

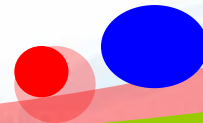
# 数据库原理与技术



## An Introduction to Database System

### 第二章 关系数据库(续)

安徽农业大学计算机与信息学院



## 第二章 关系数据库



**2.1 关系模型概述**

**2.2 关系数据结构**

**2.3 关系的完整性**

**2.4 关系代数**

**2.5 关系演算**

**2.6 小结**

## 2.4 关系代数



### ❖ 概述

### ❖ 传统的集合运算

### ❖ 专门的关系运算

# 概述

表2.4 关系代数运算符



运算符		含义	运算符		含义
集合运算符	$\cup$	并	比较运算符	$>$	大于
	$-$	差		$\geq$	大于等于
	$\cap$	交		$<$	小于
	$\times$	笛卡尔积		$\leq$	小于等于
				$=$	等于
				$<>$	不等于

# 概述(续)

表2.4 关系代数运算符（续）



运算符	含义		运算符	含义	
专门的关 系运算符	$\sigma$	选择	逻辑运算 符	$\neg$	非
	$\pi$	投影		$\wedge$	与
	$\bowtie$	连接		$\vee$	或
	$\div$	除			

## 2.4 关系代数



- ❖ 概述
- ❖ 传统的集合运算
- ❖ 专门的关系运算

# 1. 并 (Union)

## ❖ $R$ 和 $S$

- 具有相同的目 $n$  (即两个关系都有 $n$ 个属性)
- 相应的属性取自同一个域

## ❖ $R \cup S$

- 仍为 $n$ 目关系, 由属于 $R$ 或属于 $S$ 的元组组成

$$R \cup S = \{ t \mid t \in R \vee t \in S \}$$



# 并(续)



$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$S$

$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$R \cup S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$
$a_1$	$b_3$	$c_2$



## 2. 差 (Difference)

### ❖ $R$ 和 $S$

- 具有相同的目 $n$
- 相应的属性取自同一个域

### ❖ $R - S$

- 仍为 $n$ 目关系，由属于 $R$ 而不属于 $S$ 的所有元组组成

$$R - S = \{ t \mid t \in R \wedge t \notin S \}$$



# 差(续)



$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$R-S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$

### 3. 交 (Intersection)



#### ❖ $R$ 和 $S$

- 具有相同的目 $n$
- 相应的属性取自同一个域

#### ❖ $R \cap S$

- 仍为 $n$ 目关系，由既属于 $R$ 又属于 $S$ 的元组组成

$$R \cap S = \{ t | t \in R \wedge t \in S \}$$

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

# 交 (续)



$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$R \cap S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

## 4. 笛卡尔积 (Cartesian Product)



- ❖ 严格地讲应该是广义的笛卡尔积 (Extended Cartesian Product)
- ❖  $R$ :  $n$ 目关系,  $k_1$ 个元组
- ❖  $S$ :  $m$ 目关系,  $k_2$ 个元组
- ❖  $R \times S$ 
  - 列: ( $n+m$ ) 列元组的集合
    - 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
  - 行:  $k_1 \times k_2$ 个元组
    - $R \times S = \{t_r \ t_s \mid t_r \in R \wedge t_s \in S\}$

# 笛卡尔积(续)

$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$S$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$

$R \times S$					
$R.A$	$R.B$	$R.C$	$S.A$	$S.B$	$S.C$
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_2$	$b_2$	$c_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$	$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_1$	$b_2$	$c_2$	$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_1$	$b_2$	$c_2$	$a_2$	$b_2$	$c_1$
$a_2$	$b_2$	$c_1$	$a_1$	$b_2$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$	$a_1$	$b_3$	$c_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$	$a_2$	$b_2$	$c_1$

## 2.4 关系代数



- ❖ 概述
- ❖ 传统的集合运算
- ❖ 专门的关系运算

## 2.4.2 专门的关系运算



先引入几个记号

(1)  $R$ ,  $t \in R$ ,  $t[A_i]$

设关系模式为  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

它的一个关系设为  $R$

$t \in R$  表示  $t$  是  $R$  的一个元组

$t[A_i]$  则表示元组  $t$  中相应于属性  $A_i$  的一个分量



## 专门的关系运算(续)



(2)  $A$ ,  $t[A]$ ,  $A$

若  $A = \{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\}$ , 其中  $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}$  是  $A_1, A_2, \dots, A_n$  中的一部分, 则  $A$  称为属性列或属性组。

$t[A] = (t[A_{i1}], t[A_{i2}], \dots, t[A_{ik}])$  表示元组  $t$  在属性列  $A$  上诸分量的集合。

$A$  则表示  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  中去掉  $\{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\}$  后剩余的属性组。

## 专门的关系运算(续)



(3)  $\widehat{t_r t_s}$

$R$ 为 $n$ 目关系， $S$ 为 $m$ 目关系。

$t_r \in R$ ,  $t_s \in S$ ,  $\widehat{t_r t_s}$ 称为元组的连接。

$\widehat{t_r t_s}$ 是一个 $n + m$ 列的元组，前 $n$ 个分量为 $R$ 中的一个 $n$ 元组，后 $m$ 个分量为 $S$ 中的一个 $m$ 元组。

## 专门的关系运算(续)



### (4) 象集 $Z_x$

给定一个关系 $R(X, Z)$ ， $X$ 和 $Z$ 为属性组。

当 $t[X]=x$ 时， $x$ 在 $R$ 中的象集 (Images Set) 为：

$$Z_x = \{t[Z] | t \in R, t[X]=x\}$$

它表示 $R$ 中属性组 $X$ 上值为 $x$ 的诸元组在 $Z$ 上分量的集合

# 专门的关系运算(续)

$R$

$x_1$	$Z_1$
$x_1$	$Z_2$
$x_1$	$Z_3$
$x_2$	$Z_2$
$x_2$	$Z_3$
$x_3$	$Z_1$
$x_3$	$Z_3$

象集举例

❖  $x_1$ 在 $R$ 中的象集

$$Z_{x_1} = \{Z_1, Z_2, Z_3\},$$

❖  $x_2$ 在 $R$ 中的象集

$$Z_{x_2} = \{Z_2, Z_3\},$$

❖  $x_3$ 在 $R$ 中的象集

$$Z_{x_3} = \{Z_1, Z_3\}$$



# 专门的关系运算(续)

❖ 选择

❖ 投影

❖ 连接

❖ 除



# 专门的关系运算(续)

## 4) 学生-课程数据库:

学生关系Student、课程关系Course和选修关系SC



### Student

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
200215121	李勇	男	20	CS
200215122	刘晨	女	19	IS
200215123	王敏	女	18	MA
200215125	张立	男	19	IS

(a)

# 专门的关系运算(续)

Course



课程号 Cno	课程名 Cname	先行课 Cpno	学分 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

(b)

数据库原理与技术

# 专门的关系运算(续)

SC



学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
200215121	1	92
200215121	2	85
200215121	3	88
200215122	2	90
200215122	3	80

(c)



# 1. 选择 (Selection)



❖ 1) 选择又称为限制 (Restriction)

❖ 2) 选择运算符的含义

- 在关系  $R$  中选择满足给定条件的诸元组

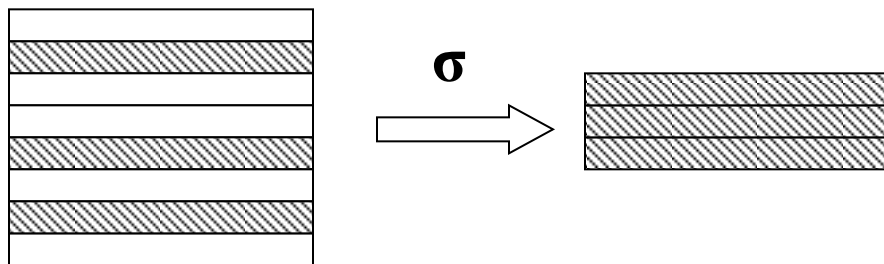
$$\sigma_F(R) = \{t | t \in R \wedge F(t) = \text{'真'}\}$$

- $F$ : 选择条件, 是一个逻辑表达式, 基本形式为:  
:

$$X_1 \theta Y_1$$

## 选择（续）

- ❖ 3) 选择运算是从关系 $R$ 中选取使逻辑表达式 $F$ 为真的元组，是从行的角度进行的运算



# 选择（续）

[例1] 查询信息系（IS系）全体学生

$\sigma_{\text{Sdept} = \text{'IS'}} (\text{Student})$

或  $\sigma_5 = \text{'IS'} (\text{Student})$



结果：

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
200215122	刘晨	女	19	IS
200215125	张立	男	19	IS

## 选择（续）



[例2] 查询年龄小于20岁的学生

$\sigma_{\text{Sage} < 20}(\text{Student})$

或  $\sigma_{4 < 20}(\text{Student})$

结果:

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
200215122	刘晨	女	19	IS
200215123	王敏	女	18	MA
200215125	张立	男	19	IS

## 2. 投影 (Projection)

### ❖ 1) 投影运算符的含义

- 从 $R$ 中选出若干属性列组成新的关系

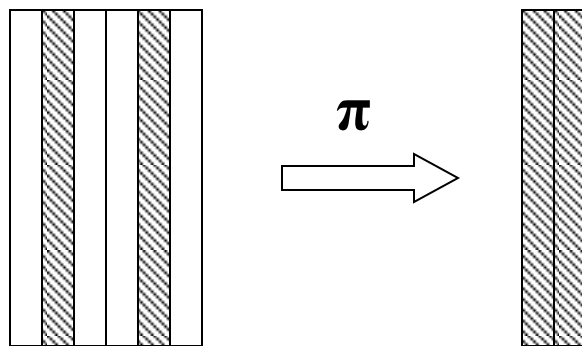
$$\pi_A(R) = \{ t[A] \mid t \in R \}$$

$A$ :  $R$ 中的属性列



## 2. 投影 (Projection)

❖ 2) 投影操作主要是从列的角度进行运算



- 但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（避免重复行）



# 投影（续）

❖ [例3] 查询学生的姓名和所在系

即求Student关系上学生姓名和所在系两个属性上的投影

$\pi_{\text{Sname}, \text{Sdept}}(\text{Student})$

或  $\pi_{2, 5}(\text{Student})$

结果：



# 投影（续）



Sname	Sdept
李勇	CS
刘晨	IS
王敏	MA
张立	IS



# 投影（续）

[例4] 查询学生关系Student中都有哪些系

$\pi_{\text{Sdept}}(\text{Student})$

结果：

Sdept
CS
IS
MA



### 3. 连接 (Join)



❖ 1) 连接也称为 $\theta$ 连接

❖ 2) 连接运算的含义

从两个关系的笛卡尔积中选取属性间满足一定条件的元组

$$R \bowtie_{A\theta B} S = \{ t_r t_s \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] \theta t_s[B] \}$$

➤  $A$ 和 $B$ : 分别为 $R$ 和 $S$ 上度数相等且可比的属性组

➤  $\theta$ : 比较运算符

- 连接运算从 $R$ 和 $S$ 的广义笛卡尔积 $R \times S$ 中选取 ( $R$ 关系) 在 $A$ 属性组上的值与 ( $S$ 关系) 在 $B$ 属性组上值满足比较关系 $\theta$ 的元组

# 连接(续)



## ❖ 3) 两类常用连接运算

### ■ 等值连接 (equijoin)

➤ 什么是等值连接

$\theta$  为 “=” 的连接运算称为等值连接

➤ 等值连接的含义

从关系  $R$  与  $S$  的广义笛卡尔积中选取  $A$ 、 $B$  属性值相等的那些元组，即等值连接为：

$$R \bowtie_{A=B} S = \{ \widehat{t_r t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] = t_s[B] \}$$

# 连接(续)



## ■ 自然连接 (Natural join)

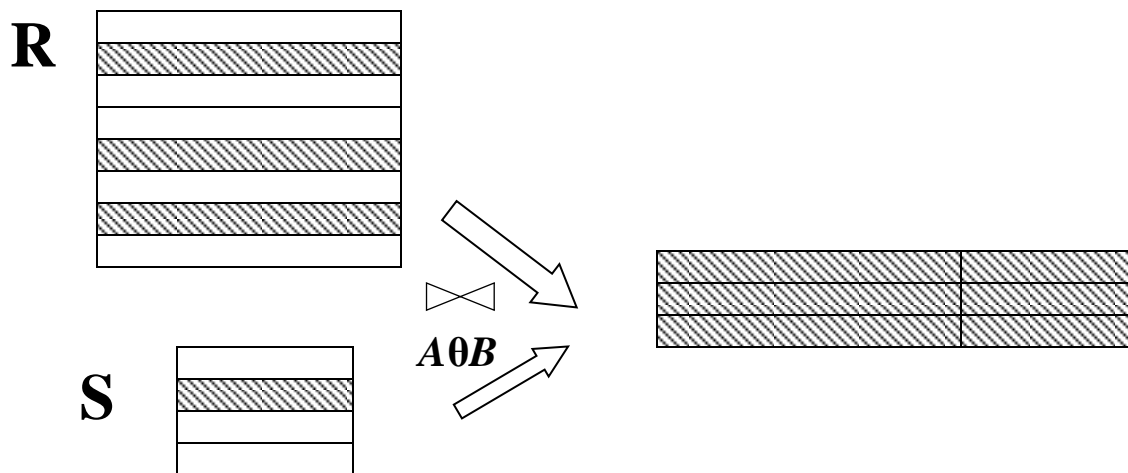
- 自然连接是一种特殊的等值连接
  - 两个关系中进行比较的分量必须是相同的属性组
  - 在结果中把重复的属性列去掉
- 自然连接的含义

$R$ 和 $S$ 具有相同的属性组 $B$

$$R \bowtie S = \{ \overset{t_r}{t_r} \overset{t_s}{t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[B] = t_s[B] \}$$

## 连接(续)

❖ 4) 一般的连接操作是从行的角度进行运算。



自然连接还需要取消重复列，所以是同时从行和列的角度进行运算。

# 连接(续)

❖ [例5]关系 $R$ 和关系 $S$  如下所示:



$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	5
$a_1$	$b_2$	6
$a_2$	$b_3$	8
$a_2$	$b_4$	12

$S$	
$B$	$E$
$b_1$	3
$b_2$	7
$b_3$	10
$b_3$	2
$b_5$	2

# 连接(续)

一般连接  $R \bowtie_{C < E} S$  的结果如下:



$R \bowtie_{C < E} S$				
$A$	$R.B$	$C$	$S.B$	$E$
$a_1$	$b_1$	5	$b_2$	7
$a_1$	$b_1$	5	$b_3$	10
$a_1$	$b_2$	6	$b_2$	7
$a_1$	$b_2$	6	$b_3$	10
$a_2$	$b_3$	8	$b_3$	10

## 连接(续)



等值连接  $R \bowtie_{R.B=S.B} S$  的结果如下:

$A$	$R.B$	$C$	$S.B$	$E$
$a_1$	$b_1$	5	$b_1$	3
$a_1$	$b_2$	6	$b_2$	7
$a_2$	$b_3$	8	$b_3$	10
$a_2$	$b_3$	8	$b_3$	2



## 连接(续)

自然连接  $R \bowtie S$  的结果如下:



$A$	$B$	$C$	$E$
$a_1$	$b_1$	5	3
$a_1$	$b_2$	6	7
$a_2$	$b_3$	8	10
$a_2$	$b_3$	8	2

# 连接(续)



## ❖ 外连接

- 如果把舍弃的元组也保存在结果关系中，而在其他属性上填空值(Null)，这种连接就叫做外连接（**OUTER JOIN**）。

## ❖ 左外连接

- 如果只把左边关系 $R$ 中要舍弃的元组保留就叫做左外连接(**LEFT OUTER JOIN**或**LEFT JOIN**)

## ❖ 右外连接

- 如果只把右边关系 $S$ 中要舍弃的元组保留就叫做右外连接(**RIGHT OUTER JOIN**或**RIGHT JOIN**)。

## 连接(续)

下图是例5中关系 $R$ 和关系 $S$ 的外连接



$A$	$B$	$C$	$E$
$a_1$	$b_1$	5	3
$a_1$	$b_2$	6	7
$a_2$	$b_3$	8	10
$a_2$	$b_3$	8	2
$a_2$	$b_4$	12	NULL
NULL	$b_5$	NULL	2

(a) 外连接

## 连接(续)

图(b)是例5中关系*R*和关系*S*的左外连接,图(c)是右外连接



<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>E</i>
<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>1</sub>	5	3
<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	6	7
<i>a</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	8	10
<i>a</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	8	2
<i>a</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>4</sub>	12	NULL

(b) 左外连接

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>E</i>
<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>1</sub>	5	3
<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	6	7
<i>a</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	8	10
<i>a</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	8	2
NULL	<i>b</i> <sub>5</sub>	NULL	2

(c) 右外连接

## 4. 除 (Division)



给定关系  $R(X, Y)$  和  $S(Y, Z)$ , 其中  $X, Y, Z$  为属性组。

$R$  中的  $Y$  与  $S$  中的  $Y$  可以有不同的属性名, 但必须出自相同的域集。

$R$  与  $S$  的除运算得到一个新的关系  $P(X)$ ,

$P$  是  $R$  中满足下列条件的元组在  $X$  属性列上的投影:

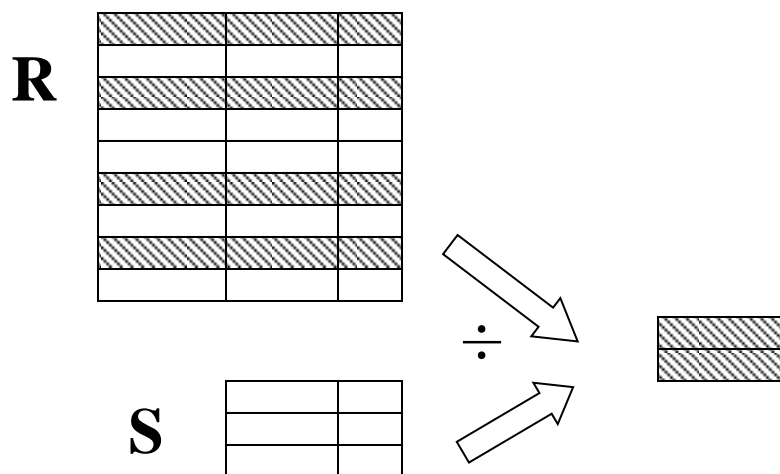
元组在  $X$  上分量值  $x$  的象集  $Y_x$  包含  $S$  在  $Y$  上投影的集合, 记作:

$$R \div S = \{ t_r[X] \mid t_r \in R \wedge \pi_Y(S) \subseteq Y_x \}$$

$$Y_x: x \text{ 在 } R \text{ 中的象集, } x = t_r[X]$$

# 除(续)

❖ 2) 除操作是同时从行和列角度进行运算



# 除(续)

[例6] 设关系  $R$ 、 $S$  分别为下图的(a)和(b)， $R \div S$  的结果为图(c)



$R$		
$A$	$B$	$C$
$a_1$	$b_1$	$c_2$
$a_2$	$b_3$	$c_7$
$a_3$	$b_4$	$c_6$
$a_1$	$b_2$	$c_3$
$a_4$	$b_6$	$c_6$
$a_2$	$b_2$	$c_3$
$a_1$	$b_2$	$c_1$

(a)

$S$		
$B$	$C$	$D$
$b_1$	$c_2$	$d_1$
$b_2$	$c_1$	$d_1$
$b_2$	$c_3$	$d_2$

(b)

$R \div S$
$A$
$a_1$

(c)

# 分析

❖ 在关系R中，A可以取四个值{a1, a2, a3, a4}

$a_1$ 的象集为  $\{(b_1, c_2), (b_2, c_3), (b_2, c_1)\}$

$a_2$ 的象集为  $\{(b_3, c_7), (b_2, c_3)\}$

$a_3$ 的象集为  $\{(b_4, c_6)\}$

$a_4$ 的象集为  $\{(b_6, c_6)\}$

❖ S在(B, C)上的投影为

$\{(b1, c2), (b2, c1), (b2, c3)\}$

❖ 只有 $a_1$ 的象集包含了S在(B, C)属性组上的投影

所以  $R \div S = \{a_1\}$





## 5. 综合举例



以学生-课程数据库为例 (P56)

[例7] 查询至少选修1号课程和3号课程的学生号码

首先建立一个临时关系  $K$ :

Cno
1
3

然后求:  $\Pi_{\text{Sno,Cno}}(\text{SC}) \div K$

# 综合举例(续)

❖ 例 7续  $\pi_{Sno,Cno}(SC)$

200215121象集{1, 2, 3}

200215122象集{2, 3}

$K=\{1, 3\}$

于是:

$\pi_{Sno,Cno}(SC) \div K = \{200215121\}$

Sno	Cno
200215121	1
200215121	2
200215121	3
200215122	2
200215122	3

## 综合举例(续)



[例 8] 查询选修了2号课程的学生们的学号。

$$\pi_{Sno} (\sigma_{Cno='2'} (SC)) \\ = \{ 200215121, 200215122 \}$$

# 综合举例(续)



[例9] 查询至少选修了一门其直接先行课为5号课程的学生姓名

$\pi_{\text{Sname}}(\sigma_{\text{Cpno}='5'}(\text{Course} \bowtie \text{SC} \bowtie \text{Student}))$

或

$\pi_{\text{Sname}}(\sigma_{\text{Cpno}='5'}(\text{Course})) \bowtie \text{SC} \bowtie \pi_{\text{Sno}, \text{Sname}}(\text{Student})$

或

$\pi_{\text{Sname}}(\pi_{\text{Sno}}(\sigma_{\text{Cpno}='5'}(\text{Course} \bowtie \text{SC}))) \bowtie \pi_{\text{Sno}, \text{Sname}}(\text{Student})$

## 综合举例(续)

[例10] 查询选修了全部课程的学生号码和姓名。



$\pi_{Sno, Cno} (SC) \div \pi_{Cno} (Course) \bowtie \pi_{Sno, Sname} (Student)$

# 小结

## ❖ 关系代数运算

- 关系代数运算

并、差、交、笛卡尔积、投影、选择、连接、除

- 基本运算

并、差、笛卡尔积、投影、选择

- 交、连接、除

可以用**5**种基本运算来表达

引进它们并不增加语言的能力，但可以简化表达



# 小结(续)



## ❖ 关系代数表达式

- 关系代数运算经有限次复合后形成的式子

## ❖ 典型关系代数语言

- ISBL (Information System Base Language)
  - 由IBM United Kingdom研究中心研制
  - 用于PRTV (Peterlee Relational Test Vehicle) 实验系统



## 第二章 关系数据库



**2.1 关系模型概述**

**2.2 关系数据结构**

**2.3 关系的完整性**

**2.4 关系代数**

**2.5 关系演算**

**2.6 小结**



## 2.5 关系演算

### ❖ 关系演算

以数理逻辑中的谓词演算为基础

### ❖ 按谓词变元不同 进行分类

#### 1.元组关系演算：

以元组变量作为谓词变元的基本对象

元组关系演算语言ALPHA

#### 2.域关系演算：

以域变量作为谓词变元的基本对象

域关系演算语言QBE



## 2.5.1 元组关系演算语言ALPHA



❖ 由E.F.Codd提出

INGRES所用的QUEL语言是参照ALPHA语言研制的

❖ 语句

检索语句

■ GET

更新语句

■ PUT, HOLD, UPDATE, DELETE, DROP

# 一、检索操作

❖ 语句格式:

GET 工作空间名 [(定额)] (表达式1)

[ : 操作条件 ] [DOWN/UP 表达式2]

定额: 规定检索的元组个数

- 格式: 数字

表达式1: 指定语句的操作对象

- 格式:

关系名| 关系名. 属性名| 元组变量. 属性名| 集函数 [ , ... ]

操作条件: 将操作结果限定在满足条件的元组中

- 格式: 逻辑表达式

表达式2: 指定排序方式

- 格式: 关系名. 属性名| 元组变量. 属性名[ , ... ]



# 一、检索操作



## (1) 简单检索

GET 工作空间名 (表达式1)

[例1] 查询所有被选修的课程号码。

GET W (SC.Cno)

[例2] 查询所有学生的数据。

GET W (Student)

## (2) 限定的检索

格式

GET 工作空间名 (表达式1) : 操作条件

[例3]查询信息系(IS)中年龄小于20岁的学生的学号和年龄

GET W (Student.Sno, Student.Sage):

Student.Sdept='IS'  $\wedge$  Student.Sage<20



### (3) 带排序的检索

格式

GET 工作空间名 (表达式1) [: 操作条件]  
DOWN/UP 表达式2



[例4]查询计算机科学系(CS)学生的学号、年龄，结果按年龄降序排序

GET W (Student.Sno, Student.Sage):  
Student.Sdept='CS' DOWN Student.Sage

## (4) 带定额的检索



格式

GET 工作空间名 (定额) (表达式1)  
[: 操作条件] [**DOWN/UP** 表达式2]

[例5] 取出一个信息系学生的学号。

GET W (**1**) (Student.Sno):  
Student.Sdept='IS'

[例6] 查询信息系年龄最大的三个学生的学号及其年龄，结果按年龄降序排序。

GET W (**3**) (Student.Sno, Student.Sage):  
Student.Sdept='IS' DOWN Student.Sage

## (5) 用元组变量的检索



### ❖ 元组变量的含义

- 表示可以在某一关系范围内变化（也称为范围变量 Range Variable）

### ❖ 元组变量的用途

- ① 简化关系名：设一个较短名字的元组变量来代替较长的关系名。
- ② 操作条件中使用量词时必须用元组变量。

### ❖ 定义元组变量

- 格式：RANGE 关系名 变量名
- 一个关系可以设多个元组变量



## (6) 用存在量词的检索

❖ 操作条件中使用量词时必须用元组变量

[例8] 查询选修2号课程的学生名字。

RANGE SC X

GET W (Student.Sname):

$\exists X(X.Sno=Student.Sno \wedge X.Cno='2')$

[例9] 查询选修了这样课程的学生学号，其直接先行课是6号课程。

RANGE Course CX

GET W (SC.Sno):

$\exists CX(CX.Cno=SC.Cno \wedge CX.Pcno='6')$



# 用存在量词的检索(续)



[例10]查询至少选修一门其先行课为6号课程的学生名字

RANGE Course CX

SC SCX

GET W (Student.Sname):  $\exists$ SCX (SCX.Sno=Student.Sno  $\wedge$   
 $\exists$ CX (CX.Cno=SCX.Cno  $\wedge$  CX.Pcno='6'))

前束范式形式:

GET W (Student.Sname):

$\exists$ SCX $\exists$ CX (SCX.Sno=Student.Sno  $\wedge$   
CX.Cno=SCX.Cno  $\wedge$  CX.Pcno='6')

## (7) 带有多个关系的表达式的检索

[例11] 查询成绩为90分以上的学生名字与课程名字。



RANGE SC SCX

GET W(Student.Sname, Course.Cname):

$\exists \text{SCX} (\text{SCX.Grade} \geq 90 \wedge$

$\text{SCX.Sno} = \text{Student.Sno} \wedge$

$\text{Course.Cno} = \text{SCX.Cno})$

## (8) 用全称量词的检索



[例12] 查询不选1号课程的学生名字

RANGE SC SCX

GET W (Student.Sname):

$\forall$  SCX (SCX.Sno $\neq$ Student.Sno  $\vee$  SCX.Cno $\neq$ '1')

用存在量词表示:

RANGE SC SCX

GET W (Student.Sname):

$\neg \exists$  SCX (SCX.Sno=Student.Sno  $\wedge$  SCX.Cno='1')

## (9) 用两种量词的检索

[例13] 查询选修了全部课程的学生姓名。

RANGE Course CX

SC SCX

$\forall$  GET W (Student.Sname):

$CX \exists SCX (SCX.Sno=Student.Sno \wedge$   
 $SCX.Cno=CX.Cno)$



## (10) 用蕴函 (Implication) 的检索

[例14] 查询最少选修了200215122学生所选课程的学生学号



RANGE Couse CX

SC SCX

SC SCY

GET W (Student.Sno):  $\forall$  CX( $\exists$ SCX

(SCX.Sno='200215122'  $\wedge$  SCX.Cno=CX.Cno)

$\Rightarrow \exists$ SCY(SCY.Sno=Student.Sno  $\wedge$   
SCY.Cno= CX.Cno))

## (11) 聚集函数

常用聚集函数 (Aggregation function) 或内部函数 (Built-in function)



函数名	功能
COUNT	对元组计数
TOTAL	求总和
MAX	求最大值
MIN	求最小值
AVG	求平均值

关系演算中的聚集函数

## 聚集函数(续)



[例15] 查询学生所在系的数目。

```
GET W ( COUNT(Student.Sdept) )
```

COUNT函数在计数时会自动排除重复值。

[例16] 查询信息系学生的平均年龄

```
GET W (AVG(Student.Sage):
```

```
Student.Sdept='IS' )
```



## 二、更新操作



(1) 修改操作

(2) 插入操作

(3) 删除操作

# (1) 修改操作步骤

- ① 用HOLD语句将要修改的元组从数据库中读到工作空间中



**HOLD** 工作空间名 (表达式1) [: 操作条件]

HOLD语句是带上并发控制的GET语句

- ② 用宿主语言修改工作空间中元组的属性
- ③ 用UPDATE语句将修改后的元组送回数据库中

**UPDATE** 工作空间名

# 修改操作(续)



[例17] 把200215121学生从计算机科学系转到信息系。

HOLD W (Student.Sno, Student.Sdept):

Student.Sno='200215121'

(从Student关系中读出95007学生的数据)

MOVE 'IS' TO W.Sdept

(用宿主语言进行修改)

UPDATE W

(把修改后的元组送回Student关系)

## (2) 插入操作

### 步骤

- ① 用宿主语言在工作空间中建立新元组
- ② 用**PUT**语句把该元组存入指定关系中

**PUT** 工作空间名 (关系名)

PUT语句只对一个关系操作，关系演算中的聚集函数



## 插入操作(续)

[例18] 学校新开设了一门2学分的课程“计算机组织与结构”，其课程号为8，直接先行课为6号课程。插入该课程元组

```
MOVE '8' TO W.Cno
```

```
MOVE '计算机组织与结构' TO W.Cname
```

```
MOVE '6' TO W.Cpno
```

```
MOVE '2' TO W.Ccredit
```

```
PUT W (Course)
```

## (3) 删除操作

### 步骤



- ① 用**HOLD**语句把要删除的元组从数据库中读到工作空间中
- ② 用**DELETE**语句删除该元组

**DELETE** 工作空间名

# 删除操作(续)



[例19] 200215125学生因故退学，删除该学生元组

HOLD W (Student): Student.Sno='200215125'

DELETE W

## 删除操作(续)

[例20] 将学号200215121改为200215126



HOLD W (Student): Student.Sno='200215121'

DELETE W

MOVE '200215126' TO W.Sno

MOVE '李勇' TO W.Sname

MOVE '男' TO W.Ssex

MOVE '20' TO W.Sage

MOVE 'CS' TO W.Sdept

PUT W (Student)



# 删除操作(续)

[例21] 删除全部学生

HOLD W (Student)

DELETE W

为保证参照完整性，删除Student中元组时相应地要删除SC中的元组

HOLD W (SC)

DELETE W



# 小结：元组关系演算语言ALPHA



## ❖ 检索操作 GET

GET 工作空间名 [ (定额) ] (表达式1)  
[ : 操作条件 ] [DOWN/UP 表达式2]

## ❖ 插入操作

- 建立新元组--PUT

## ❖ 修改操作

- HOLD--修改--UPDATE

## ❖ 删除操作

- HOLD--DELETE



## 2.5 关系演算



### ❖ 2.5.1 元组关系演算语言ALPHA

### ❖ 2.5.2 域关系演算语言QBE

## 2.5.2 域关系演算语言QBE



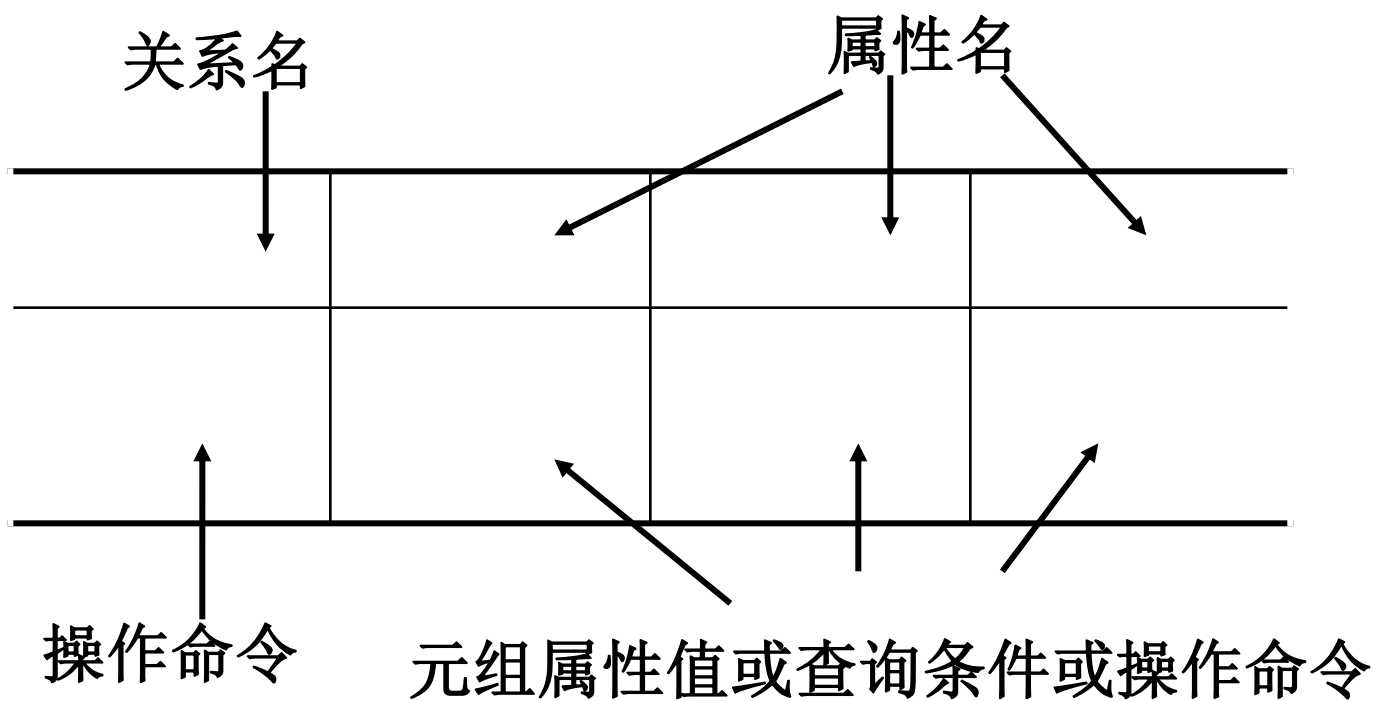
### ❖ 一种典型的域关系演算语言

- 由M.M.Zloof提出
- 以元组变量的分量即域变量作为谓词变元的基本对象

### ❖ QBE: Query By Example

- 基于屏幕表格的查询语言
- 查询要求：以填写表格的方式构造查询
- 用示例元素(域变量)来表示查询结果可能的情况
- 查询结果：以表格形式显示

# QBE操作框架



# 一、检索操作

## 1. 简单查询

[例1]求信息系全体学生的姓名

操作步骤为：

- (1) 用户提出要求；
- (2) 屏幕显示空白表格；




## 简单查询（续）

(3) 用户在最左边一栏输入要查询的关系名**Student**;



Student					

(4) 系统显示该关系的属性名

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept

# 简单查询（续）



(5) 用户在上面构造查询要求

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		P.李勇			IS

■ 李勇是示例元素，即域变量

(6) 屏幕显示查询结果

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		李勇 张立			IS



# 构造查询的几个要素



❖ **示例元素** 即域变量 一定要加下划线

示例元素是这个域中可能的一个值，它不必是查询结果中的元素

❖ **打印操作符P.** 实际上是显示

❖ **查询条件**

可使用比较运算符 $>$ ， $\geq$ ， $<$ ， $\leq$ ， $=$ 和 $\neq$

其中 $=$ 可以省略

# 简单查询（续）



[例2] 查询全体学生的全部数据

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	P. <u>200215121</u>	P. <u>李勇</u>	P. <u>男</u>	P. <u>20</u>	P. <u>CS</u>

## 简单查询（续）

显示全部数据也可以简单地把P.操作符作用在关系名上。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
P.					

## 2. 条件查询

[例3] 求年龄大于19岁的学生的学号



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u>			>19	

# 条件查询（与条件）

[例4] 求计算机科学系年龄大于19岁的学生的学号



。

方法(1): 把两个条件写在同一行上

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u>			>19	CS

# 条件查询（与条件）

方法(2): 把两个条件写在不同行上, 但使用相同的示例元素值



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u> <u>P.200215121</u>			>19	CS

# 条件查询（与条件）

[例5] 查询既选修了1号课程又选修了2号课程的学生学号。

Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>P.200215121</u>	1	
	<u>P.200215121</u>	2	

# 条件查询（或条件）

[例6]查询计算机科学系或者年龄大于19岁的学生的学号。



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u> <u>P.200215122</u>			>19	CS



# 条件查询（多表连接）

[例7] 查询选修1号课程的学生姓名。



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>200215121</u>	P.李勇			

Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>200215121</u>	1	

注意：示例元素Sno是连接属性，其值在两个表中要相同。

# 条件查询（非条件）

[例8] 查询未选修1号课程的学生姓名



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>200215121</u>	P.李勇			
Sc	Sno	Cno	Grade		
—	<u>200215121</u>	1			

思路：显示学号为200215121的学生名字，而该学生选修1号课程的情况为假

## 条件查询（续）

[例9] 查询有两个人以上选修的课程号。



Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>200215121</u>	P. <u>1</u>	
	¬ <u>200215121</u>	<u>1</u>	

思路：查询这样的课程1，它不仅被200215121选修而且也被另一个学生（¬200215121）选修了

### 3. 聚集函数

常用聚集函数：

函数名	功能
CNT	对元组计数
SUM	求总和
AVG	求平均值
MAX	求最大值
MIN	求最小值

OBE中的聚集函数



## 聚集函数（续）

[例10] 查询信息系学生的平均年龄。



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
				P.AVG.ALL	IS

## 4.对查询结果排序



### ❖ 升序排序:

- 对查询结果按某个属性值的升序排序，只需在相应列中填入“**AO.**”

### ❖ 降序排序:

- 按降序排序则填“**DO.**”

### ❖ 多列排序:

- 如果按多列排序，用“**AO(i).**”或“**DO(i).**”表示，其中i为排序的优先级，i值越小，优先级越高

## 对查询结果排序（续）

[例11] 查全体男生的姓名，要求查询结果按所在系升序排序，对相同系的学生按年龄降序排序。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		P. <u>李勇</u>	男	DO (2) .	AO (1) .

## 二、更新操作



### 1.修改操作

[例12] 把200215121学生的年龄改为18岁。

方法(1)：将操作符“U.”放在值上

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	200215121			U.18	



# 修改操作(续)

方法(2): 将操作符 “U.”放在关系上



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	200215121			18	

~~码200215121~~表明要修改的元组。

“U.”表明所在的行是修改后的新值。

由于主码是不能修改的，所以系统不会混淆要修改的属性。

# 修改操作(续)



[例13] 把200215121学生的年龄增加1岁

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	200215121			<u>17</u>	
	200215121			<u>17</u> +1	
操作涉及表达式，必须将操作符“U.”放在关系上					

## 修改操作(续)

[例14] 将计算机系所有学生的年龄都增加1岁



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	<u>200215122</u>			<u>18</u>	CS
	<u>200215122</u>			<u>18+1</u>	

## 2.插入操作

[例15] 把信息系女生200215701，姓名张三，年龄17岁存入数据库中。



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
I.	200215701	张三	女	17	IS

### 3. 删除操作

[例17] 删除学生200215089



Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
D.	200215089				

~~为保证参照完整性，删除200215089学生前，先删除200215089学生选修的全部课程~~

Sc	Sno	Cno	Grade
D.	200215089		



# 第二章 关系数据库



**2.1 关系模型概述**

**2.2 关系数据结构**

**2.3 关系的完整性**

**2.4 关系代数**

**2.5 关系演算**

**2.6 小结**

## 2.6 小结

- ❖ 关系数据库系统是目前使用最广泛的数据库系统
- ❖ 关系数据库系统与非关系数据库系统的区别：
  - 关系系统只有“表”这一种数据结构；
  - 非关系数据库系统还有其他数据结构，以及对这些数据结构的操作



# 小结（续）



## ❖ 关系数据结构

- 关系
  - 域
  - 笛卡尔积
  - 关系
    - 关系，属性，元组
    - 候选码，主码，主属性
    - 基本关系的性质
- 关系模式
- 关系数据库



# 小结（续）

## ❖ 关系操作

### ■ 查询

➤ 选择、投影、连接、除、并、交、差

### ■ 数据更新

➤ 插入、删除、修改



# 小结（续）



## ❖ 关系的完整性约束

- 实体完整性
- 参照完整性
  - 外码
- 用户定义的完整性

# 小结（续）

## ❖ 关系数据语言

- 关系代数语言
- 关系演算语言
  - 元组关系演算语言 ALPHA
  - 域关系演算语言 QBE

