

# 数据库系统原理

## 第二章：关系模型

# 第2章: 关系模型

## ◆ 关系结构与约束

## ◆ 关系代数

- 基本关系代数运算
- 附加关系代数运算
- 扩展关系代数运算

- 关系数据库使用一个或多个表来存储数据。数学上把一系列域上的笛卡尔积的子集称为关系；而这里的表正好符合这个定义：每个表有多个行、每个行有多个列，每个行列单元都是不能再分的原子值；同一表中各行相异，不允许重复出现完全相同的行；同一表中行次序、列次序均无关紧要。考虑到表的实际应用，数据库中通常给每个列指定一个唯一的名字，也称作属性或字段，每个属性有一个允许值的集合，称为该属性的域或取值范围，即数据类型。

## ➤examinee表示例

eeid	eenname	eesex	eeage	dname
218811011013	刘诗诗	男	20	历史学院
218811011014	刘诗诗	男	21	历史学院
218811011219	王琳懿	女	18	文学院
218811011220	王琳懿	女	19	文学院
218811011221	刘慧杰	女	19	文学院
218811011117	刘慧杰	女	19	教育学部
218811011025	张立帆	男	20	心理学院
218811011027	张立帆	男	19	心理学院
218811011028	刘慧杰	男	20	心理学院

## ➤ examiner表示例

erid	ername	ersex	erage	dname
2009040	成志云	女	35	历史学院
1990122	戴小刚	男	53	教育学部
1998039	丁向军	女	42	文学院
2011049	郑博宇	男	32	物理系
2007033	李晓燕	女	38	心理学院
1995057	林永强	男	49	历史学院
2010022	姚翠红	女	36	物理系
2013069	王瑞芬	女	30	心理学院

## ➤ exampaper表示例

eid	ename	etype
0205000002	中国近现代史纲要	4
0210000001	大学外语	2
0201020001	计算机应用基础	4
0211000001	大学美育	3
0219001014	普通物理学	4
0110001001	教育学	1
0110001002	心理学	1

## ➤ department表示例

dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
文学院	主楼B7	58807998
物理系	物理楼	58808135
心理学院	后主楼B12	58807832

## ➤ erexam组卷表示例

erid	eid
1998039	0211000001
1990122	0110001001
2007033	0110001002
2010022	0219001014



## ➤ eeexam表示例

eeid	eid	achieve
218811011013	0205000002	92
218811011013	0201020001	88
218811011116	0210000001	90

- 约束
  - 对属性取值范围的限定
  - 对属性值之间相互关系的限定

超键：在给定关系模式中，能唯一标识出各个元组的属性集合，称这个属性集合为该关系模式的超键。

按照这个定义，超键的真子集也可能是超键。

候选键：在给定关系模式中，能够唯一标识出各个元组的属性集合，**并且不含多余属性**，称这个属性集合为该关系模式的候选键。

**主键：**一个关系中可能有多个候选键，通常指定其中一个，并且只能是一个，用来标识元组，该候选键称为主键。

**外键：** 如果关系表 $S_1$ 的一个属性子集 $A$ ，必须匹配另外一个关系表 $S_2$ 中出现的数值，则称 $A$ 是关系表 $S_1$ 的外键。其中， $S_1$ 称为引用关系， $S_2$ 称为被引用关系。外键的值，或与被引用关系中出现的数值对应，或为空值。

eeid	eename	eesex	eeage	dname
218811011013	刘诗诗	男	20	历史学院
218811011014	刘诗诗	男	21	历史学院
218811011219	王琳懿	女	18	文学院
218811011220	王琳懿	女	19	文学院
218811011221	刘慧杰	女	19	文学院
218811011117	刘慧杰	女	19	教育学部
218811011025	张立帆	男	20	心理学院
218811011027	张立帆	男	19	工程系
218811011028	刘慧杰	男	20	心理学院

dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
文学院	主楼B7	58807998
物理系	物理楼	58808135
心理学院	后主楼B12	58807832

# 第2章: 关系模型

## ◆ 关系结构与约束

## ◆ 关系代数

- 基本关系代数运算

- 附加关系代数运算

- 扩展关系代数运算



$\sigma_{\text{eesex}=\text{男}}(\text{examinee})$

eeid	eeename	eesex	eeage	dname
218811011013	刘诗诗	男	20	历史学院
218811011014	刘诗诗	男	21	历史学院
218811011025	张立帆	男	20	心理学院
218811011027	张立帆	男	19	心理学院
218811011028	刘慧杰	男	20	心理学院

$\Pi_{\text{eeid}, \text{ee name}}(\text{examinee})$

eeid	ee name	ee sex	ee age	dname
218811011013	刘诗诗	男	20	历史学院
218811011014	刘诗诗	男	21	历史学院
218811011219	王琳懿	女	18	文学院
218811011220	王琳懿	女	19	文学院
218811011221	刘慧杰	女	19	文学院
218811011117	刘慧杰	女	19	工程学部
218811011025	张立帆	男	20	心理学院
218811011027	张立帆	男	19	软件学院
218811011028	刘慧杰	男	20	心理学院

eeid	ee name
218811011013	刘诗诗
218811011014	刘诗诗
218811011219	王琳懿
218811011220	王琳懿
218811011221	刘慧杰
218811011117	刘慧杰
218811011025	张立帆
218811011027	张立帆
218811011028	刘慧杰

# 并运算

## ✓ 关系是相容的

- 两个关系必须是同元的，即它们所包含的属性个数必须相同
- 两个关系对应属性的域必须相同或相容

找出所有肯定有组卷考官或所有有考生报考的eid:

- 有组卷考官的试卷eid:  $\Pi_{\text{eid}}(\text{erexam})$
- 有考生报考的试卷eid:  $\Pi_{\text{eid}}(\text{eeexam})$
- 查询结果:  $\Pi_{\text{eid}}(\text{erexam}) \cup \Pi_{\text{eid}}(\text{eeexam})$

## 集合差运算

- ✓ 在一个关系中而不在另一个关系中
- 找出所有有考生报考但是还没有安排组卷考官的eid:

$$\Pi_{\text{eid}}(\text{eeexam}) - \Pi_{\text{eid}}(\text{erexam})$$

## 笛卡尔积运算

- ✓ 结果关系的模式是参与运算的两个关系的模式的串接
- ✓ 运算符左侧关系中的每一个元组与右侧关系的每一个元组拼接，形成结果关系中的一个元组

examinee		
eeid	eeName	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

department		
dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
心理学院	后主楼B12	58807832

examinee × department					
218811011013	刘诗诗	历史学院	教育学部	英东教育楼	58808855
218811011013	刘诗诗	历史学院	心理学院	后主楼B12	58807832
218811011219	王琳懿	心理学院	历史学院	主楼B2	58809289
218811011219	王琳懿	心理学院	教育学部	英东教育楼	58808855
218811011219	王琳懿	心理学院	心理学院	后主楼B12	58807832
218811011117	刘慧杰	教育学部	历史学院	主楼B2	58809289
218811011117	刘慧杰	教育学部	教育学部	英东教育楼	58808855
218811011117	刘慧杰	教育学部	心理学院	后主楼B12	58807832

## 更名

- ✓ 可对关系更名，或赋予关系代数运算结果一个名字：
  - 对给定的关系代数表达式E，表达式 $\rho_x(E)$ 返回表达式E的结果，并把名字x赋给了它。
- ✓ 假设关系代数表达式E是n元的，则表达式：

$$\rho_{x(A_1, A_2, \dots, A_n)}(E)$$

返回表达式E的结果，并赋给它名字x，同时将E的各属性更名为 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 。



- ✓ 关系运算的参数是一个关系
- ✓ 关系运算的结果是一个关系
- ✓ 关系运算可以组合

$\Pi_{\text{eename}}(\sigma_{\text{dname} = \text{“历史学院”}}(\text{examinee}))$

# 第2章: 关系模型

## ◆ 关系结构与约束

## ◆ 关系代数

- 关系基本关系代数运算

- 附加关系代数运算

- 扩展关系代数运算

## 附加运算

- 集合交
- 联接
- 赋值

## 集合交

- ✓ 集合交运算的结果是由那些同时在参与运算关系中存在的元组组成
- ✓ 集合交运算也必须在相容的关系间进行。

$$\Pi_{\text{eid}}(\text{erexam}) \cap \Pi_{\text{eid}}(\text{eeexam})$$

## 自然连接

- 首先计算笛卡尔积；
- 然后在笛卡尔积的结果上，基于两个关系模式中都出现的属性，即两个关系模式的所有同名属性进行属性值相等的选择运算；
- 最后去除重复列。

examinee

eeid	eeename	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

examinee ∞ department

eeid	eeename	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

dloca	dtele
主楼B2	58809289
后主楼B12	58807832
英东教育楼	58808855

department

dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
心理学院	后主楼B12	58807832

examinee $\infty$ eeexam

## 属性连接

- 首先计算笛卡尔积；
- 然后在笛卡尔积的结果上，基于两个关系模式中都出现的属性，即按指定同名属性进行属性值相等的选择运算；
- 最后去除重复列。



examinee		
eeid	eeename	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

examinee ∞ <sub>dname</sub> department		
eeid	eeename	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

dloca	dtele
主楼B2	58809289
后主楼B12	58807832
英东教育楼	58808855

department		
dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
心理学院	后主楼B12	58807832

Examinee ∞ eeexam

## 条件连接

- 首先计算笛卡尔积；
- 然后选取满足给定条件的元组。

examinee		
eeid	eeename	dname
218811011013	刘诗诗	历史学院
218811011219	王琳懿	心理学院
218811011117	刘慧杰	教育学部

examinee ∞ <sub>examinee.dname=department.dname</sub> department					
eeid	eeename	dname	dname	dloca	dtele
218811011013	刘诗诗	历史学院	历史学院	主楼B2	58809289
218811011219	王琳懿	心理学院	心理学院	后主楼B12	58807832
218811011117	刘慧杰	教育学部	教育学部	英东教育楼	58808855

department		
dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
心理学院	后主楼B12	58807832

examinee ∞ eeexam  
examinee.eeid=eeexam.eeid

# 赋值

$\text{eeexam} \leftarrow \text{eeexam} - \sigma_{\text{eid}=\text{"0205000002"}}(\text{eeexam})$

# 第2章: 关系模型

## ◆ 关系结构与约束

## ◆ 关系代数

- 基本关系代数运算
- 附加关系代数运算
- 扩展关系代数运算



- 广义投影
- 聚集
- 外连接

# 广义投影

- ✓ 允许在投影列表中使用算术表达式

$$\Pi_{F_1, F_2, \dots, F_n}(t)$$

$t$ 是任意关系代数表达式，而 $F_1, F_2, \dots, F_n$ 中的每一个都是涉及 $t$ 的属性的算术表达式，也可以仅仅是个属性或常量。

## 聚集函数

✓ sum、avg、count、max和min等

✓ 查询学校所有考官的平均年龄，关系代数表达式：

$$G_{avg(average)}(examiner)$$

## 分组聚集

- ✓ 对关系中的元组按某一条件进行分组，并对每个分组使用聚集函数
- ✓ 计算各院系考官的平均年龄

`lname Gavg(average)(examiner)`

## 外连接

- ✓ 首先计算内联接，然后加入
- ✓ 左侧关系、右侧关系、两侧关系中的悬浮元组
- ✓ 左外联接、右外联接、全外联接

examinee		
eeaname	dname	dloca
刘诗诗	历史学院	主楼B2
王晓晨	教育学部	英东教育楼
李沁沁	历史学院	主楼B2

examinee $\bowtie^R$ department			
eeaname	dname	dloca	dtele
刘诗诗	历史学院	主楼B2	58809289
王晓晨	教育学部	英东教育楼	58808855
李沁沁	历史学院	主楼B2	58809289
null	心理学院	后主楼B12	58807832

department		
dname	dloca	dtele
历史学院	主楼B2	58809289
教育学部	英东教育楼	58808855
心理学院	后主楼B12	58807832

examiner  $\infty^L$  erexam