

# 数据库原理

---

## 第6章 关系数据库设计理论

辽东学院 鲁 琴

# 本节要点

数据库基础概念

数据库原理

关系数据库

数据库新技术

关系数据模型

关系数据语言

数据库设计

数据库管理

数据库设计步骤

概念设计工具

ER图

UML图

逻辑设计工具

关系数据库设计理论

数据依赖

范式

1NF

2NF

3NF

BCNF

关系模式的规范化

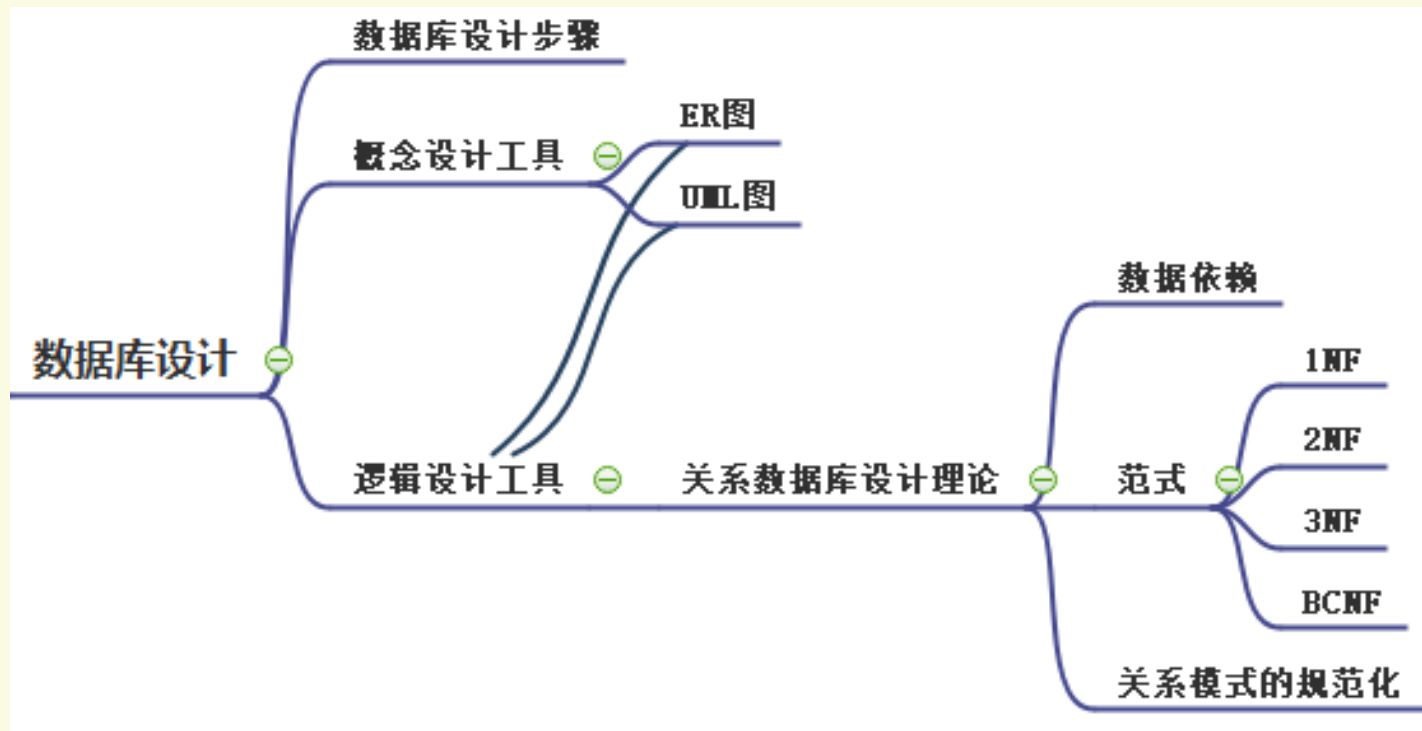
# 第6章 关系数据库设计理论

---

## 关系数据库逻辑设计

- 针对一个具体问题，应如何构造一个适合于它的**数据模式**，即应该构造几个关系，每个关系由哪些属性组成等。
- 数据库**逻辑设计**的工具——关系数据库的**规范化理论**

# 第6章 关系数据库设计理论



# 第5章 关系数据库设计理论

---

## 6.1 数据依赖

### 6.1.1 关系模式中的数据依赖

### 6.1.2 数据依赖对关系模式的影响

### 6.1.3 有关概念

## 6.2 范式

## 6.3 关系模式的规范化

# 一、概念回顾

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
95001	李勇	M	20	CS
95002	刘晨	F	19	IS
95003	王名	F	18	MA
95004	张立	M	18	IS

**关系：**描述实体及其属性、实体间的联系。

- 它是一张二维表，是所涉及属性的笛卡尔积的一个子集。

**关系模式：**用来定义关系。 Student (Sno, Sname, Ssex, Sage, Sdept)

**关系数据库：**基于关系模型的数据库，利用关系来描述现实世界。

- 从形式上看，它由一组关系组成。

**关系数据库的模式：**定义这组关系的关系模式的全体。

## 二、关系模式的形式化定义

关系模式由五部分组成，即

$R(U, D, DOM, F)$

$R(U)$   
 $R(U, F)$

- R:** 关系名
- U:** 组成该关系的属性名集合
- D:** 属性组U中属性所来自的域
- DOM:** 属性向域的映象集合
- F:** 属性间数据的依赖关系集合

### 三、什么是数据依赖

---

完整性约束的表现形式：

- ✓ 限定属性取值范围：例如学生成绩必须在0-100之间
- ✓ 定义属性值间的相互关连（主要体现于值的相等与否），这就是数据依赖，它是数据库模式设计的关键



# 数据依赖

---

- ✓ 是通过一个关系中属性间值的相等与否体现出来的数据间的相互关系
- ✓ 是现实世界属性间相互联系的抽象
- ✓ 是数据内在的性质
- ✓ 是语义的体现

# 数据依赖的主要类型

---

- ✓ 函数依赖

(Functional Dependency, 简记为FD)

- ✓ 多值依赖

(Multivalued Dependency, 简记为MVD)

- ✓ 连接依赖

## 四、关系模式的简化表示

- 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

## 6.1 数据依赖

---

6.1.1 关系模式中的数据依赖

6.1.2 数据依赖对关系模式的影响

6.1.3 有关概念

# 数据依赖对关系模式的影响

- 例：建立一个描述学校的数据库。

涉及的对象包括：

学生的学号 (Sno)

所在系 (Sdept)

系主任姓名 (Mname)

课程名 (Cname)

成绩 (Grade)

- 假设学校的数据库模式由一个单一的关系模式Student构成，  
则该关系模式的属性集合为：

$U = \{ Sno, Sdept, Mname, Cname, Grade \}$

## Student (Sno, Sdept, Mname, Cname, Grade )对应的关系

Sno	Sdept	Mname	Cname	Grade
0912120301	信息管理	王主任	数据库原理	90
0912120302	信息管理	王主任	计算机网络	99
0912120303	信息管理	王主任	数据库原理	96
0912120304	信息管理	王主任	数据库原理	92
0913120401	网络工程	宁主任	数据库应用	87
0913120402	网络工程	宁主任	数据库应用	87
0913120403	网络工程	宁主任	数据库应用	90
0913120404	网络工程	宁主任	数据库应用	78

已知:

1. 一个系有若干学生, 但一个学生只属于一个系;  $Sno \rightarrow Sdept$
2. 一个系只有一名主任;  $Sdept \rightarrow Mname$
3. 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。  
 $(Sno, Cname) \rightarrow Grade$

# 关系模式Student (U, F) 中存在的问题

---

## 1. 数据冗余太大

- 浪费大量的存储空间

## 2. 更新异常

- 数据冗余，更新数据时，维护数据完整性代价大

## 3. 插入异常

- 该插的数据插不进去

## 4. 删除异常

- 不该删除的数据不得不删

# Student关系模式不是一个好的模式

---

原因：

- 由存在于模式中的某些数据依赖引起的

解决方法：

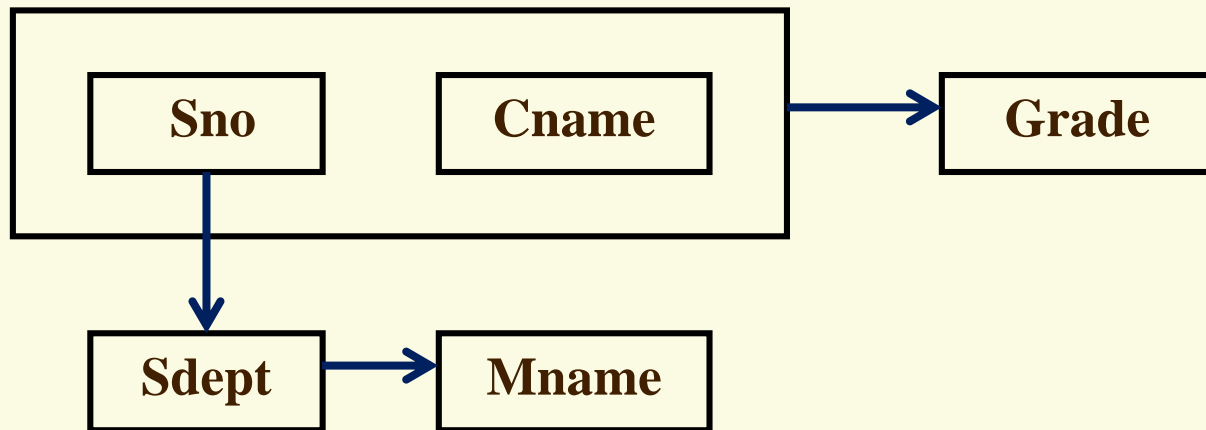
- 通过分解关系模式来消除其中不合适的数据依赖



# 数据依赖对关系模式的影响

关系模式Student中属性组U上的函数依赖F:

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



# 规范化理论

---

- ✓ 规范化理论正是用来改造关系模式
- ✓ 通过分解关系模式来消除其中不合适的数据依赖
- ✓ 以解决插入异常、删除异常、更新异常和数据冗余问题

# 6.1 数据依赖

---

## 6.1.1 关系模式中的数据依赖

## 6.1.2 数据依赖对关系模式的影响

## 6.1.3 有关概念

- ✓ 函数依赖
- ✓ 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
- ✓ 码

## 定义6.1 函数依赖

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)**。

# 说明：

1. 函数依赖是指**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

例如“姓名 $\rightarrow$ 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

例如设计者可以强行规定不允许同名人的出现，因而使函数依赖“姓名 $\rightarrow$ 年龄”成立

4. 若 $X \rightarrow Y$ ，并且 $Y \rightarrow X$ ，则记为 ~~$X \rightarrow Y$~~   $X \leftrightarrow Y$

6. 若Y不函数依赖于X，则记为 $X \nrightarrow Y$ 。

# 写出所有的函数依赖

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

假设不允许重名

**Sno  $\rightarrow$  Ssex,      Sno  $\rightarrow$  Sage**

**Sno  $\rightarrow$  Sdept,      Sno  $\leftrightarrow$  Sname**

**Sname  $\rightarrow$  Ssex,      Sname  $\rightarrow$  Sage**

**Sname  $\rightarrow$  Sdept**

但

**Ssex  $\nrightarrow$  Sage, Ssex  $\nrightarrow$  Sdept,**

## 定义6.2 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 $Y \not\subseteq X$ , 则称 $X \rightarrow Y$ 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:** 在关系模式 $SC(Sno, Cno, Grade)$ 中,

**非平凡函数依赖:**

$(Sno, Cno) \rightarrow Grade$

**平凡函数依赖:**

$(Sno, Cno) \rightarrow Sno$

$(Sno, Cno) \rightarrow Cno$

✓ 对于任一关系模式, 平凡函数依赖都是必然成立的, 它不反映新的语义, 因此若不特别声明, 我们总是讨论**非平凡函数依赖**

## 定义6.3 完全函数依赖与部分函数依赖

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 $X' \nrightarrow Y$ ，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  $X \xrightarrow{p} Y$



# 完全函数依赖与部分函数依赖

例: **SC(Sno, Cno, Grade)**

$\text{Sno} \twoheadrightarrow \text{Grade}, \text{Cno} \twoheadrightarrow \text{Grade},$

$(\text{Sno}, \text{Cno}) \xrightarrow{f} \text{Grade}$

$(\text{Sno}, \text{Cno}) \xrightarrow{p} \text{Sno}, \quad (\text{Sno}, \text{Cno}) \xrightarrow{p} \text{Cno}$

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

$\text{Sno} \xrightarrow{f} \text{Sname}, \text{Sno} \xrightarrow{f} \text{Ssex}, \text{Sno} \xrightarrow{f} \text{Sage},$

$\text{Sno} \xrightarrow{f} \text{Sdept}$

$(\text{Sno}, \text{Sname}) \xrightarrow{p} \text{Sdept}, (\text{Sno}, \text{Ssex}) \xrightarrow{p} \text{Sdept}$

## 定义6.4 传递函数依赖

在关系模式 $R(U)$ 中

如果 $X \rightarrow Y$ ,  $Y \rightarrow Z$ , 且 $Y \not\subseteq X$ ,  $Y \not\rightarrow X$ , 则称 $Z$ 传递函数依赖于 $X$

如果 $Y \rightarrow X$ , 即 $X \leftrightarrow Y$ , 则 $Z$ 直接依赖于 $X$

例: 在关系 $Std(Sno, Sdept, Mname)$ 中,

有:  $Sno \rightarrow Sdept$ ,  $Sdept \rightarrow Mname$

则:  $Mname$ 传递函数依赖于 $Sno$

## 定义6.5 码

- 设K为关系模式R(U,F)中的属性或属性组合
- 若 $K \xrightarrow{f} U$ ，则K称为R的一个**候选码**(Candidate Key)
- 若关系模式R有多个候选码，则选定其中的一个做为**主码** (Primary key)
- **候选码**能够唯一地标别关系的元组，是关系模式中一组最重要的属性
- **主码**又和**外码**一起提供了一个表示关系间联系的手段

## 练习

一个关系模式 Took(sID, name, courseNum, title). 表示学生选课情况。其中属性有学生ID (sID, 唯一) 和学生姓名 (name), 课程号 (courseNum, 唯一) 和课程名 (title), 下面哪项是Took关系中所有的函数依赖:

- A  $sID \rightarrow courseNum$
- B.  $sID \rightarrow name, courseNum \rightarrow title$
- C.  $cname \rightarrow sID, title \rightarrow courseNum$
- D.  $courseNum \rightarrow sID$

## 练习

关系模式  $\text{Apply}(\text{SSN}, \text{cName}, \text{state}, \text{date}, \text{major})$ , 如果有下面的函数  $\text{SSN}, \text{cName} \rightarrow \text{date}$ , 则对应下面哪项现实世界的约束?

- A 一个学生只能申请一所大学.
- B. 一个学生只能申请一所大学一次
- C. 一个学生必须在同一日期申请所有大学
- D. 关于每个学生申请某一特定大学的每个申请必须在同一天