

第一部分：

一、求最小依赖集

例：设有依赖集： $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, D \rightarrow EG, BE \rightarrow C, \underline{CG \rightarrow BD}, CE \rightarrow AG\}$ ，计算与其等价的最小依赖集。

解：

$CG \rightarrow BD$

1、将依赖右边属性单一化，结果为：

$F1 =$

$\{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, \underline{D \rightarrow E}, \underline{D \rightarrow G}, BE \rightarrow C, \underline{CG \rightarrow B}, \underline{CG \rightarrow D}, \underline{CE \rightarrow A}, \underline{CE \rightarrow G}\}$

2、在F1中去掉依赖左部多余的属性。对于 $CE \rightarrow A$ ，由于 $C \rightarrow A$ 成立，故E是多余的；对于 $ACD \rightarrow B$ ，由于 $(CD)^+ = ABCEDG$ ，故A是多余的。删除依赖左部多余的依赖后：

$F2 =$

$\{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, CD \rightarrow B, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, \underline{CG \rightarrow B}, CG \rightarrow D, CE \rightarrow G\}$

3、在F2中去掉多余的依赖。对于 $CG \rightarrow B$ ，由于 $(CG)^+ = ABCEDG$ ，故 $CG \rightarrow B$ 是多余的。删除依赖左部多余的依赖后：

$F3 =$

$\{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, CD \rightarrow B, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, CG \rightarrow D, CE \rightarrow G\}$

$CG \rightarrow B$ 与 $CD \rightarrow B$ 不能同时存在，但去掉任何一个都可以，说明最小依赖集不唯一。

二、求闭包

例：关系模式  $R(U, F)$ ，其中  $U = \{A, B, C, D, E, I\}$ ， $F = \{A \rightarrow D, AB \rightarrow E, BI \rightarrow E, CD \rightarrow I, E \rightarrow C\}$ ，计算  $(AE)^+$ 。

解：令  $X = \{AE\}$ ， $X(0) = AE$ ；

计算  $X(1)$ ；逐一扫描  $F$  集中各个函数依赖，在  $F$  中找出左边是  $AE$  子集的函数依赖，其结果是： $A \rightarrow D$ ， $E \rightarrow C$ 。于是  $X(1) = AE \cup DC = ACDE$ ；

因为  $X(0) \neq X(1)$ ，且  $X(1) \neq U$ ，所以在  $F$  中找出左边是  $ACDE$  子集的函数依赖，其结果是： $CD \rightarrow I$ 。于是  $X(2) = ACDE \cup I = ACDEI$ 。

虽然  $X(2) \neq X(1)$ ，但在  $F$  中未用过的函数依赖的左边属性已没有  $X(2)$  的子集，所以不必再计算下去，即  $(AE)^+ = ACDEI$ 。

### 三、求候选键

例 1：关系模式  $R(U, F)$ ，其中  $U = \{A, B, C, D\}$ ， $F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow D\}$ ，试求此关系的候选键。

解：首先求属性的闭包：

$(A)^+ = AB$ ， $(B)^+ = B$ ， $(C)^+ = CD$ ， $(D)^+ = D$   
 $(AB)^+ = AB$ ， $(AC)^+ = ABCD = U$ ， $(AD)^+ = ABD$ ， $(BC)^+ = BCD$ ， $(BD)^+ = BD$ ， $(CD)^+ = CD$

$(ABD)^+ = ABD$ ， $(BCD)^+ = BCD$ ，

因  $(AC)^+ = ABCD = U$ ，且  $(A)^+ = AB$ ， $(C)^+ = CD$ ，由闭包的定义， $AC \rightarrow A$ ， $AC \rightarrow B$ ， $AC \rightarrow B$ ， $AC \rightarrow D$ ，由合并规则得  $AC \rightarrow ABCD = U$ ；

由候选码的定义可得  $AC$  为候选码。

对于给定的关系R ( $A_1, A_2, \dots, A_n$ ) 和函数依赖集F, 可将其属性分为四类:

L类: 仅出现在F的函数依赖左部的属性;

R类: 仅出现在F的函数依赖右部的属性;

N类: 在F的函数依赖左右两边均未出现的属性;

LR类: 在F的函数依赖左右两边均出现的属性。

定理1 对于给定的关系模式R及其函数依赖集F, 若X (X属于R) 是L类属性, 则X必为R的任一候选关键字的成员。

**例 1: 关系模式 R ( U , F ) , 其中  $U = \{A, B, C, D\}$ ,  $F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow D\}$ , 试求此关系的候选键。**

**例2 设有关系模式R(A, B, C, D), 其函数依赖集  $F = \{D \rightarrow B, B \rightarrow D, AD \rightarrow B, AC \rightarrow D\}$ , 求R的所有候选键。**

推论 对于给定的关系模式R及其函数依赖集F, 若X (X属于R) 是L类属性, 且 $X^+$ 包含了R的全部属性, 则X必为R的惟一候选关键字。

定理2 对于给定的关系模式R及其函数依赖集F, 若X (X属于R) 是R类属性, 则X不在任何候选关键字中。

**例 3 关系模式 R ( U , F ) , 其中  $U = \{A, B, C, D, E, P\}$ ,  $F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow D, E \rightarrow A, CE \rightarrow D\}$ , 试求此关系的候选键。**

定理 3 对于给定的关系模式R及其函数依赖集F, 若X (X属于R) 是N类属性, 则X必为R的任一候选关键字的成员。

**例4 设有关系模式R(A, B, C, D, E, P), 其函数依赖集  $F = \{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, DC \rightarrow A\}$ , 求R的所有候选关键字。**

推论 对于给定的关系模式R及其函数依赖集F，若X（X属于R）是N类和L类组成的属性集，且X'包含了R的全部属性，则X必为R的惟一候选关键字

#### 四、关系模式规范化程度的判断（在BCNF内判断）

例 5 关系模式 R ( U , F ) , 其中 U = { A , B , C , D } , 函数依赖集 F = { B → D , AB → C } , 试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：AB必是候选码的成员，且  $(AB)^+ = ABCD = U$ ，所以AB为候选码。则  $AB \rightarrow D$ ，又因  $B \rightarrow D$ ，存在非主属性对码的部分依赖，所以最高为1NF。

例 6 关系模式 R ( U , F ) , 其中 U = { A , B , C , D , E } , 函数依赖集 F = { AB → C, E → AB, C → D } , 试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：属性D肯定不在候选码中，通过计算可得：

$(AB)^+ = ABCDE = U$ ，且  $(E)^+ = ABCDE = U$ ，所以AB、E为候选码；

由于F中不存在部分依赖，故R至少属于2NF；

因  $AB \rightarrow C$ ， $AB \rightarrow E$ ， $C \rightarrow D$ ，存在非主属性对码的传递依赖，所以最高为2NF。

例7 关系模式R ( U , F ) , 其中U={A, B, C}, 函数依赖集F={A→B, B→A, A→C}, 试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：属性C肯定不在候选码中，通过计算可得：

$(A)^+ = ABC = U$ ，且  $(B)^+ = ABC = U$ ，所以A、B为候选码；

由于候选码仅有一个属性，不存在部分依赖，故R至少属于2NF；

$B \rightarrow A$ ， $A \rightarrow C$ ，由于  $A \rightarrow B$ ，所以不存在非主属性对码的传递依赖，所以R也是3NF。

又因为F满足BCNF的定义，故R也是BCNF。

例8 关系模式R ( U , F ) , 其中U={A, B, C},

函数依赖集  $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A, C \rightarrow A\}$ ，试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：属性C肯定在候选码中，又因

$(C)^+ = ABC = U$ ，所以C为候选码；

由于候选码仅有一个属性，不存在部分依赖，故R至少属于2NF；

$C \rightarrow A, A \rightarrow B$ ，存在非主属性对码的传递依赖，所以R最高为2NF。

例 9 关系模式  $R(U, F)$ ，其中  $U = \{A, B, C, D\}$ ，函数依赖集  $F = \{A \rightarrow C, D \rightarrow B\}$ ，试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：属性AD肯定在候选码中，又因

$(AD)^+ = ABCD = U$ ，所以AD为候选码；

而  $AD \rightarrow B, D \rightarrow B$ ，存在非主属性对码的部分依赖，所以R最高为1NF。

例 10 关系模式  $R(U, F)$ ，其中  $U = \{A, B, C, D\}$ ，函数依赖集  $F = \{A \rightarrow C, CD \rightarrow B\}$ ，试求R最高属于第几范式。

解：根据判定定理及推论得：属性AD肯定在候选码中，又因

$(AD)^+ = ABCD = U$ ，所以AD为候选码；

而  $AD \rightarrow C, A \rightarrow C$ ，存在非主属性对码的部分依赖，所以R最高为1NF。

第二部分：

练习一：

指出下列关系模式是第几范式

(1)  $R(X, Y, Z) \quad FD = \{XY \twoheadrightarrow Z\}$

其典型实例就是我们的SC (Sno, Cno, Grade)

参考解答：

$R(X, Y, Z)$ 的主码为XY，非主属性为Z。

关系模式  $R(X, Y, Z)$  中不存在非主属性对码的部分函数依赖——>属于二范式

关系模式 $R(X,Y,Z)$ 中不存在非主属性对码的传递函数依赖——>属于三范式

关系模式 $R(X,Y,Z)$ 中起决定作用的只有码——>属于BC范式

故在函数依赖范围内，关系模式 $R(X,Y,Z)$ 属于BC范式

$$\cancel{XZ} \rightarrow Y \quad Y \rightarrow Z$$

(2) $R(X,Y,Z)$   $FD=\{ XZ^{\circledast}Y, Y^{\circledast}Z \}$

参考解答：

$R(X,Y,Z)$ 的主码为 $XZ$ ，非主属性为 $Y$

属于第三范式：因为其中不存在非主属性（ $Y$ ）对码（ $XZ$ ）的部分函数依赖和传递函数依赖；

但不属于BC范式：因为起决定作用的除了码以外还有非主属性（ $Y$ ）

$$Y \rightarrow Z \quad Y \rightarrow X$$

(3) $R(X,Y,Z)$   $FD=\{ Y^{\circledast}Z, Y^{\circledast}X, X^{\circledast}YZ \}$

参考解答：

$$Y, X$$

$R(X,Y,Z)$ 的候选码为 $Y$ 和 $X$ ，非主属性为 $Z$

不存在非主属性对码的部分函数依赖和传递函数依赖，故属于三范式

又，起决定作用的只有码，所以也是BC范式

(4) $R(X,Y,Z)$   $FD=\{ X^{\circledast}Y, X^{\circledast}Z \}$

参考解答：

$$X$$

典型实例Student (Sno, Sname, Ssex)

$R(X,Y,Z)$ 的候选码为 $X$ ，非主属性为 $Y$ 和 $Z$

不存在非主属性对码的部分函数依赖和传递函数依赖，故属于三范式

又，起决定作用的只有码，所以也是BC范式

(5) $R(W,X,Y,Z)$   $FD=\{ X^{\circledast}Z, WX^{\circledast}Y \}$

$$X \rightarrow Z \\ \textcircled{WX} \rightarrow Y$$

参考解答：

典型实例  $S\_C (Sno, Cno, Grade, Cname)$   
 $R(W,X,Y,Z)$  的候选码为  $WX$ ，非主属性为  $Y$  和  $Z$   
 因为非主属性  $Z$  不是完全依赖于码 ( $WX$ )，而是依赖于码中的一部分 ( $X$ )，  
 所以存在非主属性对码的部分函数依赖，故没有达到二范式，仅属于一范式

$B \rightarrow D \quad AB \rightarrow C$

(6)  $R(A,B,C,D)$ ， $FD = \{B \twoheadrightarrow D, AB \twoheadrightarrow C\}$

参考解答：

典型实例  $S\_C (Sno, Cno, Grade, Cname)$   
 $R(W,X,Y,Z)$  的候选码为  $WX$ ，非主属性为  $Y$  和  $Z$   
 因为非主属性  $Z$  不是完全依赖于码 ( $WX$ )，而是依赖于码中的一部分 ( $X$ )，  
 所以存在非主属性对码的部分函数依赖，故没有达到二范式，仅属于一范式

$A \rightarrow B \quad B \rightarrow A \quad C \rightarrow A$

(7)  $R(A,B,C)$   $FD = \{A \twoheadrightarrow B, B \twoheadrightarrow A, C \twoheadrightarrow A\}$

参考解答：

典型实例：若规定一个系的学生都住在一个住处，一个住处也只能入住一个系，则典型实例为：  
 $S\_Loc(Sdept, Sloc, Sno)$

主码为  $C$ ，非主属性为  $AB$ ，  
 因存在非主属性 ( $B$ ) 对码  $C$  的传递函数依赖，故不是三范式，最多是二范式  
 又，不存在非主属性对码的部分函数依赖，故属于二范式

练习二：

$EC \quad ABD$

设关系模式  $R(A,B,C,D,E)$ ，

$FD = \{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, EC \rightarrow A\}$ 。试求：

(1)  $R$  的候选码

(2)  $R$  所属的范式

(3) 将  $R$  分解为 BCNF，且具有无损连接性

参考解答：

(1) 可知：  $EC \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow B$

所以：候选码为EC，非主属性为ABD

(2) 因存在非主属性（B和D）对码（EC）的传递函数依赖，故未答三范式，最多是二范式

又，不存在非主属性对码的部分函数依赖，所以是二范式

(3) 分解为3个模式：

$R1(\underline{E}, \underline{C}, A)$   $FD = \{ EC \rightarrow A \}$

$R2(\underline{A}, D)$   $FD = \{ A \rightarrow D \}$

$R3(\underline{D}, B)$   $FD = \{ D \rightarrow B \}$

### 练习三。

设有关系模式：

TEACHER(教师编号，教师姓名，电话，所在部门，借阅图书编号，书名，借书日期，还书日期，备注)

(1) 教师编号是候选码吗？说明理由

(2) 该关系模式的主码是什么？

(3) 该关系模式是否存在部分函数依赖？如果存在，请写出至少两个？

(4) 该关系模式满足第几范式？

(5) 将该关系模式分解为3NF。

参考解答

(1) 教师编号不是候选码。

(2) 假定对任一本书一个人一天只能借一次，则主码为：

教师编号，借阅图书编号，借书日期；

非主属性为：教师姓名、电话、所在部门、书名、还书日期、备注

(3) 存在。



(教师编号, 借阅图书编号, 借书日期) ->教师姓名

(教师编号, 借阅图书编号, 借书日期) ->教师电话

(教师编号, 借阅图书编号, 借书日期) ->所在部门

(教师编号, 借阅图书编号, 借书日期) ->书名

(4) 因为存在非主属性对于码的部分函数依赖, 所以, 未达到二范式, 只属于一范式。

(5) 教师 (教师编号, 教师姓名, 电话, 所在部门)

图书 (图书编号, 图书名)

借阅 (教师编号, 图书编号, 借书日期, 还书日期, 备注)

#### 练习四:

假设某商业集团数据库中有一关系模式

R(商店编号, 商品编号, 数量, 部门编号, 负责人), 若规定:

- (1) 每个商店能销售多种商品 (每种商品有一个编号); 商店的每种商品只在一个部门销售;
- (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;

问题:

(1) 写出关系R的基本函数依赖

(2) 找出R的候选码

(3) R的范式, 若不属于3NF, 则分解为3NF

参考解答:

(1) 每个商店的每种商品只在一个部门销售:

商店编号, 商品编号->部门编号

每个商店的每个部门只有一个负责人:

商店编号, 部门编号->负责人

每个商店的每种商品只有一个库存数量:

- 商店编号, 商品编号->库存量
- (2) 主码为: 商店号, 商品编号,  
非主属性为: 数量, 部门编号, 负责人
- (3) 因存在非主属性 (负责人) 对主码 (商品编号, 商店号) 的传递函数依赖  
故未达到三范式, 只达到二范式。

分解该关系模式:

R1 ( 商店编号, 商品编号, 部门编号, 数量)

R2 (商店编号, 部门编号, 负责人)

分解后其实已达到BC范式。

第三部分:

单项选择题

1. 为了设计出性能较优的关系模式, 必须进行规范化, 规范化主要的理论依据是 ( ) 。

- A. 关系规范化理论 B. 关系代数理论  
C. 数理逻辑 D. 关系运算理论

2. 规范化理论是关系数据库进行逻辑设计的理论依据, 根据这个理论, 关系数据库中的关系必须满足: 每一个属性都是 ( ) 。

- A. 长度不变的 B. 不可分解的  
C. 互相关联的 D. 互不相关的

3. 已知关系模式R (A, B, C, D, E) 及其上的函数相关性集合 $F = \{A \rightarrow D, B \rightarrow C, E \rightarrow A\}$ , 该关系模式的候选关键字是 ( ) 。

- A.AB B. BE C.CD D. DE

4. 设 学 生 关 系  
S (SNO, SNAME, SSEX, SAGE, SDPART) 的  
主 键 为 SNO , 学 生 选 课 关 系

SC (SNO, CNO, SCORE) 的主键为 SNO 和 CNO, 则关系 R (SNO, CNO, SSEX, SAGE, SDPART, SCORE) 的主键为 SNO 和 CNO, 其满足 ( )。

- A. 1NF B. 2NF  
C. 3NF D. BCNF

5. 设有关系模式 W (C, P, S, G, T, R), 其中各属性的含义是: C 表示课程, P 表示教师, S 表示学生, G 表示成绩, T 表示时间, R 表示教室, 根据语义有如下数据依赖集:  $D = \{ C \rightarrow P, (S, C) \rightarrow G, (T, R) \rightarrow C, (T, P) \rightarrow R, (T, S) \rightarrow R \}$ , 关系模式 W 的一个关键字是 ( )。

- A. (S, C) B. (T, R)  
C. (T, P) D. (T, S)

6. 关系模式中, 满足 2NF 的模式 ( )。

- A. 可能是 1NF B. 必定是 1NF  
C. 必定是 3NF D. 必定是 BCNF

7. 关系模式 R 中的属性全是主属性, 则 R 的最高范式必定是 ( )。

- A. 1NF B. 2NF  
C. 3NF D. BCNF

8. 消除了部分函数依赖的 1NF 的关系模式, 必定是 ( )。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

9. 如果  $A \rightarrow B$ , 那么属性 A 和属性 B 的联系是 ( )。

- A. 一对多 B. 多对一  
C. 多对多 D. 以上都不是

10. 关系模式的候选关键字可以有1个或多个，而主关键字有（ ）。

- A. 多个 B. 0个
- C. 1个 D. 1个或多个

11. 候选关键字的属性可以有（ ）。

- A. 多个 B. 0个
- C. 1个 D. 1个或多个

12. 关系模式的任何属性（ ）。

- A. 不可再分 B. 可以再分 C. 命名在关系模式上可以不唯一 D. 以上都不是

13. 设有关系模式W (C, P, S, G, T, R)，其中各属性的含义是：C表示课程，P表示教师，S表示学生，G表示成绩，T表示时间，R表示教室，根据语义有如下数据依赖集： $D=\{ C \rightarrow P, (S, C) \rightarrow G, (T, R) \rightarrow C, (T, P) \rightarrow R, (T, S) \rightarrow R \}$ ，若将关系模式W分解为三个关系模式W1 (C, P)，W2 (S, C, G)，W2 (S, T, R, C)，则W1的规范化程序最高达到（ ）。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

14. 在关系数据库中，任何二元关系模式的最高范式必定是（ ）。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

15. 在关系规范式中，分解关系的基本原则是（ ）。

- I. 实现无损连接
- II. 分解后的关系相互独立
- III. 保持原有的依赖关系

A. I和II B. I和III C. I D. II

16. 不能使一个关系从第一范式转化为第二范式的条件是 ( )。

- A. 每一个非属性都完全函数依赖主属性
- B. 每一个非属性都部分函数依赖主属性
- C. 在一个关系中没有非属性存在
- D. 主键由一个属性构成

17. 任何一个满足2NF但不满足3NF的关系模式都不存在 ( )。

- A. 主属性对键的部分依赖
- B. 非主属性对键的部分依赖
- C. 主属性对键的传递依赖
- D. 非主属性对键的传递依赖

18. 设数据库关系模式 $R = (A, B, C, D, E)$ ，有下列函数依赖： $A \rightarrow BC$ ， $D \rightarrow E$ ， $C \rightarrow D$ ；下述对R的分解中，哪些分解是R的无损连接分解 ( )。

- I.  $(A, B, C) (C, D, E)$
  - II.  $(A, B) (A, C, D, E)$
  - III.  $(A, C) (B, C, D, E)$
  - IV.  $(A, B) (C, D, E)$
- A. 只有IV B. I和II C. I、II和III D. 都不是

19. 设U是所有属性的集合，X、Y、Z都是U的子集，且 $Z = U - X - Y$ 。下面关于多值依赖的叙述中，不正确的是 ( )。

- A. 若 $X \twoheadrightarrow Y$ ，则 $X \twoheadrightarrow Z$
- B. 若 $X \rightarrow Y$ ，则 $X \twoheadrightarrow Y$
- C. 若 $X \twoheadrightarrow Y$ ，且 $Y' \in Y$ ，则 $X \twoheadrightarrow Y'$
- D. 若 $Z = \emptyset$ ，则 $X \twoheadrightarrow Y$

20. 若关系模式R (U, F) 属于3NF, 则 ( ) 。
- A. 一定属于BCNF
  - B. 消除了插入的删除异常
  - C. 仍存在一定的插入和删除异常
  - D. 属于BCNF且消除了插入和删除异常
21. 下列说法不正确的是 ( ) 。
- A. 任何一个包含两个属性的关系模式一定满足3NF
  - B. 任何一个包含两个属性的关系模式一定满足BCNF
  - C. 任何一个包含三个属性的关系模式一定满足3NF
  - D. 任何一个关系模式都一定有码
22. 设关系模式R (A, B, C) , F是R上成立的FD集,  $F = \{B \rightarrow C\}$ , 则分解 $P = \{AB, BC\}$ 相对于F ( ) 。
- A. 是无损联接, 也是保持FD的分解
  - B. 是无损联接, 也不保持FD的分解
  - C. 不是无损联接, 但保持FD的分解
  - D. 既不是无损联接, 也不保持FD的分解
23. 关系数据库规范化是为了解决关系数据库中 ( ) 的问题而引入的。
- A. 插入、删除和数据冗余
  - B. 提高查询速度
  - C. 减少数据操作的复杂性
  - D. 保证数据的安全性和完整性
24. 关系的规范化中, 各个范式之间的关系是 ( ) 。
- A.  $1NF \in 2NF \in 3NF$
  - B.  $3NF \in 2NF \in 1NF$

- C.  $1NF=2NF=3NF$   
D.  $1NF \in 2NF \in BCNF \in 3NF$

25. 数据库中的冗余数据是指可 ( ) 的数据。

- A. 容易产生错误  
B. 容易产生冲突  
C. 无关紧要  
D. 由基本数据导出

26. 学 生 表  
(id, name, sex, age, depart\_id, depart\_name ) , 存 在 函 数 依 赖  
是  $id \rightarrow name, sex, age, depart\_id; dept\_id \rightarrow dept\_name$ , 其满足 ( )。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

27. 设有关系模式R (S, D, M), 其函数依赖集:  $F = \{S \rightarrow D, D \rightarrow M\}$ , 则关系模式R的规范化程度最高达到 ( )。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

28. 设有关系模式R (A, B, C, D), 其数据依赖集:  $F = \{(A, B) \rightarrow C, C \rightarrow D\}$ , 则关系模式R的规范化程度最高达到 ( )。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

29. 下列关于函数依赖的叙述中, 哪一条是不正确的 ( )。

- A. 由  $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z$ , 则  $X \rightarrow YZ$   
B. 由  $X \rightarrow YZ$ , 则  $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z$   
C. 由  $X \rightarrow Y, WY \rightarrow Z$ , 则  $XW \rightarrow Z$   
D. 由  $X \rightarrow Y, Z \in Y$ , 则  $X \rightarrow Z$

30.  $X \rightarrow Y$ , 当下列哪一条成立时, 称为平凡

的函数依赖（ ）。

- A.  $X \in Y$  B.  $Y \in X$  C.  $X \cap Y = \emptyset$  D.  $X \cap Y \neq \emptyset$

31. 关系数据库的规范化理论指出：关系数据库中的关系应该满足一定的要求，最起码的要求是达到1NF，即满足（ ）。

- A. 每个非主键属性都完全依赖于主键属性  
B. 主键属性唯一标识关系中的元组  
C. 关系中的元组不可重复  
D. 每个属性都是不可分解的

32. 根据关系数据库规范化理论，关系数据库中的关系要满足第一范式，部门（部门号，部门名，部门成员，部门总经理）关系中，因哪个属性而使它不满足第一范式（ ）。

- A. 部门总经理 B. 部门成员 C. 部门名 D. 部门号
33. 有关系模式A（C，T，H，R，S），其中各属性的含义是：

C：课程 T：教员 H：上课时间 R：教室 S：学生

根据语义有如下函数依赖集：

$F = \{C \rightarrow T, (H, R) \rightarrow C, (H, T) \rightarrow R, (H, S) \rightarrow R\}$

(1) 关系模式A的码是（ ）。

- A. C B. (H, S) C. (H, R) D. (H, T)

(2) 关系模式A的规范化程度最高达到（ ）。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

(3) 现将关系模式A分解为两个关系模式A1（C，T），A2（H，R，S），则其中A1的规范化程度达到（ ）。

- A. 1NF B. 2NF C. 3NF D. BCNF

选择题答案：



(1) A (2) B (3) B (4) A (5) D  
(6) B (7) C (8) B (9) B (10) C  
(11) D (12) A (13) D (14) D (15) B  
(16) B (17) D (18) B (19) C (20) C  
(21) C (22) A (23) A (24) A (25) D  
(26) B (27) B (28) B (29) B (30) B  
(31) D (32) B (33) B B D

## 简答题

### 1. 理解并给出下列术语的定义：

函数依赖、部分函数依赖、完全函数依赖、候选码、主码、外码、全码。

解析：

解答本题不能仅仅把《概论》上的定义写下来。关键是真正理解和运用这些概念。

□ □ 函数依赖的定义是什么？

答：

函数依赖：设 $R(U)$ 是一个关系模式， $U$ 是 $R$ 的属性集合， $X$ 和 $Y$ 是 $U$ 的子集。对于 $R(U)$ 的任意一个可能的关系 $r$ ，如果 $r$ 中不存在两个元组，它们在 $X$ 上的属性值相同，而在 $Y$ 上的属性值不同，则称" $X$ 函数确定 $Y$ "或" $Y$ 函数依赖于 $X$ "，记作 $X \rightarrow Y$ 。

解析：

1) 函数依赖是最基本的一种数据依赖，也是最重要的一种数据依赖。

2) 函数依赖是属性之间的一种联系，体现在属性值是否相等。由上面的定义可以知道，如果 $X \rightarrow Y$ ，则 $r$ 中任意两个元组，若它们在 $X$ 上的属性值相同，那么在 $Y$ 上的属性值一定也相同。

3) 我们要从属性间实际存在的语义来确定他们之间的函数依赖，即函数依赖反映了（描述了）现实世界的一种语义。

4) 函数依赖不是指关系模式R的在某个时刻的关系(值)满足的约束条件,而是指R任何时刻的一切关系均要满足的约束条件。

□ **完全函数依赖的定义是什么?**

答:

完全函数依赖、部分函数依赖: 在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对X完全函数依赖; 若 $X \rightarrow Y$ , 但Y不完全函数依赖于X, 则称Y对X部分函数依赖;

□ **候选码、主码的定义是什么?**

答:

候选码、主码: 设K为R(U, F)中的属性或属性组合, 若 $K \rightarrow U$ 则K为R的候选码。若候选码多于一个, 则选定其中的一个为主码。

□ **外码、全码的定义是什么?**

答:

外码: 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的外部码也称外码。

全码: 整个属性组是码, 称为全码 (All-key)。

## 2. 建立一个关于系、学生、班级、学会等诸信息的关系数据库。

描述学生的属性有: 学号、姓名、出生年月、系名、班号、宿舍区。

描述班级的属性有: 班号、专业名、系名、人数、入校年份。

描述系的属性有: 系名、系号、系办公室地点、人数。

描述学会的属性有: 学会名、成立年份、地点、人数。

有关语义如下：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。一个系的学生住在同一宿舍区。每个学生可参加若干学会，每个学会若有若干学生。学生参加某学会会有一个入会年份。

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。

指出各关系的候选码、外部码，有没有全码存在？

答：

关系模式：学生S (S#, SN, SB, DN, C#, SA)

班级C (C#, CS, DN, CNUM, CDATE)

系D (D#, DN, DA, DNUM)

学会P (PN, DATE1, PA, PNUM)

学生--学会SP (S#, PN, DATE2)

其中，S#—学号，SN—姓名，SB—出生年月，SA—宿舍区

C#—班号，CS—专业名，CNUM—班级人数，CDATE—入校年份

D#—系号，DN—系名，DA—系办公室地点，DNUM—系人数

PN—学会名，DATE1—成立年月，PA—地点，PNUM—学会人数，DATE2—入会年份

每个关系模式的极小函数依赖集：

S:  $S\# \rightarrow SN$ ,  $S\# \rightarrow SB$ ,  $S\# \rightarrow C\#$ ,  $C\# \rightarrow DN$ ,  $DN \rightarrow SA$

C:  $C\# \rightarrow CS$ ,  $C\# \rightarrow CNUM$ ,  $C\# \rightarrow CDATE$ ,  $CS \rightarrow DN$ ,  $(CS, CDATE) \rightarrow C\#$

D:  $D\# \rightarrow DN$ ,  $DN \rightarrow D\#$ ,  $D\# \rightarrow DA$ ,  $D\# \rightarrow DNUM$

P:  $PN \rightarrow DATE1$ ,  $PN \rightarrow PA$ ,  $PN \rightarrow PNUM$

SP:  $(S\#, PN) \rightarrow DATE2$

S中存在传递函数依赖:  $S\# \rightarrow DN$ ,  $S\# \rightarrow SA$ ,  
 $C\# \rightarrow SA$

C中存在传递函数依赖:  $C\# \rightarrow DN$

$(S\#, PN) \rightarrow DATE2$  和  $(CS, CDATE)$

→C# 均为SP中的函数依赖, 是完全函数依赖

关系 候选码 外部码 全码

S S# C#, DN 无

C C#, (CS, CDATE) DN 无

D D#和DN 无 无

P PN 无 无

SP  $(S\#, PN)$  S#, PN 无

### 3. 试由Armstrong公理系统推导出下面三条推理规则:

(1)合并规则: 若 $X \rightarrow Z$ ,  $X \rightarrow Y$ , 则有 $X \rightarrow YZ$

(2)伪传递规则: 由 $X \rightarrow Y$ ,  $WY \rightarrow Z$ 有 $XW \rightarrow Z$

(3)分解规则:  $X \rightarrow Y$ , Z 包含于 Y, 有 $X \rightarrow Z$

证:

(1) 已知 $X \rightarrow Z$ , 由增广律知 $XY \rightarrow YZ$ , 又因为 $X \rightarrow Y$ , 可得 $XX \rightarrow XY \rightarrow YZ$ , 最后根据传递律得 $X \rightarrow YZ$ 。

(2) 已知 $X \rightarrow Y$ , 据增广律得 $XW \rightarrow WY$ , 因为 $WY \rightarrow Z$ , 所以 $XW \rightarrow WY \rightarrow Z$ , 通过传递律可知 $XW \rightarrow Z$ 。

(3) 已知Z 包含于 Y, 根据自反律知 $Y \rightarrow Z$ , 又因为 $X \rightarrow Y$ , 所以由传递律可得 $X \rightarrow Z$ 。

### 4. 试举出三个多值依赖的实例。

答：

(1) 关系模式MSC (M, S, C) 中, M表示专业, S表示学生, C表示该专业的必修课。假设每个专业有多个学生, 有一组必修课。设同专业内所有学生的选修的必修课相同, 实例关系如下。按照语义对于M的每一个值M<sub>i</sub>, S有一个完整的集合与之对应而不问C取何值, 所以 $M \rightarrow S$ 。由于C与S的完全对称性, 必然有 $M \rightarrow C$ 成立。

M S C

M 1 S1 C1

M 1 S1 C2

M 1 S2 C1

M 1 S2 C2

.....

(2) 关系模式ISA (I, S, A) 中, I表示学生兴趣小组, S表示学生, A表示某兴趣小组

的活动项目。假设每个兴趣小组有多个学生, 有若干活动项目。每个学生必须参加所

在兴趣小组的所有活动项目, 每个活动项目要求该兴趣小组的所有学生参加。

按照语义有 $I \rightarrow S$ ,  $I \rightarrow A$ 成立。

(3) 关系模式RDP (R, D, P) 中, R表示医院的病房, D表示责任医务人员, P表示病人。假设每个病房住有多个病人, 有多个责任医务人员负责治疗和护理该病房的所有病人。按照语义有 $R \rightarrow D$ ,  $R \rightarrow P$ 成立。

**5. 下面的结论哪些是正确的, 哪些是错误的? 对于错误的结论请给出理由或给出一个反例说明之。**

(1) 任何一个二目关系都是属于3NF的。✓

(2) 任何一个二目关系都是属于BCNF的。✓

(3) 任何一个二目关系都是属于4NF的。✓

- (5) 若  $R.A \rightarrow R.B$ ,  $R.B \rightarrow R.C$ , 则  $R.A \rightarrow R.C$  ✓
- (6) 若  $R.A \rightarrow R.B$ ,  $R.A \rightarrow R.C$ , 则  $R.A \rightarrow R.(B, C)$  ✓
- (7) 若  $R.B \rightarrow R.A$ ,  $R.C \rightarrow R.A$ , 则  $R.(B, C) \rightarrow R.A$  ✓
- (8) 若  $R.(B, C) \rightarrow R.A$ , 则  $R.B \rightarrow R.A$ ,  $R.C \rightarrow R.A$  ×

反例：关系模式  $SC(S\#, C\#, G)$   
 $(S\#, C\#) \rightarrow G$ , 但是  $S\# \rightarrow G$ ,  $C\# \rightarrow G$

### 填空题

1. 在一个关系R中, 若每个数据项都是不可再分割的, 那么R一定属于\_\_\_\_\_。  
 (问答题)

2. 理解并给出下列术语的定义：函数依赖、部分函数依赖、完全函数依赖、传递依赖、候选码、主码、外码、全码(All-key)、1NF、2NF、3NF、BCNF、多值依赖、4NF。

3. 试由Armstrong公理系统推导出下面三条推理规则：(1) 合并规则：若  $X \rightarrow Z$ ,  $X \rightarrow Y$ , 则有  $X \rightarrow YZ$  (2) 伪传递规则：由  $X \rightarrow Y$ ,  $WY \rightarrow Z$  有  $XW \rightarrow Z$  (3) 分解规则：  $X \rightarrow Y$ ,  $Z \twoheadrightarrow Y$ , 有  $X \rightarrow Z$

4. 若关系为1NF, 且它的每一非主属性都\_\_\_\_\_候选码, 则该关系为2NF。

5. 关于多值依赖的另一种定义是：给定一个关系模式  $R(X, Y, Z)$ , 其中  $X, Y, Z$  可以是属性或属性组合。设  $x \in X, y \in Y, z \in Z$ ,  $xz$  在  $R$  中的像集为：  
 $Y_{xz} = \{r.Y \mid r.X = x \wedge r.Z = z \wedge r \in R\}$  定义  $R(X, Y, Z)$  当且仅当  $Y_{xz} = Y_{xz'}$  对于每一组  $(x, z, z')$  都成立, 则  $Y$  对  $X$  多值依赖, 记作  $X \twoheadrightarrow Y$ 。这里, 允许  $Z$  为空集, 在  $Z$  为空集时, 称为平凡的多值依赖。请证明这里的定义和《概论》5.2.7节中定义5.9是等价的。(填空题)

6. 如果 $X \rightarrow Y$ 和 $X \rightarrow Z$ 成立, 那么 $X \rightarrow YZ$ 也成立, 这个推理规则称为\_\_\_\_\_。  
(问答题)

7. 如果关系模式R是第二范式, 且每个非主属性都不传递依赖于R的候选码, 则称R为\_\_\_\_\_ 关系模式。(问答题)

8. 试举出三个多值依赖的实例。(填空题)

9. 在函数依赖中, 平凡函数依赖是可以根据Armstrong推理规则中的\_\_\_\_\_律推出的。(问答题)

10. 试证明《概论》上给出的关于FD和MVD公理系统的A4, A6和A8。(填空题)

11. 关系模式规范化需要考虑数据间的依赖关系, 人们已经提出了多种类型的数据依赖, 其中最重要的是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。(问答题)

12. 设关系模式为 $R(U, F)$ ,  $X, Y$ 为属性集,  $X, Y \subseteq U$ 。证明: (1)  $X \twoheadrightarrow XF^+$  (2)  $(XF^+) F^+ = XF^+$  (3) 若 $X \twoheadrightarrow Y$ 则 $XF^+ \twoheadrightarrow YF^+$  (4)  $UF^+ = U$  (填空题)

13. 设关系 $R(U)$ ,  $X, Y \in U$ ,  $X \rightarrow Y$ 是R的一个函数依赖, 如果存在 $X' \in X$ , 使 $X' \rightarrow Y$ 成立, 则称函数依赖 $X \rightarrow Y$ 是\_\_\_\_\_ 函数依赖。(问答题)

14. 设关系模式为 $R(U, F)$ , 若 $XF^+ = X$ , 则称X相对于F是饱和的。定义饱和集 $F = \{X \mid X = XF^+\}$ , 试证明 $F = \{XF^+ \mid X \subseteq U\}$ 。(填空题)

15. 在关系模式R (A, B, C, D) 中, 存在函数依赖关系 { $A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow C$ ,  $A \rightarrow D$ ,  $(B, C) \rightarrow A$ }, 则候选码是\_\_\_\_\_, 关系模式R (A, B, C, D) 属于\_\_\_\_\_。(问答题)

16. 在关系模式R (D, E, G) 中, 存在函数依赖关系 { $E \rightarrow D$ ,  $(D, G) \rightarrow E$ }, 则候选码是\_\_\_\_\_, 关系模式R (D, E, G) 属于\_\_\_\_\_。(问答题)  
(E, G), (D, G) 3NF

17. 在关系模式R (A, C, D) 中, 存在函数依赖关系 {  $A \rightarrow C$ ,  $A \rightarrow D$  }, 则候选码是\_\_\_\_\_, 关系模式R (A, C, D) 最高可以达到\_\_\_\_\_。(问答题)  
A BCNF