

## 第一题

1. S的基本函数依赖为:  $Sno \rightarrow Sname, Sno \rightarrow SD, SD \rightarrow Sdname, (Sno, Course) \rightarrow Grade$   
候选码为:  $(Sno, Course)$ , 因为只有一组候选码, 故主码为:  $(Sno, Course)$

2. 原来的S为1NF, 因为 $Sname, SD$ 都部分函数依赖于候选键属性 $(Sno, Course)$

将关系模式S分解为:

$S_1(Sno, Course, Grade), F = \{(Sno, Course) \rightarrow Grade\}$ ,  $S_1$ 的候选键为 $Sno$

$S_2(Sno, Sname, SD, Sdname), F = \{Sno \rightarrow Sname, Sno \rightarrow SD, SD \rightarrow Sdname\}$ ,  $S_2$ 的候选键为 $Sno$

分解后的2个关系模式中, 都不存在“某个非键属性对候选键有部分函数依赖”, 故分解后的2个关系模式都是2NF

3. 前面分解得到的 $S_2$ , 由于非键属性 $Sdname$ 传递依赖于候选键属性 $Sno$ , 故 $S_2$ 不是3NF

故把它继续分解为3NF:

$S_{2.1} = (Sno, Sname, SD), F = \{Sno \rightarrow Sname, Sno \rightarrow SD\}$ ,  $S_{2.1}$ 的候选键为 $Sno$

$S_{2.2} = (SD, Sdname), F = \{SD \rightarrow Sdname\}$ ,  $S_{2.2}$ 的候选键为 $SD$

消除了非键属性对候选键的传递函数依赖。

故现在得到的 $S_1(Sno, Course, Grade), F = \{(Sno, Course) \rightarrow Grade\}$ ,  $S_1$ 的候选键为 $Sno$

$S_{2.1} = (Sno, Sname, SD), F = \{Sno \rightarrow Sname, Sno \rightarrow SD\}$ ,  $S_{2.1}$ 的候选键为 $Sno$

$S_{2.2} = (SD, Sdname), F = \{SD \rightarrow Sdname\}$ ,  $S_{2.2}$ 的候选键为 $SD$

他们都是3NF了

## 第二题

1. 首先确定R的候选键为 $(A, B)$ , 由于 $F$ 中存在关系 $A \rightarrow D$ , 故非键属性 $D$ 对候选键 $(A, B)$ 存在部分函数依赖, 故 $R$ 不是2NF

2. 把 $R$ 分解为:  $R_1 = (A, D), F = \{A \rightarrow D\}$ ,  $R_1$ 的候选键为 $A$

$R_2 = (A, B, C), F = \{(A, B) \rightarrow C\}$ ,  $R_2$ 的候选键为 $(A, B)$

由于分解后的2个关系模式中都不存在“某个非键属性对候选键存在部分函数依赖”, 故此时他们都是2NF

## 第三题

1. 首先确定 $R$ 的候选键为 $C$ , 根据 $F$ 中的函数依赖关系, 可知非键属性 $A$ 对候选键 $C$ 存在传递函数依赖, 故 $R$ 不是3NF

2. 把 $R$ 分解为:  $R_1 = (C, B), F = \{C \rightarrow B\}$ ,  $R_1$ 的候选键为 $C$

$R_2 = (B, A), F = \{B \rightarrow A\}$ ,  $R_2$ 的候选键为 $B$

分解后消除了“非键属性对候选键存在传递函数依赖”, 故此时他们都是3NF

## 第四题

### 1. 第一步：F右边单一化

得到  $F_1 = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow A, B \rightarrow C, D \rightarrow A, D \rightarrow C\}$

**第二步：逐个尝试去掉X→A依赖后，设剩下函数依赖集为G，求属性集X关于G的闭包，如果闭包包含右边属性A，则去掉该函数依赖。**

$A \rightarrow C : (A)^+ = A$ ，不包含C，故保留

$C \rightarrow A : (C)^+ = C$ ，不包含A，故保留

$B \rightarrow A : (B)^+ = ABC$ ，包含A，去掉

$B \rightarrow C : (B)^+ = B$ ，不包含C，故保留

$D \rightarrow A : (D)^+ = ACD$ ，包含A，去掉

$D \rightarrow C : (D)^+ = D$ ，不包含C，故保留

所以  $F_2 = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow C, D \rightarrow C\}$

**第三步：对左边属性单一化， $X=B_1B_2...B_i$ ，逐个考察 $B_j$ ，判断属性集 $(X-B_j)$ 关于 $F_1$ 的闭包，如果包含A则用 $X-B_j$ 代替X。**

由于 $F_2$ 中左部均只有一个属性，故此步骤可以省略

故最终的最小函数依赖集为  $F_2 = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow C, D \rightarrow C\}$

### 2. 依据前面求出的最小函数依赖集

L类属性：B, D

LR类属性：A, C

故B, D必定在候选键中，求出此时候选键集合相对于 $F_2$ 的闭包： $(B, D)^+ = (A, B, C, D)$ ，说明(B, D)就是候选键。

## 第五题

### 1. 依据给出的F

L类属性：B, E

LR类属性：A, C, D

故B, E必定在候选键中，先求出 $(BE)^+ = (ABCDE)$ ，已经包含了R的全部属性，故候选键只有一个： $(B, E)$

### 2. 给定 $\rho = \{AD, AB, BC, CDE, AE\}$

Table1：初始化

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$b_{13}$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$b_{23}$	$b_{24}$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$b_{34}$	$b_{35}$
CDE	$b_{41}$	$b_{42}$	$a_4$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$b_{53}$	$b_{54}$	$a_5$

Table2:  $A \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$b_{13}$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$b_{13}$	$b_{24}$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$b_{34}$	$b_{35}$
CDE	$b_{41}$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$b_{13}$	$b_{54}$	$a_5$

Table3:  $C \rightarrow D$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$b_{13}$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$b_{13}$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$b_{41}$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$b_{13}$	$a_4$	$a_5$

Table4:  $B \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$b_{41}$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

Table5:  $DE \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$b_{41}$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

Table6:  $CE \rightarrow A$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$a_1$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

此时已经遍历完了一边全部的函数依赖，此时的Table和初始的表有变化，故需要再一次遍历函数依赖

Table7: 第二轮  $A \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$a_1$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

继续按照前面的步骤去遍历函数依赖，第二轮结束之后的Table为：

	A	B	C	D	E
AD	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AB	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
BC	$b_{31}$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$b_{35}$
CDE	$a_1$	$b_{42}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
AE	$a_1$	$b_{52}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

此时的Table和这一轮开始时的Table是相同的，且没有任何一行中的内容全是 $a_i$ ，故不是无损连接分解。

3. 在原关系模式 $R$ , 候选键是 $(B, E)$ 。

首先, 对于  $A \rightarrow C$ ,  $A$  不是候选键, 所以我们可以拆分成两个关系  $(AC); (ABDE)$ , 则对于  $\langle \{AC\}, \{A \rightarrow C\} \rangle$ ,  $A$  是主键, 从而  $(AC)$  是  $BCNF$ ; 又  $\langle (ABDE), \{A \rightarrow D, B \rightarrow D, DE \rightarrow A\} \rangle$ , 候选键为  $\{BE\}$ , 故需要继续拆分 $(ABDE)$ 。

对于  $A \rightarrow D$ ,  $A$  不是候选键, 所以我们可以将 $(ABDE)$ 继续拆分成 $(AD), (ABE)$ ; 对于  $\langle (AD), \{A \rightarrow D\} \rangle$ , 候选键为  $A$ , 故其为  $BCNF$ , 又对于  $\langle (ABE), \phi \rangle$ , 其所有属性都是键属性, 故它也是  $BCNF$

故分解之后为 $(AC), (AD), (ABE)$ , 它们都是  $BCNF$ 。

下面证明此分解是无损连接分解:

Table1: 初始化

	A	B	C	D	E
AC	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$b_{14}$	$b_{15}$
AD	$a_1$	$b_{22}$	$b_{23}$	$a_4$	$b_{25}$
ABE	$a_1$	$a_2$	$b_{33}$	$b_{34}$	$a_5$

Table2:  $A \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AC	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$b_{14}$	$b_{15}$
AD	$a_1$	$b_{22}$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
ABE	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$b_{34}$	$a_5$

Table3:  $C \rightarrow D$

	A	B	C	D	E
AC	$a_1$	$b_{12}$	$a_3$	$a_4$	$b_{15}$
AD	$a_1$	$b_{22}$	$a_3$	$a_4$	$b_{25}$
ABE	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$

此时已经出现某一行全为 $a_i$ , 故这种分解是无损的。