



数据模型的三要素 (*)

数据结构

计算机数据组织方式和
数据之间联系的框架描述

数据操作

对数据库中各种数据的允许的操作；
如增、删、改、查等。

数据完整性

完整性规定数据和联系所具有的制约和依存规则。



数据模型的三要素

关系模型的三要素

数据结构(静态特性)  关系**数据结构**

数据操作(动态特性)  关系**操作集合**

数据的约束条件  关系**完整性约束**

第二章 关系数据库

第一节 关系数据结构

第二节 关系的完整性

第三节 关系操作

第四节 关系代数

■ 单一的数据结构——**关系**

现实世界中的实体和实体的联系都用关系来表示。

■ 数据的逻辑结构——**二维表**

从用户角度，关系模型中数据的逻辑结构是一张二维表。



关系的数据结构



课程名				

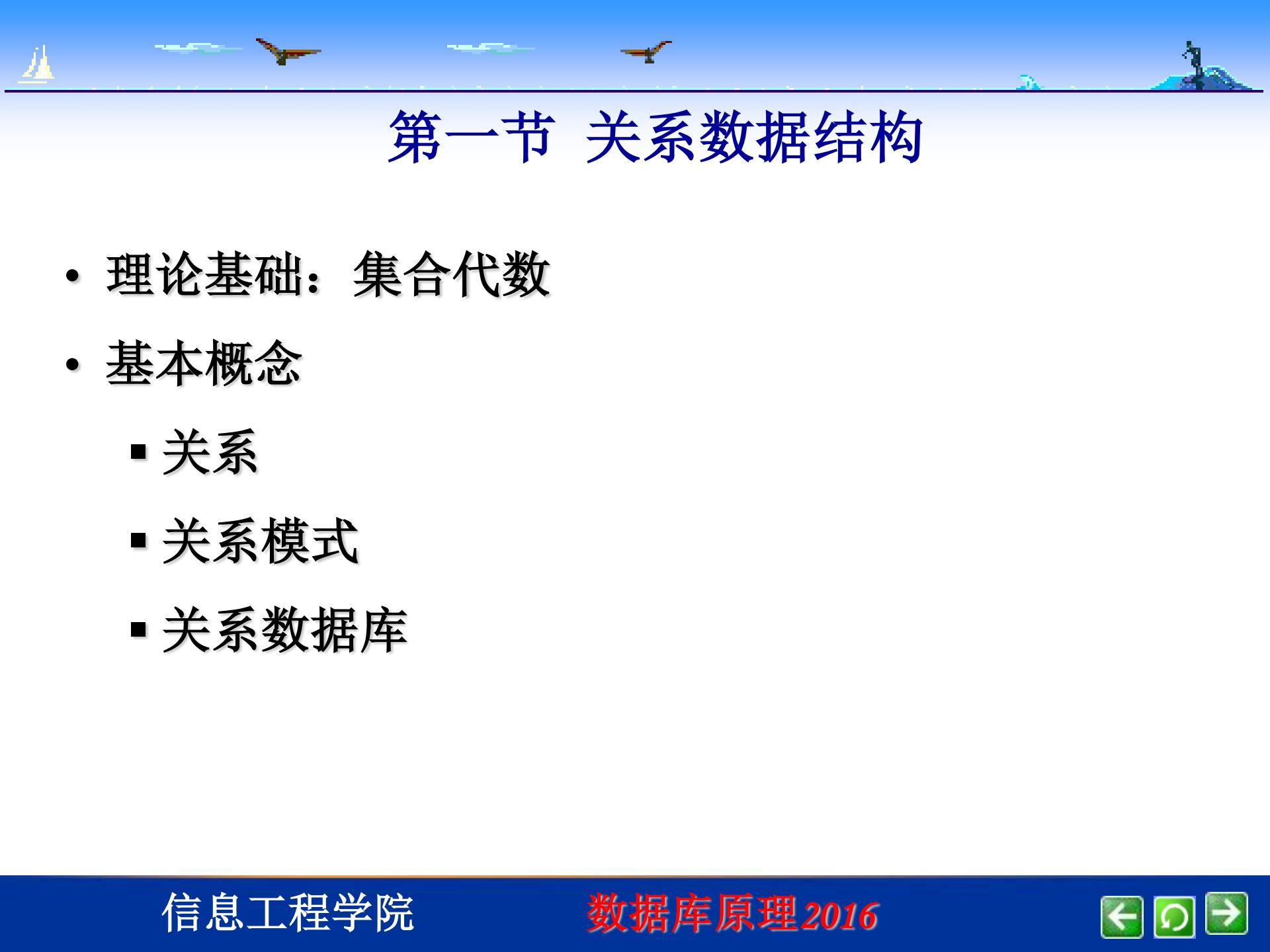
课程

课程名	姓名	成绩

课程—学生联系

姓名		

学生



第一节 关系数据结构

- 理论基础：集合代数
- 基本概念
 - 关系
 - 关系模式
 - 关系数据库



学生关系表

学号	姓名	性别	年龄	班级号
010125	曲波	男	19	01001
010126	高天	男	20	01002
010138	张新	女	21	01001
000234	关笑	男	22	00011
020308	王乐	女	18	02010
001025	李明	男	18	00005
020016	张铁	男	19	02001
001004	刘芳	女	20	00011



一 关系的概念

1 域 (Domain)

域是一组具有相同数据类型的值的集合（用D表示）

- 域表示属性的取值范围。
- 姓名域 $D_1=\{\text{曲波, 高天.....刘芳}\} \quad m_1=8$
- 性别域 $D_2=\{\text{男, 女}\} \quad m_2=2$
- 年龄域 $D_3=\{18,19,20,21,22\} \quad m_3=5$



2 笛卡尔积

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

元组 分量

集合 {元素 1 , 元素 2 , . . . }

其中：

- d_i 叫做一个**分量**(Component)
- $(d_1, d_2, d_3, \dots, d_n)$ 叫做一个**n元组**
- 笛卡尔积由元素（元组）组成的集合（关系）。

【例】学生关系中姓名、性别两个域的笛卡尔积：

$D_1=\{\text{李力, 王平, 刘伟}\}$

$D_2=\{\text{男, 女}\}$

- $D_1 \times D_2 = \{ (\text{李力, 男}), (\text{李力, 女}), (\text{王平, 男}), (\text{王平, 女}), (\text{刘伟, 男}), (\text{刘伟, 女}) \}$
- $(\text{李力, 男}), (\text{李力, 女})$ 等是元组
- $M=m_1 \times m_2=3*2=6$ 元组的个数为6

结论：若 D_i ($i=1, 2, \dots, n$) 为有限集，其基数用 m_i ($i=1, 2, \dots, n$) 表示，则笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的基数 **M** 为所有域的基数的累乘之积，即

$$M = \prod_{i=1}^n m_i$$



姓名	性别
李力	男
李力	女
王平	男
王平	女
刘伟	男
刘伟	女

笛卡尔积结果：“完整”的表

- 表的任意一行就是一个元组
- 表中的每一列来自同一域



3 关系 (Relation)

笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的任一子集称为定义在域 D_1, D_2, \dots, D_n 上的 n 元 **关系 (Relation)**，可用 $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$ 表示。

其中：

R 为关系名。

n 为关系的 **目或度 (Degree)**。



■ 举例

- D1和D2， 其中 $D1=\{2, 4\}$; $D2=\{1, 3, 5\}$
- $D1 \times D2=\{(2,1), (2,3), (2,5), (4,1), (4,3), (4,5) \}$
- 其中任何子集都可以是一个关系
- $R=\{(x,y)|x \in D_1, y \in D_2, \text{and } y=1\}$
- $R=\{(2,1),(4,1)\}$
- $S=\{(x,y)|x \in D_1, y \in D_2, \text{and } x=2y\}$
- $S=\{(2,1)\}$

域的笛卡儿积中**有意义的子集**叫做**关系**。

姓名	性别
李力	男
李力	女
王平	男
王平	女
刘伟	男
刘伟	女



学生关系表

姓名	性别
李力	男
王平	女
刘伟	男



关系的码（关键字）

(1) 候选码

能唯一标识关系中元组的属性或属性组合

- “学生关系表” 中学号，姓名（无重名时）

(2) 主码

如果一个关系中有多个候选码，可以从中选择一个作为查询、插入或删除元组的操作变量，被选用的候选码称为主码。

(3) 全码 (all-key)

在最极端的情况下，所有属性的组合是关系的候选码，这时称为全码。



关系的码举例

主码

候选码

课程编号	课程名称	学时
14110001	操作系统原理	64
14110002	微机原理及汇编语言	64
14110003	数据库系统原理	64
14110004	计算机网络	51

主码

学号	姓名	性别	出生日期
994631201	李敏	女	1982-01-01
994631202	马明磊	男	1982-01-02
994631203	陈燕红	女	1982-01-03
994631204	徐景辉	男	1982-01-04

主码 (全码)

学号	课程编号
994631201	14110001
994631202	14110001
994631203	14110001
994631204	14110001
994631201	14110003
994631202	14110003
994631203	14110003
994631204	14110003

外码

外码

$D1 \times D2 = \{ (\text{李力}, \text{男}), (\text{李力}, \text{女}), (\text{王平}, \text{男}), (\text{王平}, \text{女}), (\text{刘伟}, \text{男}), (\text{刘伟}, \text{女}) \}$

集合 {元素 1, 元素 2, . . . }

学生关系表

姓名	性别
李力	男
王平	女
刘伟	男

关系是元组的集合



二、关系的性质

- 任意两个元组的候选码不能取相同的值。
- 元组的次序可以任意交换。
- 属性列的次序可以任意交换。

姓名	性别
李力	男
王平	女
刘伟	男

T1

性别	姓名
男	李力
女	王平
男	刘伟

T2



TNO 教师号	TN 姓名	SEX 性别	AGE 年龄	PROF 职称	SAL 工资	COMM 岗位津贴	DEPT 系别
T1	李力	男	47	教授	1500	3000	计算机
T2	王平	女	28	讲师	800	1200	信息
T3	刘伟	男	30	讲师	900	1200	计算机
T4	张雪	女	51	教授	1600	3000	自动化
T5	张兰	女	39	副教授	1300	2000	信息
T1	李力	男	47	教授	1500	3000	计算机



4. 关系中的每一属性列出自同一个域，有相同的数据类型。
5. 不同的属性列可以出自同一个域，每一属性列给出不同的属性名。

姓名	职业	兼职
张强	教师	工程师
王丽	工程师	教师
刘宁	教师	培训师

同一个域职业 = {教师, 工程师, 培训师}



6. 关系中每一个分量必须是不可再分的数据项。 关系规范化的基本要求。

姓名	籍贯	
	省	市 / 县
张强	吉林	长春
王丽	山西	大同



三、关系模式：对关系的概要描述

- 元组集合的结构
 - 属性构成
 - 属性来自的域
 - 属性与域之间的映象关系
- 属性间的数据依赖关系集合



关系模式

R (U , D, DOM, F)

属性 域 属性—域映象 数据依赖

简化成: R (U) R (A1,A2,...An)

关系名 (属性1, 属性2, ..., 属性n)



• T (教师关系表)

TNO 教师号	TN 姓名	SEX 性别	AGE 年龄	PROF 职称	SAL 工资	COMM 岗位津贴	DEPT 系别
T1	李力	男	47	教授	1500	3000	计算机
T2	王平	女	28	讲师	800	1200	信息
T3	刘伟	男	30	讲师	900	1200	计算机
T4	张雪	女	51	教授	1600	3000	自动化
T5	张兰	女	39	副教授	1300	2000	信息

T (TNO,TN,SEX,AGE,PROF,SAL,COMM,DEPT)



• S (学生关系表)

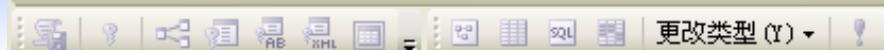
SNO 学号	SN 姓名	SEX 性别	AGE 年龄	DEPT 系别
S1	赵亦	女	17	计算机
S2	钱尔	男	18	信息
S3	孙珊	女	20	信息
S4	李思	男	21	自动化
S5	周武	男	19	计算机
S6	吴丽	女	20	自动化

S (SNO, SN, SEX, AGE, DEPT)

• SC (选课表)

SNO 学号	CNO 课程号	SCORE 成绩			
S1	C1	90			
S1	C2	85			
S2	C5	57	SC (SNO, CNO, SCORE)		
S2	C6	80			
S2	C7				
S2	C3	70			
S3	C1	0			
S3	C2	70			
S3	C4	85			
S4	C1	93			
S4	C2	85			
S4	C3	83			
S5	C2	89			

文件 (F) 编辑 (E) 视图 (V) 项目 (P) 查询设计器 (R) 工具 (T) 窗口 (W) 社区 (C) 帮助 (H)



更改类型 (Y) ▾

对象资源管理器

连接 (O) ▾

PC2010112414JVT (SQL Server 9.0.1399 - PC2010112414JVT\A)
数据库
+ 系统数据库
+ 数据库快照
D:\MY STUDY\MY WORK\VISUAL STUDIO\WEBSITES\《数据》
+ DBMSeg1
+ GL
+ Northwind
+ pubs
+ SJKYLDatabase
+ XSGL1
+ 数据库关系图
+ 表
+ 系统表
+ dbo.COURSE
+ dbo.SC
+ dbo.STUDENT
+ 视图
+ 同义词
+ 可编程性
+ Service Broker
+ 存储
+ 安全性
+ 安全性
+ 服务器对象
+ 复制
+ 管理
+ Notification Services
+ SQL Server 代理

表 - dbo.COURSE 摘要

cno	cname	kelei	ctime
1	数据结构	必修课	68
2	离散结构	必修课	51
3	数据库原理	必修课	51
4	多媒体技术	选修课	34
5	信息安全技术	选修课	51
*	NULL	NULL	NULL

Microsoft SQL Server Management Studio

文件 (F) 编辑 (E) 视图 (V) 项目 (P) 查询设计器 (R) 工具 (T) 窗口 (W) 社区 (C) 帮助 (H)



对象资源管理器

连接 (O) ▾

PC2010112414JVT (SQL Server 9.0.1399 - PC2010112414JVT\A)
数据库
系统数据库
数据库快照
D:\MY STUDY\MY WORK\VISUAL STUDIO\WEBSITES\《数据》
DBMSeg1
GL
Northwind
pubs
SJKYLDatabase
XSGL1
数据库关系图
表
系统表
dbo.COURSE
dbo.SC
dbo.STUDENT
视图
同义词
可编程性
Service Broker
存储
安全性
安全性
服务器对象
复制
管理
Notification Services
SQL Server 代理

表 - dbo.STUDENT

	sno	sname	sex	age	dept
▶	2007001	李南	男	19	计算机系
	2007002	吴会	男	20	计算机系
	2007003	周海	女	19	计算机系
	2007009	韩嘉	女	18	计算机系
	2007010	昭雯	女	20	计算机系
	2007104	董伟	男	20	自动化系
	2007107	王平	男	20	自动化系
	2007108	王英	女	19	自动化系
	2007202	王梅	女	19	通信系
	2007204	张伟	男	22	通信系
*	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Microsoft SQL Server Management Studio

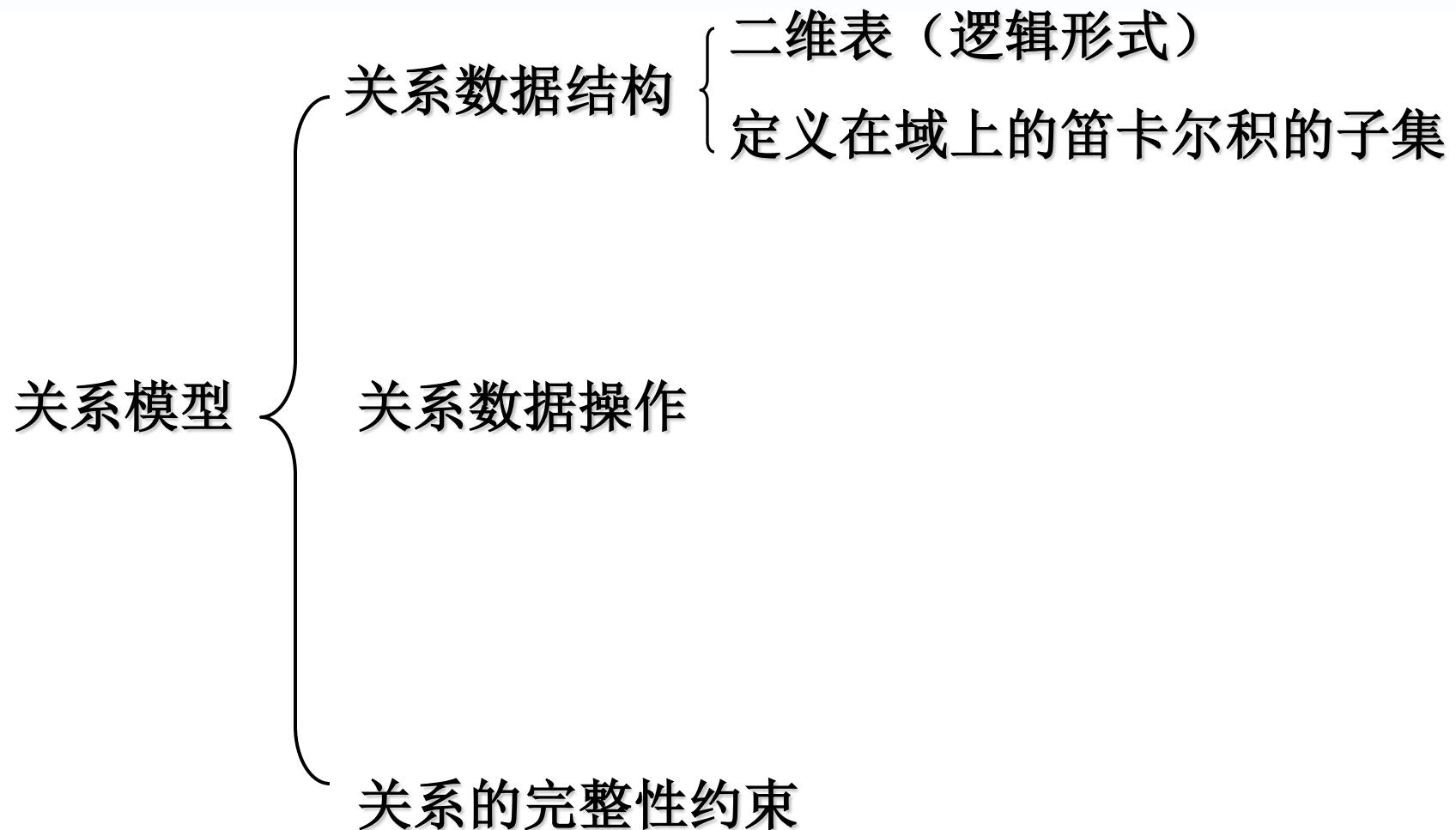
文件 (F) 编辑 (E) 视图 (V) 项目 (P) 查询设计器 (R) 工具 (T) 窗口 (W) 社区 (C) 帮助 (H)

新建查询 (N) 打开 (O) MDI 打开 XML 打开 文档 打开 表 打开 语句 SQL 更改类型 (T) ! SQL 表 单元格 图表

对象资源管理器 连接 (0) 数据库 表 视图 同义词 可编程性 Service Broker 存储 安全性 安全性 服务器对象 复制 管理 Notification Services SQL Server 代理

表 - dbo.SC

	sno	cno	grade
▶	2007001	1	90
	2007001	2	80
	2007001	3	76
	2007003	3	54
	2007104	1	78
	2007107	1	88
	2007107	2	79
	2007107	3	87
	2007107	5	68
	2007108	3	65
	2007202	3	76
	2007202	5	78
*	NULL	NULL	NULL



第二章 关系数据库

第一节 关系数据结构

第二节 关系的完整性

第三节 关系操作

第四节 关系代数



什么是完整性

- 数据的正确性、有效性、相容性。
- 防止不合语义的数据进入数据库。

例： 学生的年龄必须是整数，取值范围为14–50；
学生的性别只能是男或女；
学生的学号一定是唯一的；
学生所在的系必须是学校开设的系。

■ 实体完整性

- 通常由关系系统自动支持

■ 参照完整性

- 早期系统不支持，目前大型系统能自动支持

■ 用户定义的完整性

- 反映应用领域需要遵循的约束条件，体现了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

实体的完整性是指**主码**的值不能为空或部分为空。

SNO 学号	SN 姓名	SEX 性别	AGE 年龄	DEPT 系别
S1	赵亦	女	17	计算机
S2	钱尔	男	18	信息
S3	孙珊	女	20	信息
S4	李思	男	21	自动化
S5	周武	男	19	计算机
S6	吴丽	女	20	自动化

表 - dbo.student IBM-V5WFFLQ... LQuery7.sql

	sno	sname	sage	sdept
	001	wu	45	cs
	002	zhang	23	au
▶	003	niu	23	cs
*	NULL	NULL	NULL	NULL

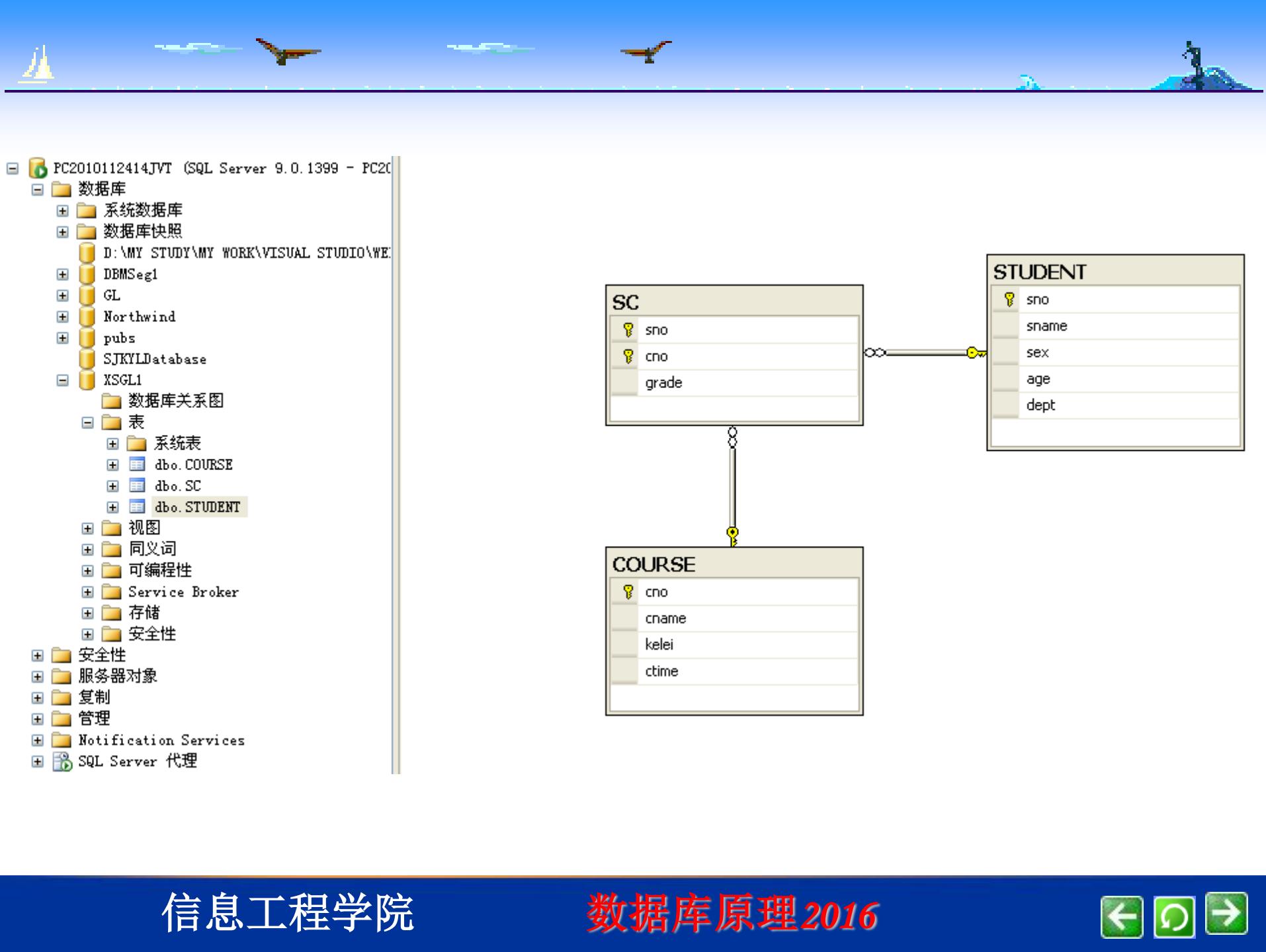
表 - dbo.student IBM-V5WFFLQ... LQuery2.sql 摘要

```
insert into student  
values(null, 'hou', null, 'cs')
```

消息 消息

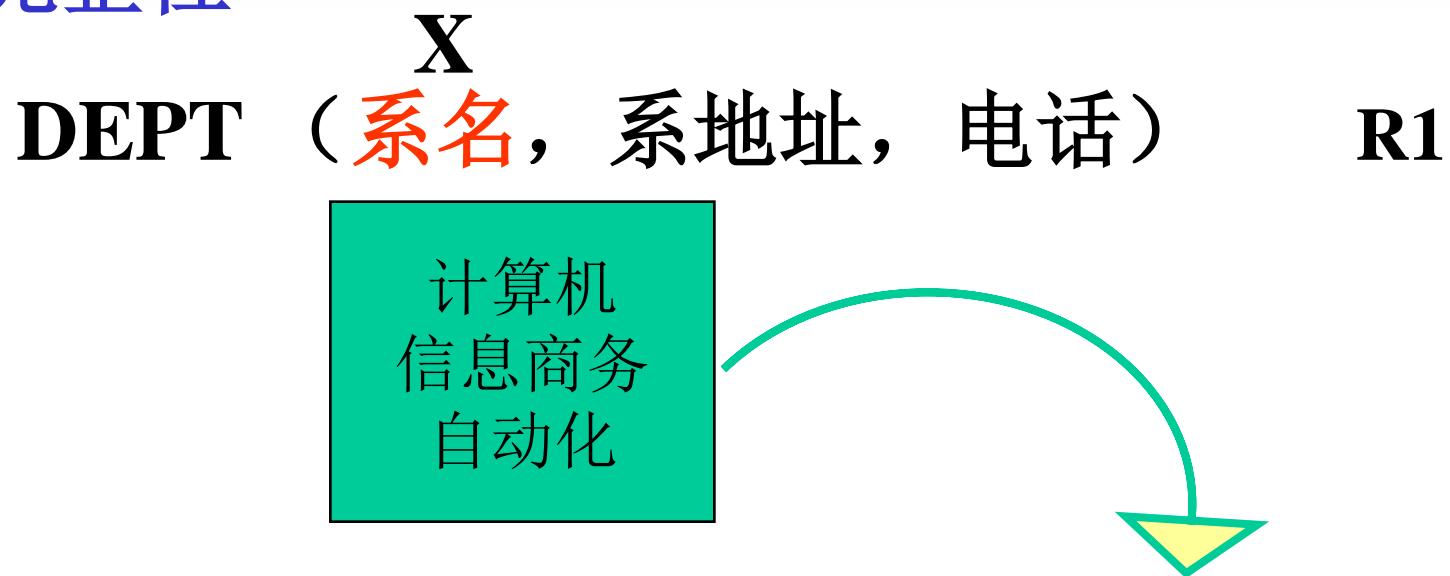
消息 515, 级别 16, 状态 2, 第 1 行
不能将值 NULL 插入列 'sno', 表 'xsgl.dbo.student'; 列不允许有空值。INSERT 失败。
语句已终止。

主码约束的值
不允许有空值。





2. 参照完整性



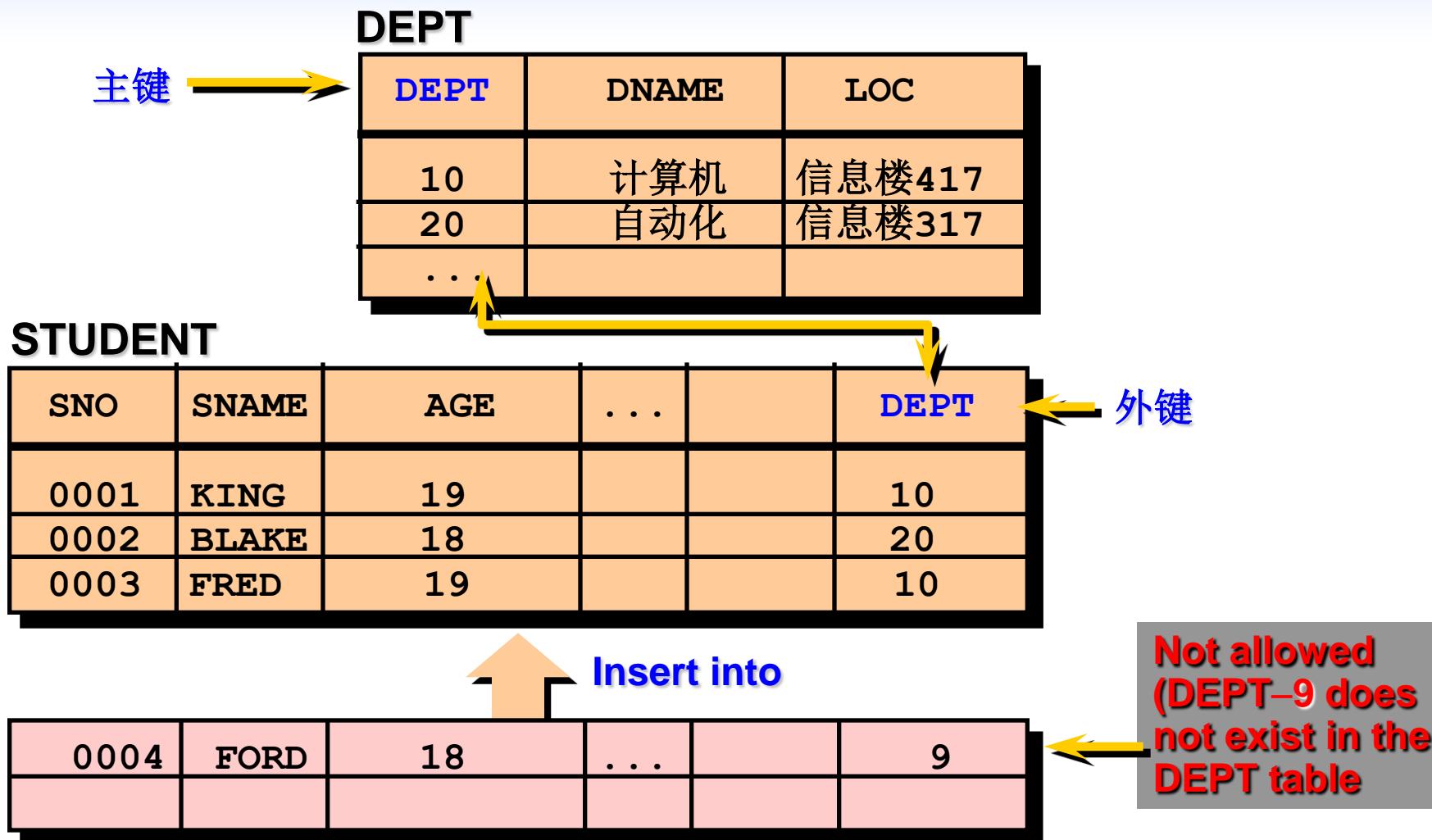
如果关系R2的一个或一组属性X不是R2的主码，而是另一关系R1的主码，则该属性或属性组X称为关系R2的**外码**。



参照完整性：如果关系R2的外码X与关系R1的主码相符，则X的每个值或者等于R1中主码的某一个值，或者取空值。

- STUDENT关系中某个学生“系”的取值，必须在被参照关系DEPT中主码“系名”的值中能够找到，否则表示把该学生分配到一个不存在的系中，显然不符合语义。
- 如果“系”取空值，则表示该学生尚未分配到任何一个系。

参照完整性示例



3. 用户定义的完整性

针对某一具体关系数据库的约束条件。

值域约束定义、触发器定义



SC

Sno	Cno	Score
95001	1	92
95001	2	85
95001	3	88
95002	2	90
95003	3	80

- (1) 实体完整性定义（主码）: sno+cno
 - (2) 参照完整性定义（外码）: sno (被参照关系STUDENT)
cno (被参照关系C)
 - (3) 用户定义完整性: Score (0-100)

