



## 数据库系统概论

### 第6章 关系数据库理论

## ❖ 关系

- ◆ 笛卡尔积、关系、候选码、主码、主属性
- ◆ 关系6个性质

## ❖ 关系的完整性

- ◆ 实体完整性、参照完整性、自定义完整性

## ❖ 关系操作

- ◆ 并、交、差、笛卡尔积
- ◆ 选择、投影、连接



- ❖ 第一节 问题的提出
- ❖ 第二节 规范化
- ❖ 第三节 数据依赖的公理系统



## ❖ 掌握

- ◆ 函数四种依赖，重点掌握函数的部分依赖、传递依赖
- ◆ 规范化：2NF, 3NF, BCNF，能够利用投影法熟练对关系进行规范化

## ❖ 了解

- ◆ 多值依赖，4NF、5NF

## ❖ 重点

- ◆ 规范化：2NF, 3NF, BCNF

## ❖ 难点

- ◆ 规范化：3NF, BCNF



## ●第一节 问题的提出

❖第二节 规范化

❖第三节 数据依赖的公理系统



- ❖ 什么是数据依赖
- ❖ 关系模式的简化定义
- ❖ 数据依赖对关系模式影响



## ❖ 完整性约束的表现形式

- ◆ 限定属性取值范围：例如成绩必须在0-100之间
- ◆ 定义属性值间的相互关连



## ❖ 数据依赖

- ◆ 一个关系内部属性与属性之间的约束关系
- ◆ 现实世界属性间相互联系的抽象
- ◆ 数据内在的性质
- ◆ 语义的体现





## ❖ 数据依赖的类型

- ◆ 函数依赖 (Functional Dependency, 简记为FD)
- ◆ 多值依赖 (Multivalued Dependency, 简记为MVD)
- ◆ 其他



❖ 关系模式  $R (U, D, DOM, F)$

简化为一个三元组：

$R (U, F)$

❖ 当且仅当  $U$  上的一个关系  $r$  满足  $F$  时， $r$  称为关系模式  $R (U, F)$  的一个关系



[例1] 建立一个描述学校教务的数据库：

学生的学号 (Sno)、所在系 (Sdept)、系主任姓名 (Mname)、  
课程号 (Cno) 成绩 (Grade)

**单一**的关系模式： Student <U、 F>

U = { Sno, Sdept, Mname, Cno, Grade }



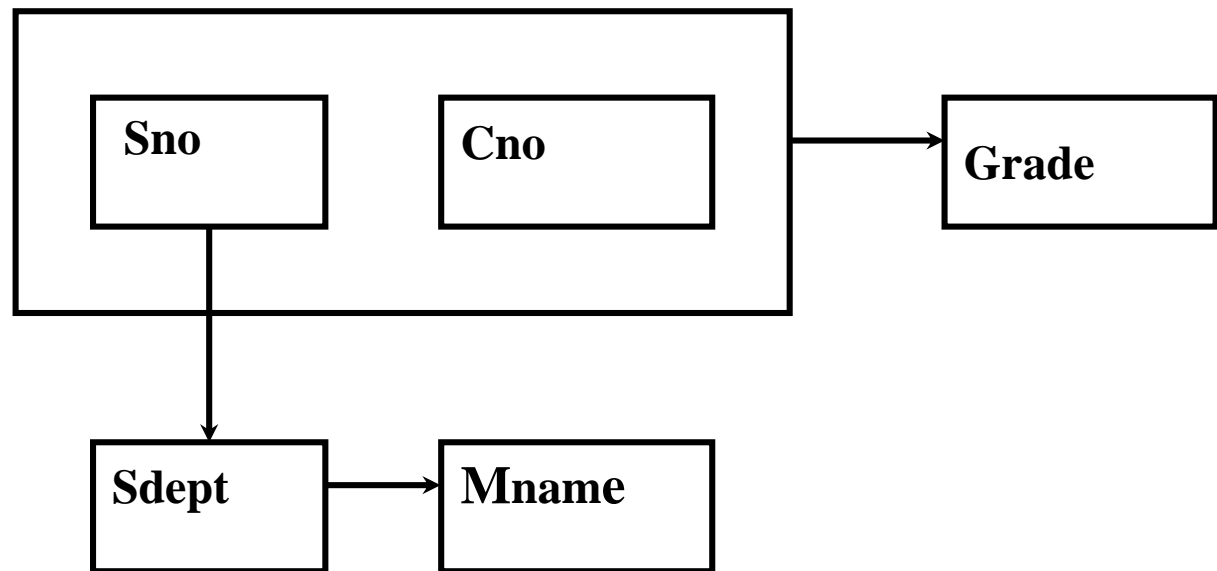
## ❖ 学校数据库的语义：

- ◆ 一个系有若干学生， 一个学生只属于一个系；
- ◆ 一个系只有一名主任；
- ◆ 一个学生可以选修多门课程， 每门课程有若干学生选修；
- ◆ 每个学生所学的每门课程都有一个成绩。



属性组U上的一组函数依赖F:

$F = \{ Sno \rightarrow Sdept, Sdept \rightarrow Mname, \\ (Sno, Cno) \rightarrow Grade \}$



假设存在这样一个关系：

**Student(Sno, Sdept, Mname, Cno, Grade )**

Sno	Sdept	Mname	Cno	Grade
S1	计算机系	张明	C1	95
S2	计算机系	张明	C1	90
S3	计算机系	张明	C1	88
S4	计算机系	张明	C1	70
S5	计算机系	张明	C1	78
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮



请问该关系模式好吗？

- ◆ **系名、系主任名**重复出现
- ◆ “张明” 退休，李四接替
- ◆ 一个新系刚成立，尚无学生
- ◆ 一个系的学生全部毕业

Sno	Sdept	Mname	Cno	Grade

- 数据冗余太大
- 更新异常
- 插入异常
- 删除异常

## 结论：

- ◆ Student关系模式不是一个好的关系模式。
- ◆ “好” 的关系模式：  
不会发生插入异常、删除异常、更新异常，  
数据冗余应尽可能少

**原因：** 由存在于关系模式中的**某些数据依赖**引起的

**解决方法：** 通过**分解**关系模式来消除其中不合适





❖ 第一节 问题的提出

● **第二节 规范化**

❖ 第三节 数据依赖的公理系统



## ❖ 函数依赖

## ❖ 码

## ❖ 范式

◆ 1NF

◆ 2NF

◆ 3NF

◆ BCNF



Download from  
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



ID 1372001

Andres Rodriguez | Dreamstime.com

## 定义6.1

设 $R(U)$ 是一个属性集 $U$ 上的关系模式， $X$ 和 $Y$ 是 $U$ 的子集若对于 $R(U)$ 的任意一个可能的关系 $r$ ， $r$ 中不可能存在两个元组在 $X$ 上的属性值相等，而在 $Y$ 上的属性值不等，则称“ **$X$ 函数确定 $Y$** ”或“ **$Y$ 函数依赖于 $X$** ”，记作 $X \rightarrow Y$ 。

$X$ 称为这个函数依赖的**决定属性集(Determinant)**。

$Y=f(x)$

1. 函数依赖不是指关系模式R的某个或某些关系实例满足的约束条件，而是指R的**所有关系实例**均要满足的约束条件。
2. 函数依赖是**语义范畴**的概念。只能根据数据的语义来确定函数依赖。  
例如 “姓名→年龄” 这个函数依赖只有在不允许有同名人的条件下成立
3. 数据库设计者可以对现实世界作强制的规定。例如规定不允许同名人的出现，函数依赖 “姓名→年龄” 成立。所插入的元组必须满足规定的函数依赖，若发现有同名人的存在，则拒绝装入该元组。

**例: Student(Sno, Sname, Ssex, Sage, Sdept)**

假设不允许重名, 则有:

$Sno \rightarrow Ssex, Sno \rightarrow Sage, Sno \rightarrow Sdept, Sno \longleftrightarrow Sname,$

$Sname \rightarrow Ssex, Sname \rightarrow Sage, Sname \rightarrow Sdept$

**但**  $Ssex \nrightarrow Sage$

若  $X \rightarrow Y$ , 并且  $Y \rightarrow X$ , 则记为  $X \longleftrightarrow Y$ 。

若  $Y$  不函数依赖于  $X$ , 则记为  $X \nrightarrow Y$ 。



❖ 函数依赖可以从不同角度分为：

- ◆ 平凡函数依赖与非平凡函数依赖
- ◆ 完全函数依赖与部分函数依赖
- ◆ 传递函数依赖



# 平凡函数依赖与非平凡函数依赖

在关系模式 $R(U)$ 中, 对于 $U$ 的子集 $X$ 和 $Y$ ,

如果 $X \rightarrow Y$ , 但 $Y \subsetneq X$ , 则称 $X \twoheadrightarrow Y$ 是非平凡的函数依赖

若 $X \rightarrow Y$ , 但 $Y \subseteq X$ , 则称 $X \rightarrow Y$ 是平凡的函数依赖

例: 在关系 $SC(Sno, Cno, Grade)$ 中,

非平凡函数依赖:  $(Sno, Cno) \rightarrow Grade$

平凡函数依赖:  $(Sno, Cno) \rightarrow Sno$

$(Sno, Cno) \rightarrow Cno$



## 定义6.2

在关系模式 $R(U)$ 中, 如果 $X \rightarrow Y$ , 并且对于 $X$ 的任何一个真子集 $X'$ , 都有

$X' \not\rightarrow Y$ , 则称 $Y$ 完全函数依赖于 $X$ , 记作 $X \xrightarrow{F} Y$ 。

若 $X \rightarrow Y$ , 但 $Y$ 不完全函数依赖于 $X$ , 则称 $Y$ 部分函数依赖于 $X$ , 记作 $X \xrightarrow{P} Y$ 。





例：在关系SC(Sno, Cno, Grade)中

由于：  $Sno \nrightarrow Grade$ ,  $Cno \nrightarrow Grade$ ,

因此：  $(Sno, Cno) \xrightarrow{F} Grade$

在关系Student(Sno, Sdept, Mname, Cno, Grade)

由于：  $Sno \rightarrow Sdept$ , **Sno是(Sno, Cno)的真子集**

因此：  $(Sno, Cno) \xrightarrow{P} Sdept$



定义6.3 在关系模式 $R(U)$ 中, 如果 $X \rightarrow Y$ ,  $(Y \not\subseteq X)$ ,  $Y \not\rightarrow X$ ,  $Y \rightarrow Z$ , 则称 $Z$

**传递函数依赖**于 $X$ , 记为:  $X \xrightarrow{\text{传递}} Z$

**注:** 如果 $Y \rightarrow X$ , 即 $X \longleftrightarrow Y$ , 则 $Z$ **直接依赖**于 $X$ 。

例: 在关系 $\text{Std}(\text{Sno}, \text{Sdept}, \text{Mname})$ 中, 有:

$\text{Sno} \rightarrow \text{Sdept}$ ,  $\text{Sdept} \rightarrow \text{Mname}$ ,  $\text{Sdept} \not\rightarrow \text{Sno}$

$\text{Mname}$ 传递函数依赖于 $\text{Sno}$



❖ 函数依赖

❖ 码

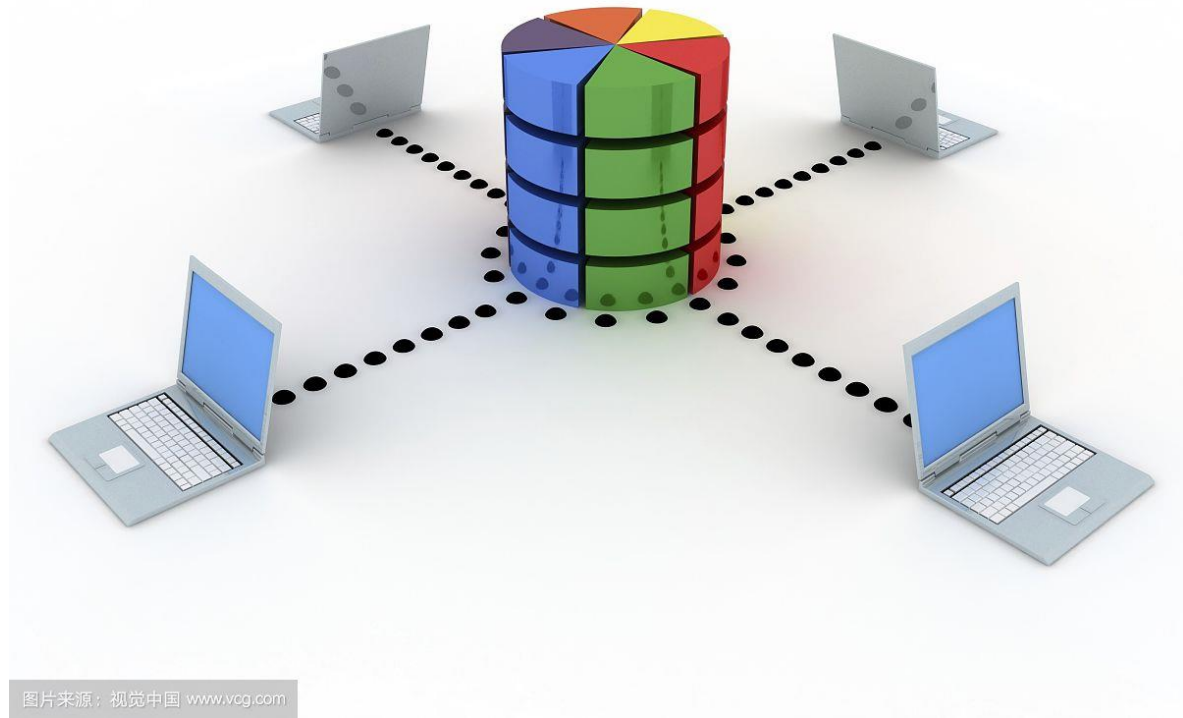
❖ 范式

◆ 1NF

◆ 2NF

◆ 3NF

◆ BCNF



**定义6.4** 设 $K$ 为 $R\langle U, F \rangle$ 中的属性或属性组合。若 $K \rightarrow U$ ，则 $K$ 称为 $R$ 的**候选码** (Candidate Key)。

❖ 若候选码多于一个，则选定其中的一个做为**主码** (Primary Key)。

◆ 主属性和非主属性

◆ 全码



[例1]关系模式S(Sno, Sdept, Sage), 单个属性Sno是码,

SC (Sno, Cno, Grade) 中, (Sno, Cno) 是码

[例2]关系模式R (**P, W, A**)

P: 演奏者    W: 作品    A: 听众

一个演奏者可以演奏多个作品;

某一作品可被多个演奏者演奏;

听众可以欣赏不同演奏者的不同作品; 码为(P, W, A), 即All-Key

## 定义6.5

关系模式  $R$  中属性或属性组  $X$  并非  $R$  的码，但  $X$  是另一个关系模式的码，则称  $X$  是  $R$  的**外部码 (Foreign key)** 也称外码

- ◆ 如在  $SC(\underline{Sno}, Cno, Grade)$  中， $Sno$  不是码，但  $Sno$  是关系模式  $S(\underline{Sno}, Sdept, Sage)$  的码，则  $Sno$  是关系模式  $SC$  的外部码
- ◆ **主码与外码** 一起提供了表示关系间联系的手段



❖ 函数依赖

❖ 码

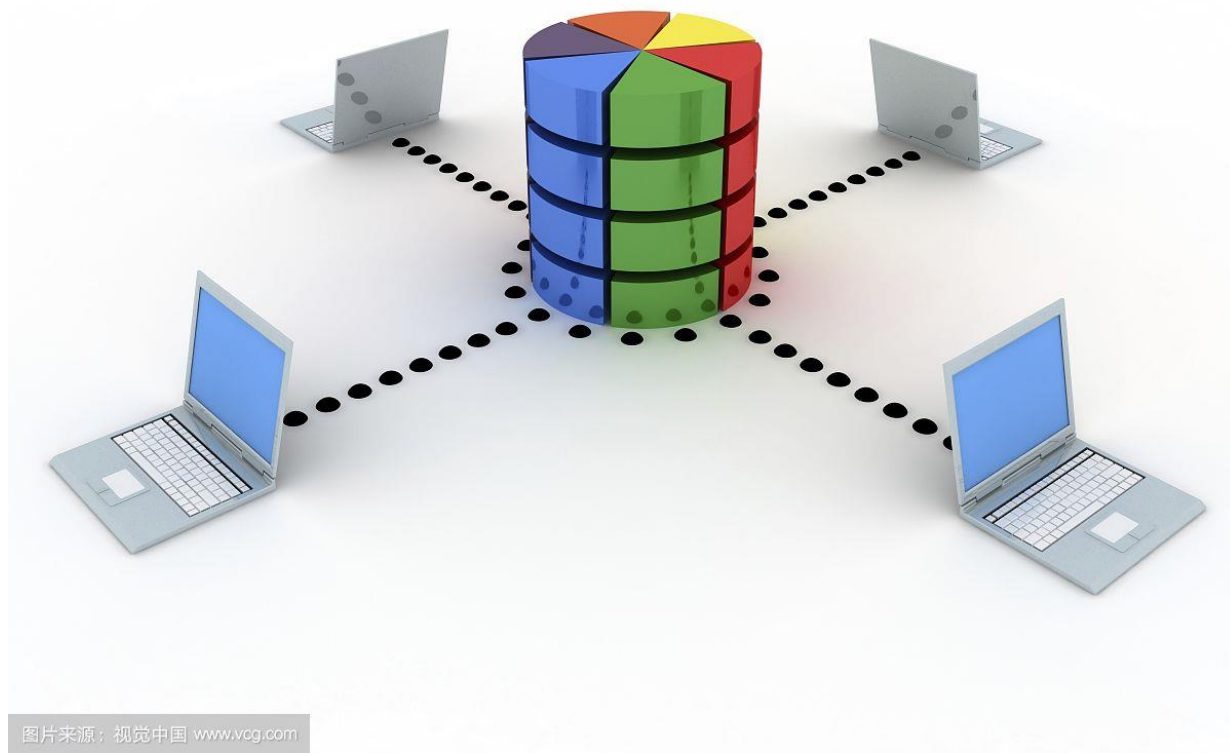
❖ 范式

◆ 1NF

◆ 2NF

◆ 3NF

◆ BCNF



- ❖ 范式是符合某一种级别的关系模式的集合
- ❖ 关系数据库中的关系必须满足一定的要求。满足不同程度要求的为不同范式
- ❖ 范式的种类：

**第一范式(1NF)**

**第二范式(2NF)**

**第三范式(3NF)**

**BC范式(BCNF)**

**第四范式(4NF)**

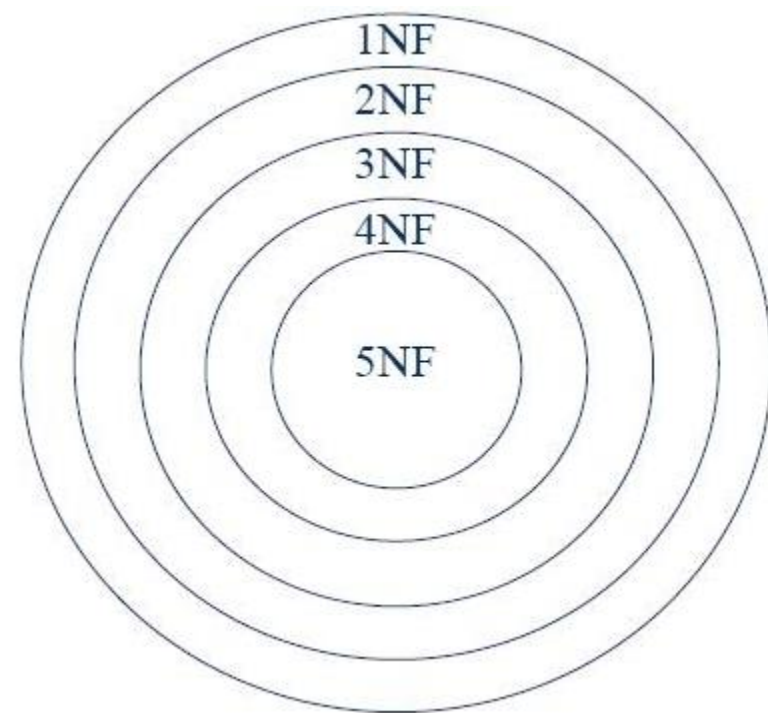
**第五范式(5NF)**

问题  
越  
少





- ❖ 某一关系模式R为第n范式，可简记为 $R \in nNF$ 。
- ❖ 一个低一级范式的关系模式，通过**模式分解**可以转换为若干个高一级范式的关系模式的集合，这种过程就叫**规范化**



定义：



如果一个关系模式R的所有属性都是**不可分的基本数据项**，则 $R \in 1NF$ 。简单来说，符合1范式的关系，就是不存在表中套表的情况

- ◆ 关系中不存在重复行、多值列
- ◆ 第一范式是对关系模式的最起码的要求。不满足第一范式的数据库模式不能称为关系数据库
- ◆ 满足第一范式的关系模式并不一定是一个好的关系模式。





## 实例分析

下面表格是一个不规范化（UNF）学生选课系统的实例，我们将从这个实例开始，一步一步将其**规范化**

表中套表

cno	cname	sno	sname	birthday	Grade	Result
IS701	Database Programming & Web Development	M928642	Bloggs	10/01/1984 01/04/1980 25/08/1975	A	Distinction
		M928268	Smith		C	Pass
		N926484	Green		D	Pass
		N978787	Morris		F	Fail
IS702	Communication Technologies	M928273	Bloggs	01/04/1980 25/08/1975	E	Fail
		N926484	Green		B	Merit
		N978787	Morris		C	PassFail
IS705	Business Systems	M928268	Smith	01/04/1980 25/08/1975	A	Distinction
		N926484	Green		C	Pass
		N978787	Morris		B	Merit

**UNF Un-normalised Form**（不符合1NF的形式、未规范化的形式）



# 第一步：将UNF转换成1NF，方法是剔除表中所套的表



SC					
Sno	Cno	Sname	Birthday	Grade	Result
M928642	IS701	Bloggs		A	Distinction
M928268	IS701	Smith	10/01/1984	C	Pass
N926484	IS701	Green	01/04/1980	D	Pass
N978787	IS701	Morris	25/08/1975	F	Fail

Course	
Cno	Cname
IS701	Database Programming & Web Development
IS702	Communication Technologies
IS705	Business Systems

❖ 转换成1NF后，关系还存在：

👉 插入异常

👉 删除异常

👉 数据冗余度大

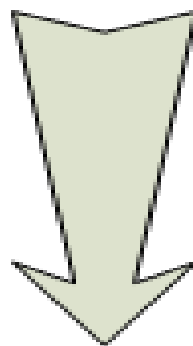
👉 修改复杂





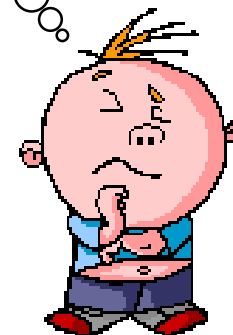
**第二步：** 将符合1NF的关系分解成符合2NF的多个关系

1NF



2NF

什么是  
2NF?





定义

若 $R \in 1NF$ ，且每一个**非主属性完全**函数依赖于码，则 $R \in 2NF$ 。

我们可以根据函数的依赖关系来分析SC和Course是不是2NF

SC(Sno, Cno, Sname,  
Birthdate, Grade, Result)

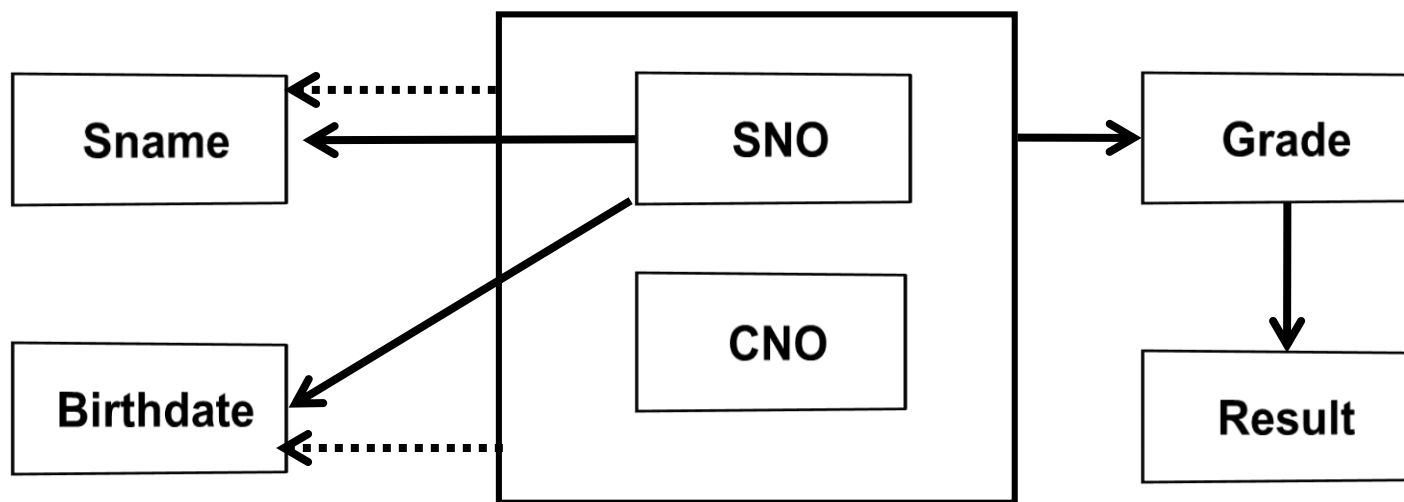
$(Sno, Cno) \xrightarrow{F} Grade$

$(Sno, Cno) \xrightarrow{P} Sname$

$(Sno, Cno) \xrightarrow{P} Birthdate$



**SC  $\notin$  2NF**

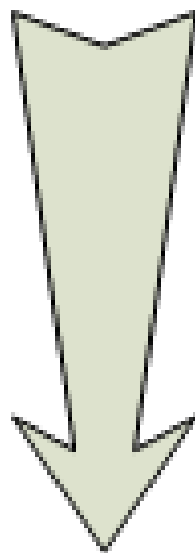


- ❖ SC的码为(Sno, Cno)
- ❖ SC满足第一范式。
- ❖ 非主属性Sname、Birthdate部分函数依赖于码(Sno, Cno)



1NF

消除非主属性对  
主码的**部分依赖**

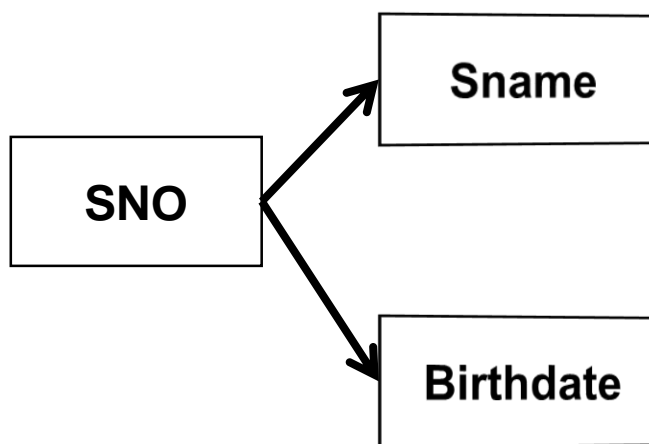


**方法：**将一个模式分解为  
多个模式，直至每个模式  
里都不存在非主属性对主  
码的**部分依赖**

2NF

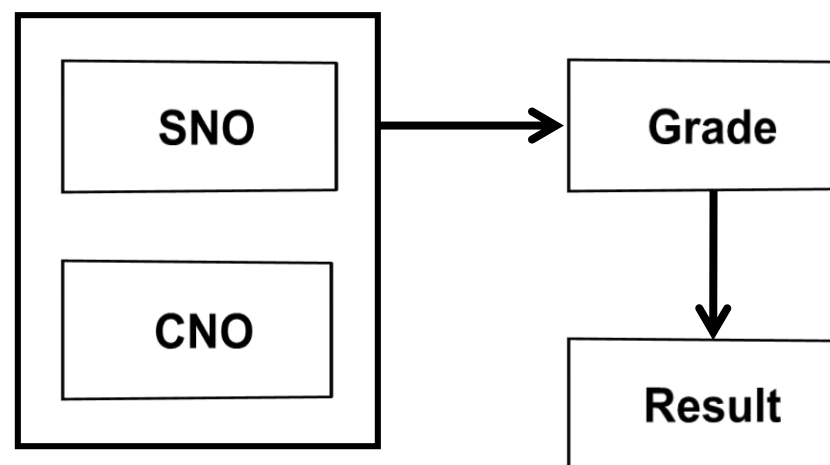
## ❖ 将SC分解为

Student(Sno, Sname, Birthdate)



Student中函数依赖

Sgrade(Sno, Cno, Grade, Result)



Sgrade中函数依赖

这样Student和Sgrade都不存在非主属性的部分依赖，都属于2NF

在2NF关系模式Sgrade(Sno, Cno, Grade, Result)中存在以下函数依赖:

$(Sno, Cno) \rightarrow Grade$

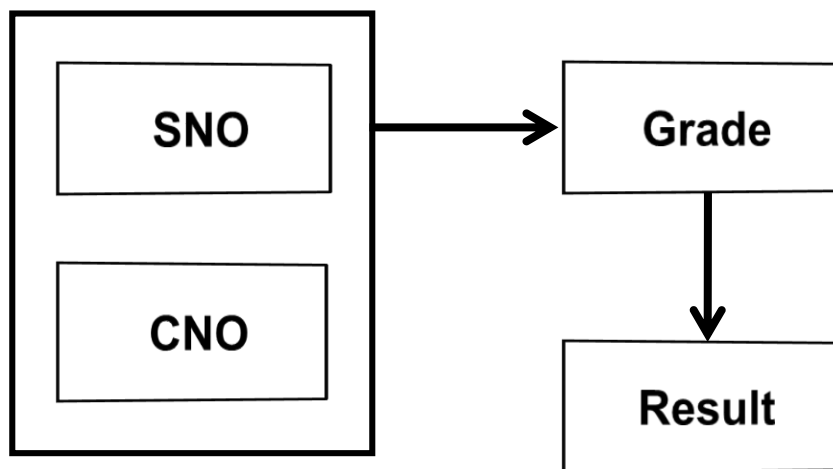
$Grade \rightarrow (Sno, Cno)$

$Grade \rightarrow Result$

$(Sno, Cno) \overset{\text{传递}}{\rightarrow} Result$

Result传递函数依赖于(Sno, Cno), 即Sgrade中存在非主属性 对码的传递函数依赖。

## 函数依赖图：



## ■ 插入异常

如果没有学生得A则Result中 Distinction无法插入到数据库。

## ■ 删除异常

如果学生只有一个学生得A，那么删除这个学生信息时Result中 Distinction也丢失了。

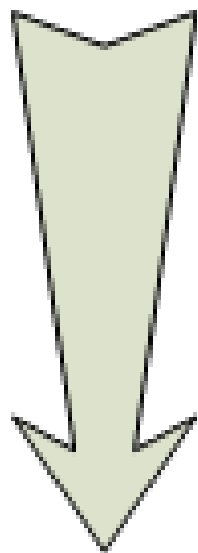
## ■ 数据冗余

每个Grade都对应一个Result，则Result列重复存储。

## 解决方法

2NF

消除非主属性对  
主码的**传递依赖**



**方法：**将一个模式分解为多个模式，直至每个模式里都不存在非主属性对主码的**传递依赖**

3NF



定义 关系模式  $R\langle U, F \rangle$  中若不存在这样的码  $X$ 、属性组  $Y$  及非主属性  $Z$  ( $Z \not\subseteq Y$ )，使得  $X \rightarrow Y$ ,  $Y \not\rightarrow X$ ,  $Y \rightarrow Z$ ，成立，则称  $R\langle U, F \rangle \in 3NF$ 。

例:  $Sgrade(Sno, Cno, Grade, Result) \in 2NF$

$(Sno, Cno) \xrightarrow{\text{传递}} Result$

$Sgrade(Sno, Cno, Grade, Result) \notin 3NF$

## ❖ 解决方法

采用投影分解法，把Sgrade分解为两个关系模式，以消除传递函数依赖：

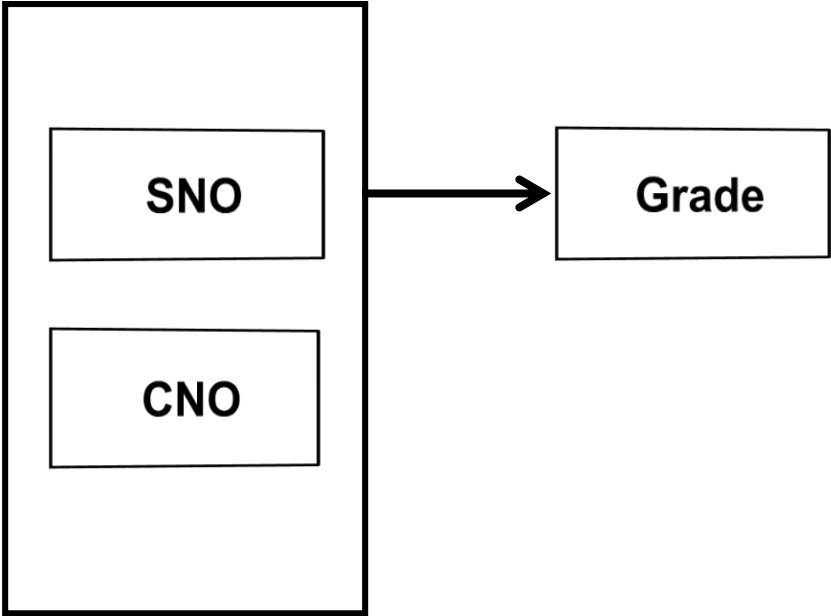
SG (Sno, Cno, Grade)

GR (Grade, Result)

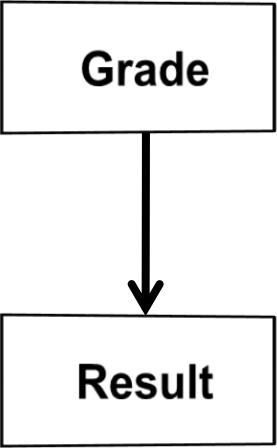
SG的码为(Sno,Cno), GR的码为Grade。



# 函数依赖图



SG



GR



- ❖ 若 $R \in 3NF$ ，则 $R$ 的每一个非主属性既不部分函数依赖于候选码也不传递函数依赖于候选码。
- ❖ 如果 $R \in 3NF$ ，则 $R$ 也是 $2NF$ 。
- ❖ 采用投影分解法将一个 $2NF$ 的关系分解为多个 $3NF$ 的关系，可以在一定程度上解决原 $2NF$ 关系中存在的插入异常、删除异常、数据冗余度大、修改复杂等问题。
- ❖ 将一个 $2NF$ 关系分解为多个 $3NF$ 的关系后，并不能完全消除关系模式中的各种异常情况和数据冗余。

❖ **定义6.8** 关系模式  $R\langle U, F \rangle \in 1NF$ , 若  $X \rightarrow Y$  且  $Y \not\subseteq X$  时  $X$  必含有码, 则  $R\langle U, F \rangle \in BCNF$ 。

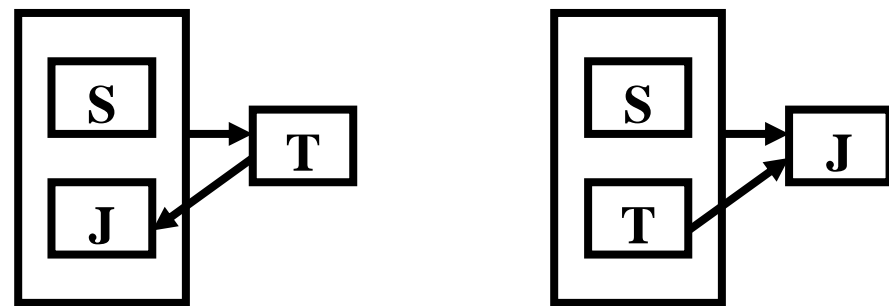
❖ 若  $R \in BCNF$

- ◆ 所有非主属性对每一个码都是完全函数依赖
- ◆ 所有的主属性对每一个不包含它的码, 也是完全函数依赖
- ◆ 没有任何属性完全函数依赖于非码的任何一组属性

◆  $R \in BCNF \xrightleftharpoons[\text{不必要}]{\text{充分}} R \in 3NF$

例：在关系模式STJ (S, T, J) 中，S表示学生，T表示教师，J表示课程。

- ◆ 每一教师只教一门课。每门课由若干教师教，某一学生选定某门课，就确定了一个固定的教师。某个学生选修某个教师的课就确定了所选课的名称： $(S, J) \rightarrow T$ ,  $(S, T) \rightarrow J$ ,  $T \rightarrow J$



STJ函数依赖

❖  $STJ \in 3NF$

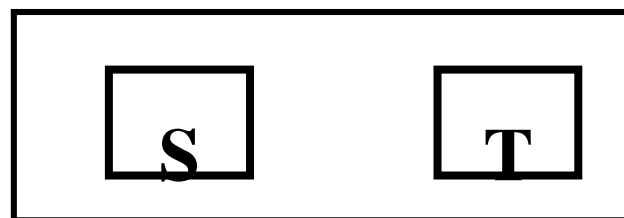
- ◆ 没有任何非主属性对码传递依赖或部分依赖

❖  $STJ \notin BCNF$

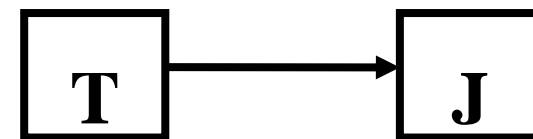
- ◆ T是决定因素，T不包含码

❖ 解决方法：将STJ分解为二个关系模式：

- ◆  $SJ(S, J) \in BCNF, TJ(T, J) \in BCNF$



**SJ**



**TJ**

# BCNF的关系模式所具有的性质

- ❖ 所有**非主属性**都完全函数依赖于每个候选码
- ❖ 所有主属性都完全函数依赖于每个不包含它的候选码
- ❖ 没有任何属性完全函数依赖于非码的任何一组属性



❖ 按照规范化理论设计的关系模式是最优的吗？



- ❖ 第一节 问题的提出
- ❖ 第二节 规范化
- 第三节 数据依赖的公理系统



## ❖ 掌握

- ◆ Armstrong公理系统
- ◆ 求闭包

## ❖ 了解

- ◆ 模式分解

## ❖ 重点

- ◆ 求闭包

## ❖ 难点

- ◆ 求闭包





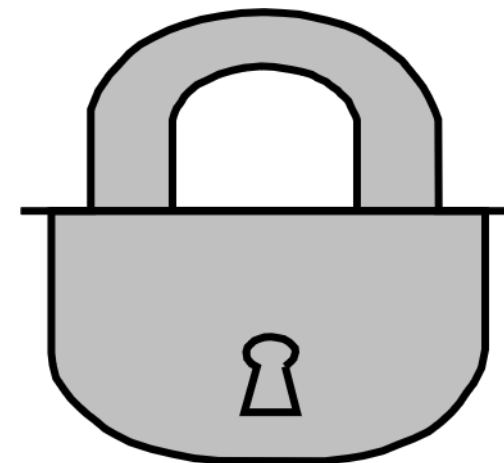
## ❖ 逻辑蕴含

- ◆ 对于满足一组函数依赖 $F$ 的关系模式 $R\langle U, F \rangle$ ，其任何一个关系 $r$ ，若函数依赖 $X \rightarrow Y$ 都成立，则称 **$F$ 逻辑蕴含 $X \rightarrow Y$**
- ◆ 例：已知 $R(X, Y, Z)$ ， $F = \{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\}$ ，则 $X \rightarrow Z$ 成立， **$X \rightarrow Z$ 被 $F$ 逻辑蕴含**。



## ❖ Armstrong公理系统

- ◆ 一套推理规则，是模式分解算法的理论基础
- ◆ 用途：
  - 从一组函数依赖求得蕴含的函数依赖
  - 求给定关系模式的码



❖ Armstrong公理系统，关系模式 $R \langle U, F \rangle$ 有以下的推理规则

- ◆ **A1自反律**：若 $Y \subseteq X \subseteq U$ ，则 $X \rightarrow Y$ 为 $F$ 所蕴含
- ◆ **A2增广律**：若 $X \rightarrow Y$ 为 $F$ 所蕴含，且 $Z \subseteq U$ ，则 $XZ \rightarrow YZ$ 为 $F$ 所蕴含
- ◆ **A3传递律**：若 $X \rightarrow Y$ 及 $Y \rightarrow Z$ 为 $F$ 所蕴含，则 $X \rightarrow Z$ 为 $F$ 所蕴含

❖ Armstrong公理系统的推理规则

- ◆ **合并规则**：由 $X \rightarrow Y$ ， $X \rightarrow Z$ ，有 $X \rightarrow YZ$
- ◆ **伪传递规则**：由 $X \rightarrow Y$ ， $WY \rightarrow Z$ ，有 $XW \rightarrow Z$
- ◆ **分解规则**：由 $X \rightarrow Y$ 及 $Z \subseteq Y$ ，有 $X \rightarrow Z$



$X \rightarrow A_1 A_2 \dots A_k$ 成立的充分必要条件是 $X \rightarrow A_i$ 成立( $i = 1, 2, \dots, k$ )

## ❖ 引理6.1 (由合并规则和分解规则可得)

## ❖ 闭包

- 在关系模式 $R\langle U, F \rangle$ 中为 $F$ 所逻辑蕴含(或推导)的**函数依赖的全体**叫做 $F$ 的闭包, 记为 **$F^+$**

## ❖ Armstrong公理系统是有效的、完备的

- Armstrong公理系统的有效性
  - 由 $F$ 出发根据Armstrong公理导出的每一个函数依赖一定在 $F^+$ 中
- Armstrong公理系统的完备性
  - $F^+$ 中的每一个函数依赖, 必定可以由 $F$ 出发根据Armstrong公理导出



❖ 定义6.13 设 $F$ 为属性集 $U$ 上的一组函数依赖,  $X \subseteq U$ ,  $X_F^+ = \{ A | X \rightarrow A \text{ 能由 } F \text{ 根据Armstrong公理导出} \}$ ,  $X_F^+$ 称为属性集 $X$ 关于函数依赖集 $F$ 的闭包。

◆ 例:  $U = \{A, B, C, D\}$ ;  $F = \{A \rightarrow B, BC \rightarrow D\}$ ;  $A_F^+ = \{A, B\}$



## 算法：求属性集 $X$ 关于函数依赖集 $F$ 的闭包 $X_F^+$

(1) 令  $X^{(0)} = X, i = 0$

(2) 求  $B$ , 这里  $B = \{A \mid (\exists V)(\exists W)(V \rightarrow W \in F \wedge V \subseteq X^{(i)} \wedge A \in W)\}$ , 即在  $F$  中寻找尚未用过的左边是  $X^{(i)}$  子集的函数依赖  $V \rightarrow W$ , 并找出  $W$  中未出现过的属性集  $B$

(3)  $X^{(i+1)} = B \cup X^{(i)}$

(4) 判断  $X^{(i+1)} = X^{(i)}$  吗?

(5) 若相等或  $X^{(i)} = U$ , 则  $X^{(i)}$  就是  $X_F^+$ , 算法终止

(6) 若否, 则  $i = i + 1$ , 返回第(2)步

例1： 已知 $R \langle U, F \rangle, U = \{A, B, C, D, E\},$

$F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, C \rightarrow E, EC \rightarrow B, AC \rightarrow B\},$  求 $(AB)_F^+$

$X^{(0)} = AB, X^{(1)} = AB \cup CD, X^{(2)} = ABCD \cup EB$

故 $(AB)_F^+ = ABCDE$



[例2]

已知 $R(A, B, C, D, E, G)$ ,

$F = \{AB \rightarrow C, D \rightarrow EG, C \rightarrow A, BE \rightarrow C,$   
 $BC \rightarrow D, CG \rightarrow BD, ACD \rightarrow B, CE \rightarrow AG\},$

求 $(BD)_F^+$

$$(BD)^0 = BD,$$

$$(BD)^1 = BD \cup EG,$$

$$(BD)^2 = BDEG \cup C,$$

$$(BD)^3 = BDEGC \cup ADBG,$$

$$\text{结束, } (BD)_F^+ = BDEGCA$$



# 利用属性组的闭包求关系的候选码

❖ 已知:  $R(X,Y,Z)$ ,  $F=\{X\rightarrow Y, Y\rightarrow Z\}$ , 求关系的候选码。

❖ 过程:

- ◆ 首先, 找出所有没有在任何函数依赖右侧出现的属性, 把他们组成一个属性组K, 候选码一定含有K;
- ◆ 计算 $K_F^+$ , 如果 $K_F^+ = U$ , 则K为候选码, 而且只有这一个; 否则, 基于K扩充属性, 形成新的属性组 (含有K但不含候选码的所有可能的属性组合), 计算新属性组的闭包, 判断其是否为候选码。

❖ **Key: {X}**

1. 已知关系模式 $R\langle U, F \rangle$ , 其中

$U = \{A, B, C, D, E\};$

$F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, C \rightarrow E, EC \rightarrow B, AC \rightarrow B\}.$

求关系的候选码。

2. 已知关系模式 $U(A, B, C, D, E, F, G)$

$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D, D \rightarrow E, (A, F) \rightarrow G\}$

求候选码。



### 3. 已知学生关系模式

$S(Sno, Sname, SD, Sdname, Course, Grade)$

其中：Sno学号、Sname姓名、SD系名、Sdname系主任名、Course课程、Grade成绩。

(1)写出关系模式S的基本函数依赖和主码。

(2)原关系模式S为第几范式？为什么？分解成高一级范式，并说明为什么？

(3)将关系模式分解成3NF，并说明为什么？

#### 4. 设有如图所示的学生关系S

学号	学生名	年龄	性别	系号	系名
100001	王 婧	18	女	1	通信工程
200001	张 露	19	女	2	电子工程
200002	黎明远	20	男	2	电子工程
300001	王 燃	21	男	3	计算机
300004	张 露	20	女	3	计算机
300005	潘 建	19	男	3	计算机

- 试问S是否属于3NF? 为什么? 若不是, 它属于几范式? 并将其规范化为3NF

## 5. 设有如下关系R

课程名↵	教师名↵	教师地址↵
C1↵	马千里↵	D1↵
C2↵	于得水↵	D1↵
C3↵	余快↵	D2↵
C4↵	于得水↵	D1↵

(1)它为第几范式? 为什么?

(2)是否存在删除操作异常?若存在, 则说明是在什么情况下发生的?

(3)将它分解为高一级范式, 分解后的关系是如何解决分解前可能存在的删除操作异常问题?

6. 设有如图所示的关系R,试问R属于3NF? 为什么?

若不是, 它属于第几范式? 并如何规范化为3NF?

职工号	职工名	年龄	性别	单位号	单位名
E1	ZHAO	20	F	D3	CCC
E2	QIAN	25	M	D1	AAA
E3	SEN	38	M	D3	CCC
E4	L1	25	F	D3	CCC

7. 假设某企业集团数据库中有一关系模式R如下：

R (商店编号, 商品编号, 商品库存数量, 部门编号, 负责人) 如果规定：

- ① 每个商店的每种商品只在该商店的一个部门销售；
- ② 每个商店的每个部门只有一个负责人；
- ③ 每个商店的每种商品只有一个库存数量。

试分析：

- ① 根据上述规定，写出关系模式R的基本函数依赖；
- ② 指出该关系模式R的候选码
- ③ 指出该关系模式R的范式级别，为什么？
- ④ 若R不是3NF，将R分解为3NF。

8. 建立一个关于系、学生、班级、学会等诸信息的关系数据库。

**学生：**学号、姓名、出生年月、系名、班号、宿舍区。

**班级：**班号、专业名、系名、人数、入校年份。

**系：**系名、系号、系办公地点、人数。

**学会：**学会名、成立年份、办公地点、人数。

**语义如下：**

- ① 一个系有若干专业，每个专业每年只招一个班，每个班有若干学生。
- ② 一个系的学生住在同一宿舍区。
- ③ 每个学生可参加若干学会，每个学会有若干学生。
- ④ 学生参加某学会有一个入会年份。

请给出关系模式，写出每个关系模式的极小函数依赖集，指出是否存在传递函数依赖，对于函数依赖左部是多属性的情况讨论函数依赖是完全函数依赖，还是部分函数依赖。指出各关系模式的候选码、外部码，有没有全码存在？



9. 下面的结论哪些是正确的？哪些是错误的？对于错误的请给一个反例说明之。

(1)任何一个二目关系是属于3NF。

(2)任何一个二目关系是属于BCNF。

10. 现有商品供应关系模式：supply(sno,pno,scity,status,qty)

已知其上的函数依赖集合  $F = \{sno \rightarrow scity, scity \rightarrow status, (sno, pno) \rightarrow qty\}$

- ◆ 1) 求该关系模式的候选码（要求：给出关键步骤）。
- ◆ 2) 该关系模式最高满足几范式？给出理由。
- ◆ 3) 请使用投影分解法将该关系模式转化为一组3NF关系模式。

## 11. 已知关系模式R(A, B, C, D, E, F, G)

$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D, D \rightarrow E, (A, F) \rightarrow D\}$

(1) 求候选码。

(2) 该关系模式是否满足2NF? 为什么?

(3) 使用投影分解法将关系模式R分解成一组3NF模式集。

吾日三省吾身。为人谋而不忠乎？与朋友交而不信乎？传不习乎？

