**。当一个关系被更新时，为保持数据的一致性，也必须对相关的关系进行检查或更新。

学生 (学号, 姓名, 性别, 专业号, 年龄)

学号	姓名	性别	专业号	年龄
801	张三	女	01	19
802	李四	男	01	20
803	王五	男	01	19
804	赵六	女	02	20
805	钱七	男	02	19

参考

外码

专业 (专业号, 专业名)

专业号	专业名
01	信息
02	数学
03	计算机

主码

如何保证



2、参照完整性

外码：如果关系R中某属性集F是关系S的主码，则F是R的**外码**。R为**参照关系**，S为**被参照关系**或目标关系。

- S的主码和R的外码F须定义在**同一个(或一组)域**上。
- R和S可以是同一关系。

例：学生 (学号，姓名，性别，专业号，年龄)

课程 (课程号，课程名，学分)

选修 (学号，课程号，成绩)

外码

主码

外码

选修关系的主码



2、参照完整性

R与S可以是同一关系。 外码和主码可不同名。

例 学生关系及其内部的领导联系

学生 (学号, 姓名, 性别, 专业号, 年龄, 班长)

主码

定义外码的作用



外码

用学号表示
与主码不同名

学号	姓名	性别	专业号	年龄	班长
801	张三	女	01	19	802
802	李四	男	01	20	
803	王五	男	01	20	802

2、参照完整性

□ **参照完整性规则**：关系R的任何一个元组在外码F上的取值要么是**空值**，要么是被参照关系S中一个元组的**主码值**。

例：学生（学号，姓名，性别，**专业号**，年龄）

在学生关系中，外码“**专业号**”可以为空，也可以是专业关系中某个元组的专业号值。

例：选修（学号，课程号，成绩）

外码“学号”和“课程号”能否**取空值**？

学号和课程号是选课关系的**主属性**，**不能取空值**

3、用户自定义完整性

由用户根据系统的特殊要求，定义一些约束条件，来反映具体应用所涉及的数据和数据之间应满足的条件和要求。

例如：

学号	姓名	性别	年龄	籍贯	专业
201601891	---	---	---	---	电子信息
<u>2012010000</u>	---	---	---	---	电子信息
201603000	---	---	<u>500</u>	---	磁浮

2.4 关系代数

- 关系代数是一种抽象的查询语言，用对关系的运算来表达查询。
- 关系代数运算分为**传统的集合运算**和**专门的关系运算**，其运算对象和运算结果都是**关系**。

在传统的集合运算中，**并、差和交**运算都是建立在**相容关系（同目同域）**基础之上的。

2.4.1 传统的集合运算

1. 并运算 (Union) : $R \cup S$

其结果仍然为n目关系，由属于R或属于S的元组组成。

R

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3

S

A	B	C
d1	e1	f1
a3	b3	c3

$R \cup S$

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3
d1	e1	f1

并运算中，同一元组只能出现一次。

2.4.1 传统的集合运算

2.差运算 (Except) : R-S

其结果仍然为n目关系，由属于R但不属于S的元组组成

R

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3

S

A	B	C
a1	b1	c1
d1	e1	f1
a3	b3	c3

R-S

A	B	C
a2	b2	c2

S-R

A	B	C
d1	e1	f1

2.4.1 传统的集合运算

3.交运算 (Intersection) : $R \cap S$

其结果仍然为n目关系，由既属于R又属于S的元组组成

R

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3

S

A	B	C
a1	b1	c1
d1	e1	f1
a2	b2	c2

$R \cap S$

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2

关系的交可用差来表示：

$$R \cap S = R - (R - S)$$

4. 笛卡尔积

设关系R为n目关系，关系S为m目关系，关系R与关系S的广义笛卡尔积记为 $R \times S$ ，其结果为n+m目关系，关系中每个元组的前n列是关系R的一个元组，后m列是关系S的一个元组。若R有 k_1 个元组，S有 k_2 个元组，则R与S的广义笛卡尔积中共有 $k_1 \times k_2$ 个元组。

2.4.1 传统的集合运算

R

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2
a3	b3	c3

S

A	D
d1	e1
d2	e2

R X S

R.A	B	C	S.A	D
a1	b1	c1	d1	e1
a1	b1	c1	d2	e2
a2	b2	c2	d1	e1
a2	b2	c2	d2	e2
a3	b3	c3	d1	e1
a3	b3	c3	d2	e2

设R和S分别是r和s元关系，且R有n个元组，S有m个元组，
执行关系R和S的笛卡尔积，记为 $T=R \times S$ ，则 (B)

- A. T的元数是 $(r+s)$ ，且有 $(n+m)$ 个元组
- B. T的元数是 $(r+s)$ ，且有 $(n \times m)$ 个元组
- C. T的元数是 $(r \times s)$ ，且有 $(n+m)$ 个元组
- D. T的元数是 $(r \times s)$ ，且有 $(n \times m)$ 个元组

(一) 选择运算 (Selection)

从关系R中选择符合条件的元组构成新的关系。

记为 $\sigma_F(R)$

- F为逻辑表达式，给出选择条件，基本形式为 $X\theta Y$
- X, Y ：属性名；常量；简单函数
- θ ：比较运算符，例如， $>, \geq, <, \leq, =, <>$
- F可以是多条件，用逻辑运算符 \wedge, \vee, \neg 进行连接。

2.4.2 专门的关系运算

例 从关系Students中
查询所有的男同学。

Sno	Sname	Ssex	Sage	Class
S01	王建平	男	21	199901
S02	刘 华	女	19	199902
S03	范林军	女	18	200101
S04	李 伟	男	19	200101

$\sigma_{Ssex = '男'}(Students)$

查询结果为

Sno	Sname	Ssex	Sage	Class
S01	王建平	男	21	199901
S04	李伟	男	19	200101

例 从关系Students中查询年龄大于19岁的男同学。

$\sigma_{Ssex = '男' \wedge Sage > 19}(Students)$

(二) 投影运算 (Projection)

从关系R中选择若干个属性列构成新的关系。

记为 $\Pi_A(R)$

A为R中的属性列。

- 投影之后不仅取消了原关系中的某些列，而且还可能取消某些元组（去掉重复行）。

2.4.2 专门的关系运算

例 查询关系Sudents中
的Sname, Sage和Class

Sno	Sname	Ssex	Sage	Class
S01	王建平	男	21	199901
S02	刘 华	女	19	199902
S03	范林军	女	18	200101
S04	李 伟	男	19	200101

Π Sname, Sage, Class (Students)

查询结果为

Sname	Sage	Class
王建平	21	199901
刘 华	19	199902
范林军	18	200101
李 伟	19	200101

例 查询关系Sudents中男同学的Sname, Sage和Class。

Π Sname, Sage, Class ($\sigma_{Ssex = '男'}$ (Students))

2.4.2 专门的关系运算

例 求没有选修2号课程的学生学号。

SC(Sno,Cno,Grade)

Students(Sno,Sname,Ssex,Sage,Class)

Sno	Cno	Grade
200211	2	92
200212	3	88
200211	1	78

$$\Pi_{\text{Sno}}(\text{Students}) - \Pi_{\text{Sno}}(\sigma_{\text{Cno}=2}(\text{SC}))$$

$$\Pi_{\text{Sno}}(\text{SC}) - \Pi_{\text{Sno}}(\sigma_{\text{Cno}=2}(\text{SC}))$$

错误

$$\Pi_{\text{Sno}}(\text{SC} - (\sigma_{\text{Cno}=2}(\text{SC})))$$

错误

$$\Pi_{\text{Sno}}(\sigma_{\text{Cno} \neq 2}(\text{SC}))$$

错误

注意：对于否定的操作，一般要用差操作表示。