

# 关系代数

## —除运算



## 引入

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 所在系)

课程 (课程编号, 课程名, 先修课程号)

选课 (学号, 课程编号, 成绩)

► 查询选修了全部课程的学生



## 引入

R

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

S

课程
高等数学
数据结构

► 查询选修了全部课程的学生



# 引入

R

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

S

课程
高等数学
数据结构

► 查询选修了全部课程的学生

 $\pi_{\text{姓名}}(R)$ 

姓名
王玲
李渊

X

S

课程
高等数学
数据结构

=

 $\pi_{\text{姓名}}(R) \times S$ 

姓名	课程
王玲	高等数学
王玲	数据结构
李渊	高等数学
李渊	数据结构



# 引入

**R**

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

**S**

课程
高等数学
数据结构

► 查询选修了全部课程的学生

$\pi_{\text{姓名}}(R) \times S$

姓名	课程
王玲	高等数学
王玲	数据结构
李渊	高等数学
李渊	数据结构

—

**R**

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

=

$\pi_{\text{姓名}}(R) \times S - R$

姓名	课程
李渊	高等数学





# 引入

**R**

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

**S**

课程
高等数学
数据结构

► 查询选修了全部课程的学生

$\pi_{\text{姓名}}(R)$

姓名
王玲
李渊

$\pi_{\text{姓名}}(R) \times S - R$

$\pi_{\text{姓名}}$	<table> <tr> <th>姓名</th><th>课程</th></tr> <tr> <td>李渊</td><td>高等数学</td></tr> </table>	姓名	课程	李渊	高等数学
姓名	课程				
李渊	高等数学				

=

姓名
王玲



## 引入

R

姓名	课程
王玲	高等数学
李渊	数据结构
王玲	数据结构

S

课程
高等数学
数据结构

► 查询选修了全部课程的学生

$$R \div S = \pi_{\text{姓名}}(R) - \pi_{\text{姓名}}((\pi_{\text{姓名}}(R) \times S) - R)$$



## 除 (Division) 运算

设有关系R (X, Y) 和 S (Y) ,  $S(Y) \neq \Phi$  , 则R除以S也是一个关系, 称之为R除以S的商。

$$R \div S$$

- R中的属性包含S中的所有属性
- $R \div S$ 的属性由R中那些不出现在S中的属性组X所组成

$$T(X) = R \div S$$

$$T(X) \subseteq \pi_X(R)$$





## 除运算

给定关系 $R(X, Y)$  和  $S(Y)$  , 令 $T(X) = R \div S$  , 若  $\mathbf{x} \in \pi_{\mathbf{x}}(R)$  ,  $R$ 中所有在属性组 $X$ 上的分量等于 $\mathbf{x}$ 的元组在属性组 $Y$ 上的分量的集合, 称为 $\mathbf{x}$ 在 $R$ 中的像集, 用 $Y_{\mathbf{x}}$ 表示。

$$Y_{\mathbf{x}} = \{ t[Y] \mid t \in R \wedge t[X] = \mathbf{x} \}$$



## 除运算

给定关系  $R(X, Y)$  和  $S(Y)$  , 令  $T(X) = R \div S$  , 若  $x \in \pi_x(R)$  , 且  $S \subseteq Y_x$  , 则  $x \in T(X)$ 。

$$R \div S = \{x | x \in \pi_x(R) \wedge S \subseteq Y_x\}$$



## 除运算步骤

R	X		Y	÷	S	Y	
	学号	姓名	课程			课程	
	S01	王玲	高等数学			高等数学	
	S02	李渊	操作系统			数据结构	
	S01	王玲	数据结构				
	S03	罗军	高等数学				
	S01	王玲	操作系统				
	S03	罗军	数据结构				



# 除运算步骤

1.对关系R在属性组X上进行投影 $\pi_X(R)$

R	X		Y
	学号	姓名	课程
	S01	王玲	高等数学
	S02	李渊	操作系统
	S01	王玲	数据结构
	S03	罗军	高等数学
	S01	王玲	操作系统
	S03	罗军	数据结构

S	Y
	课程
	高等数学 数据结构

÷

$\pi_X(R)$		
	学号	姓名
x1	S01	王玲
x2	S02	李渊
x3	S03	罗军



# 除运算步骤

## 2.获取各x的像集

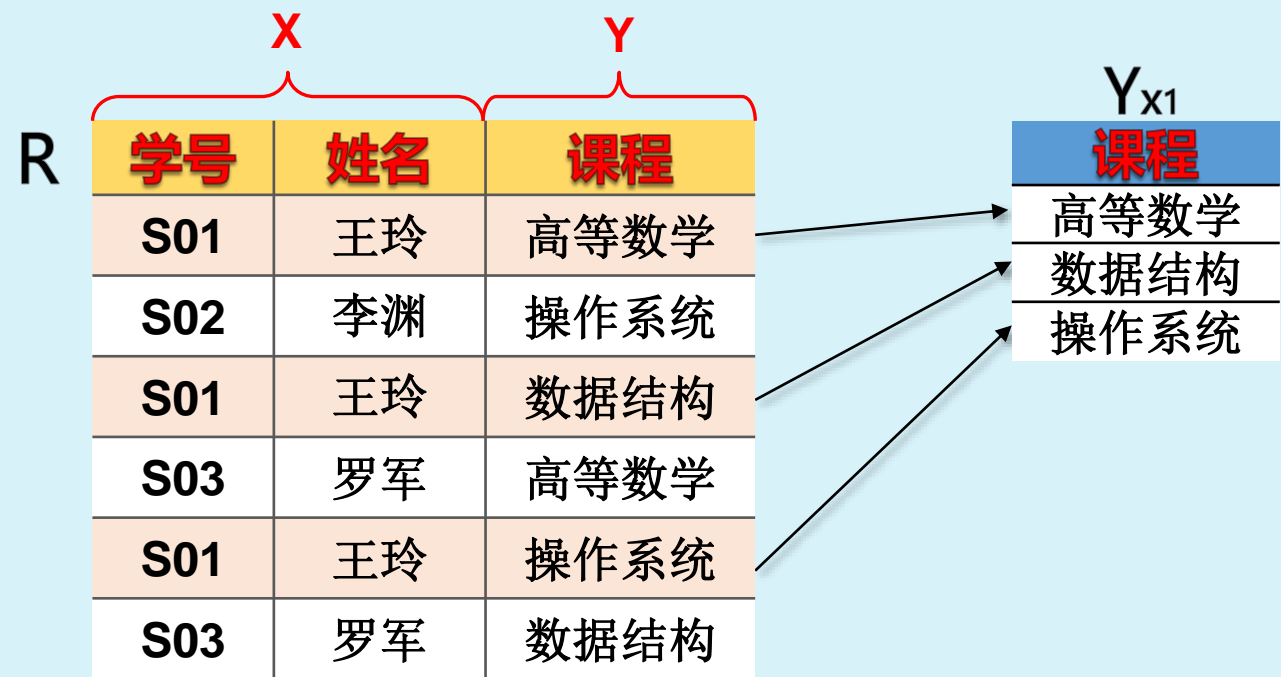
R	<b>X</b>		<b>Y</b>
	<b>学号</b>	<b>姓名</b>	<b>课程</b>
	S01	王玲	高等数学
	S02	李渊	操作系统
	S01	王玲	数据结构
	S03	罗军	高等数学
	S01	王玲	操作系统
	S03	罗军	数据结构

<b><math>\pi_x(R)</math></b>		
	<b>学号</b>	<b>姓名</b>
x1	S01	王玲
x2	S02	李渊
x3	S03	罗军



# 除运算步骤

## 2. 获取各x的像集



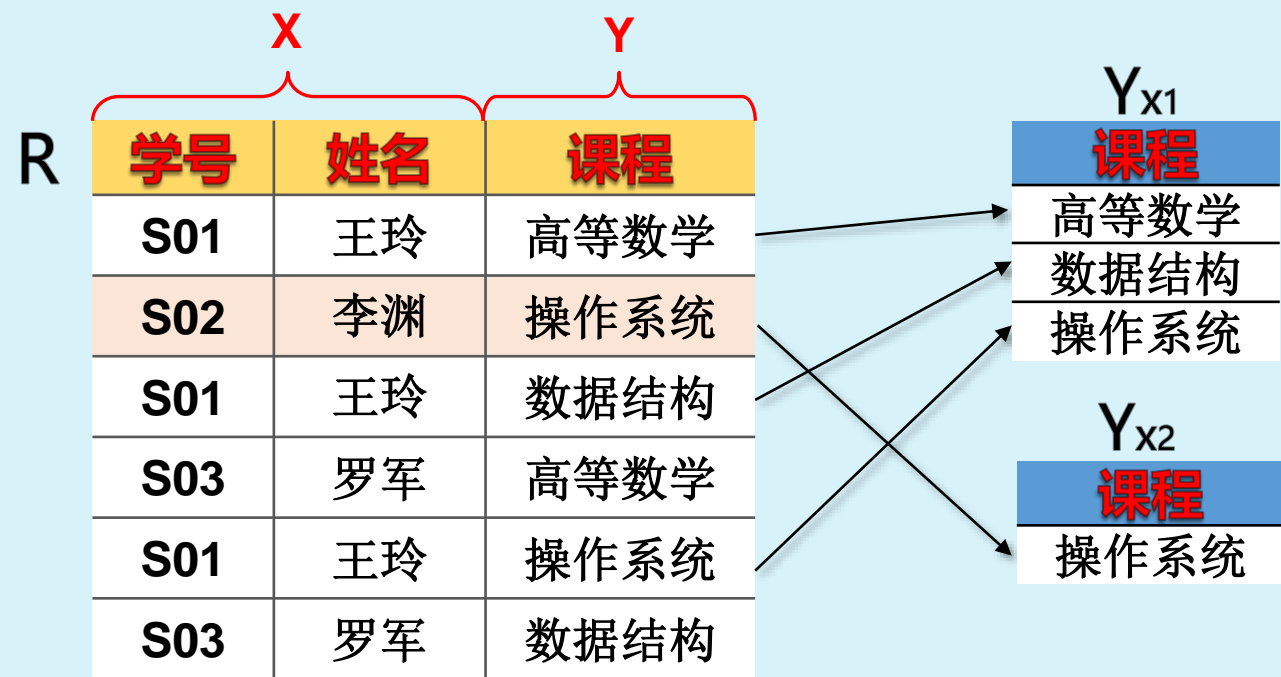
	$\pi_x(R)$	
	学号	姓名
x1	S01	王玲
x2	S02	李渊
x3	S03	罗军





# 除运算步骤

## 2. 获取各x的像集



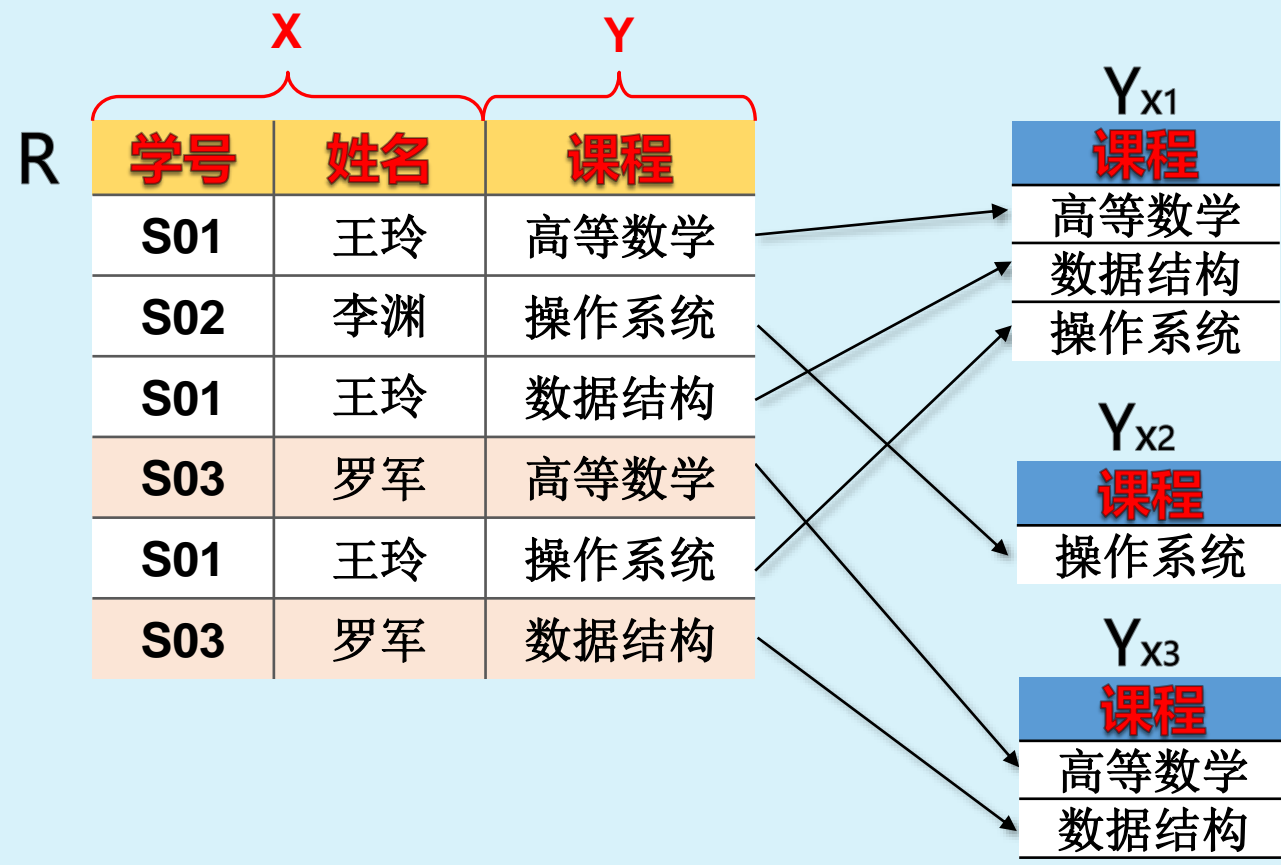
$\pi_x(R)$

	学号	姓名
x1	S01	王玲
x2	S02	李渊
x3	S03	罗军



# 除运算步骤

## 2. 获取各x的像集

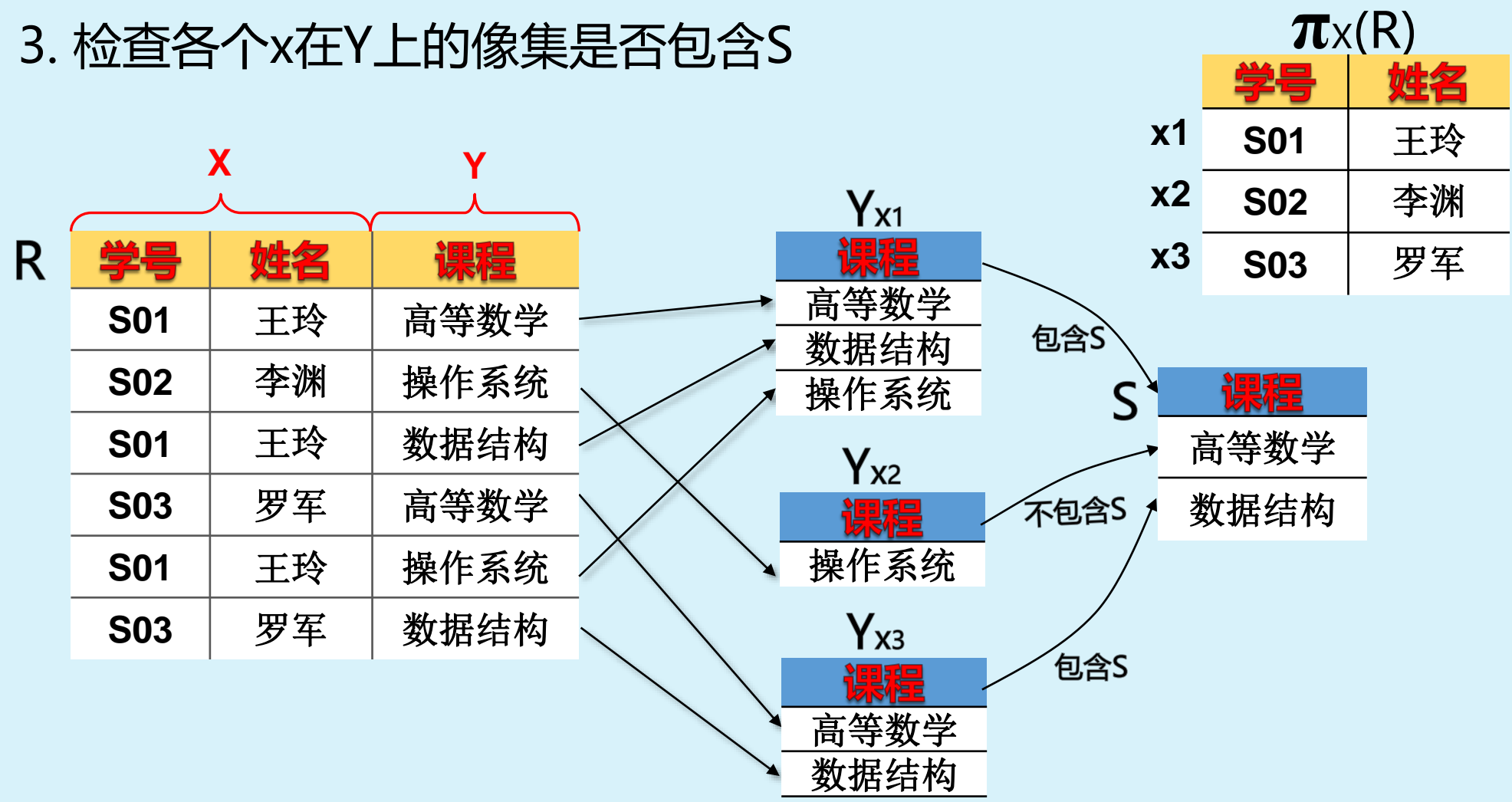


	$\pi_x(R)$	
	学号	姓名
x1	S01	王玲
x2	S02	李渊
x3	S03	罗军



# 除运算步骤

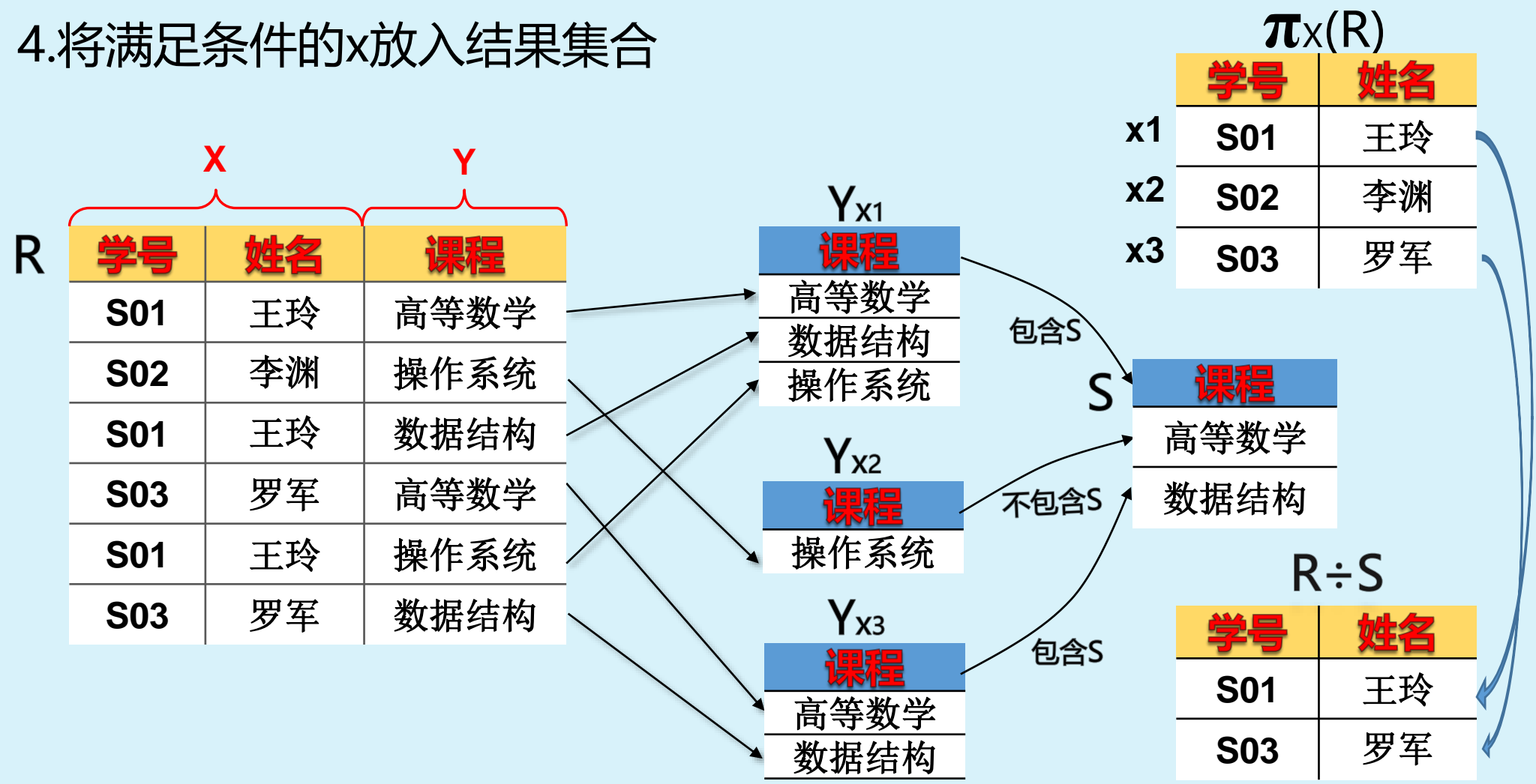
3. 检查各个x在Y上的像集是否包含S





# 除运算步骤

4.将满足条件的x放入结果集合





## 案例分析

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 所在系)

课程 (课程编号, 课程名, 先修课程号)

选课 (学号, 课程编号, 成绩)

► 查询选修了全部课程的学生学号

选课 ÷ 课程





## 案例分析

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 所在系)

课程 (课程编号, 课程名, 先修课程号)

选课 (学号, 课程编号, 成绩)  
~~~~~

► 查询选修了全部课程的学生学号

选课 ÷ 课程 ×





## 案例分析

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 所在系)

课程 (课程编号, 课程名, 先修课程号)

选课 (学号, 课程编号, 成绩)

► 查询选修了全部课程的学生学号

选课 ÷  $\pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$



# 案例分析

选课

| 学号  | 课程编号 | 成绩 |
|-----|------|----|
| S01 | C01  | 83 |
| S02 | C01  | 90 |
| S02 | C02  | 92 |

课程

| 课程编号 | 课程名  | 先修课程号 |
|------|------|-------|
| C01  | 程序设计 | NULL  |
| C02  | 数据结构 | C01   |

▶ 查询选修了全部课程的学生学号



选课 ÷  $\pi_{\text{课程编号(课程)}}$

$\pi_{\text{课程编号(课程)}}$

| 课程编号 |
|------|
| C01  |
| C02  |



# 案例分析

选课

|  | 学号  | 课程编号 | 成绩 |
|--|-----|------|----|
|  | S01 | C01  | 83 |
|  | S02 | C01  | 90 |
|  | S02 | C02  | 92 |

$\pi_x(\text{选课})$

|    | 学号  | 成绩 |
|----|-----|----|
| x1 | S01 | 83 |
| x2 | S02 | 90 |
| x3 | S02 | 92 |

$Y_{x1}$

| 课程编号 |
|------|
| C01  |

$Y_{x2}$

| 课程编号 |
|------|
| C01  |

$Y_{x3}$

| 课程编号 |
|------|
| C02  |

$\pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$

| 课程编号 |
|------|
| C01  |
| C02  |

选课  $\div \pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$

| 学号 | 成绩 |
|----|----|
|    |    |



## 案例分析

学生 (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 所在系)

课程 (课程编号, 课程名, 先修课程号)

选课 (学号, 课程编号, 成绩)

► 查询选修了全部课程的学生学号

选课  $\div$   $\pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$

$\pi_{\text{学号}, \text{课程编号}}(\text{选课}) \div \pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$



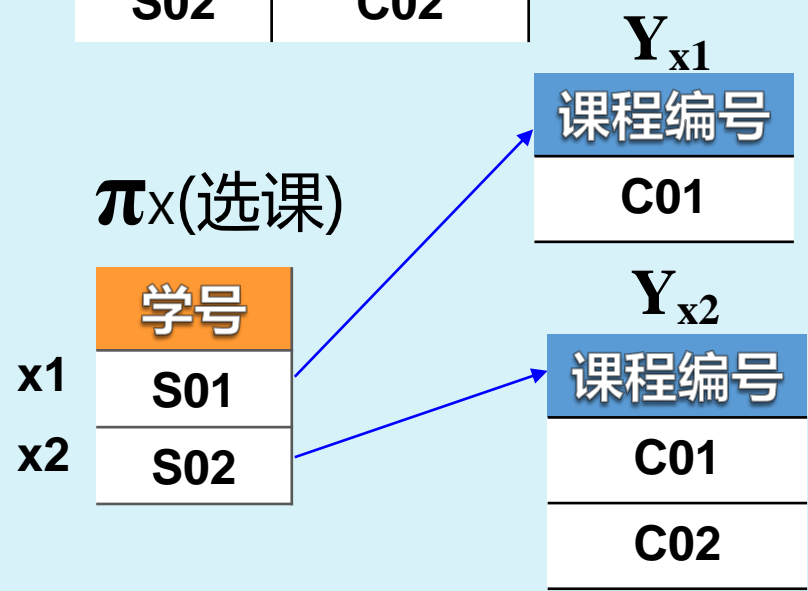
# 案例分析

$\pi_{\text{学号, 课程编号}}(\text{选课})$

| 学号  | 课程编号 |
|-----|------|
| S01 | C01  |
| S02 | C01  |
| S02 | C02  |

$\pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$

| 课程编号 |
|------|
| C01  |
| C02  |





$\pi_{\text{学号, 课程编号}}(\text{选课}) \div \pi_{\text{课程编号}}(\text{课程})$

| 学号  |
|-----|
| S02 |



## 小结

-  除运算是关系代数的一个组合运算,可实现查询一个关系的属性值集合是否包含另一个关系的代数操作。
-  通常需要对参与除运算的关系进行预处理,使被除关系R的属性包含除数关系S的所有属性,商中属性是代表查询结果信息的最小属性组。