

## 第 2 章 作业

1. 试述关系模式的 3 个组成部分。

答：

关系模型由关系数据结构、关系操作集合和关系完整性约束三部分组成。

2. 定义并理解下列术语，说明它们之间的联系与区别：

- ① 域、笛卡尔积、关系、元组、属性
- ② 主码、候选码、外部码
- ③ 关系模式、关系、关系数据库

答：

①

**域：**域是一组具有相同数据类型的值的集合。

**笛卡儿积：**是一种二元运算，它将两个关系组合成一个新的关系。具体来说，如果有一个关系 R 和另一个关系 S，那么它们的笛卡尔积  $R \times S$  是一个新关系，其中的元组是 R 和 S 中元组的所有可能组合。

**关系：**在域上的笛卡儿积的子集称为关系。

**元组：**关系中的每个元素是关系中的元组。

**属性：**关系也是一个二维表，表的每行对应一个元组，表的每列对应一个域。由于域可以相同，为了加以区分，必须对每列起一个名字，称为属性。

②

**候选码：**若关系中的某一属性组的值能唯一地标识一个元组，而其子集不能，则称该属性组为候选码。

**主码：**若一个关系有多个候选码，则选定其中一个为主码。

**外部码：**设 F 是基本关系 R 的一个或一组属性，但不是关系 R 的码，如果 F 与基本关系 S 的主码  $K_S$  相对应，则称 F 是基本关系 R 的外部码。

③

**关系模式：**关系的描述称为关系模式。它可以形式化地表示为  $R(U, D, DOM, F)$  其中 R 为关系名，U 为组成该关系的属性名集合，D 为属性组 U 中属性所来

目的域，DOM 为属性向域的映像集合，F 为属性间数据的依赖关系集合。

关系：关系是关系模式在某一时刻的状态或内容。关系模式是静态的、稳定的，而关系是动态的、随时间不断变化的，因为关系操作在不断地更新着数据库中的数据。

关系数据库：关系数据库也有型和值之分。关系数据库的型称为关系数据库模式，是对关系数据库的描述，它包括若干域的定义以及在这些域上定义的若干关系模式。关系数据库的值是这些关系模式在某一时刻对应的关系的集合，通常就称为关系数据库。

### 3. 设有一个 SPJ 数据库，包括 S、P、J、SPJ 四个关系模式：

S(SNO, SNAME, STATUS, CITY);

P(PNO, PNAME, COLOR, WEIGHT);

J(JNO, JNAME, CITY);

SPJ(SNO, PNO, JNO, QTY)。

供应商表 S 由供应商代码(SNO)、供应商姓名(SNAME)、供应商状态(STATUS)，供应商所在城市(CITY)组成。

零件表 P 由零件代码(PNO)、零件名(PNAME)、颜色(COLOR)、重量(WIGHT)组成。

工程项目表 J 由工程项目代码(JNO)、工程项目名(JNAME)、工程项目所在城市(CITY)组成。

供应情况表 SPJ 由供应商代码(SNO)、零件代码(PNO)、工程项目码(INO)、供应数量(QTY)组成，QTY 表示某供应商供应某种零件给某工程程项目的数量。

试用关系代数完成如下查询：

①求供应工程 J1 零件的供应商号码 SNO。

②求供应工程 J1 零件 P1 的供应商号码 SNO。

③求供应工程 J1 零件为红色的供应商号码 SNO。

④求没有使用天津供应商生产的红色零件的工程号码 JNO。

⑤求至少用了供应商 S1 所供应的全部零件的工程号码 JNO。

答：

- ①  $\Pi_{SNO}(\sigma_{JNO = J1'}(SPJ))$
- ②  $\Pi_{SNO}(\sigma_{JNO = J1' \wedge PNO = P1'}(SPJ))$
- ③  $\Pi_{SNO}(\Pi_{SNO, PNO}(\sigma_{JNO = J1'}(SPJ)) \bowtie \Pi_{PNO}(\sigma_{color = s2'}(P)))$
- ④  ~~$\Pi_{JNO}$~~
- ⑤  $\Pi_{JNO, PNO}(SPJ) \div \Pi_{PNO}(\sigma_{SNO = S1'}(SPJ))$

4. 试述关系模型的完整性规则。在参照完整性中，为什么外部码属性的值也可以为空？什么情况下才可以为空？

答：

关系模型中可以有三类完整性约束：实体完整性、参照完整性和用户定义的完整性。关系模型的完整性规则是对关系的某种约束条件。

① 实体完整性规则：若属性 A 是基本关系 R 的主属性，则属性 A 不能取空值。  
② 参照完整性规则：若属性（或属性组）F 是基本关系 R 的外码，它与基本关系 S 的主码 K<sub>S</sub> 相对应（基本关系 R 和 S 不一定是不同的关系），则对于 R 中每个元组在 F 上的值必须为下面二者之一：或者取空值（F 的每个属性值均为空值）；或者等于 S 中某个元组的主码值。

③ 用户定义的完整性是针对某一具体关系数据库的约束条件。它反映某一具体应用所涉及的数据必须满足的语义要求。

在参照完整性中，如果外码属性不是其所在关系的主属性，外码属性的值可以取空值。

## 5. 试述等值连接与自然连接的区别和联系。

答：

自然连接是一种特殊的等值连接，它要求两个关系中进行比较的分量，即连接属性必须是相同的属性组，并且要在结果中去掉其中一个的重复属性。自然连接则没有这个要求。

## 6. 试述关系代数的基本运算有哪些？如何用这些基本运算表示其他运算？

答：

在 8 种关系代数运算中，并、差、笛卡儿积、投影和选择 5 种运算为基本运算；其他三种运算，即交、连接和除，均可以用这 5 种基本运算来表达。

$$\textcircled{1} \quad R \cap S = R - (R - S)$$

$$\textcircled{2} \quad R_{A \Theta B} S = \widetilde{\cap}_{A \Theta B}(R \times S)$$

$$\textcircled{3} \quad R(x, y) \div S(y, z) = \Pi_x(R) - \Pi_x(\Pi_x(R) \times \Pi_y(S) - R)$$

## 7. 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、1NF、2NF、3NF、BCNF、多值依赖、4NF。

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  $X \rightarrow Y$ 。

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  $X' \nrightarrow Y$ ，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。

传递依赖：在  $R(U)$  中，如果  $X \rightarrow Y$ ， $Y \nrightarrow Z$ ， $Z \nrightarrow Y$ ，则称  $Z$  对  $X$  传递函数依赖。

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，则可以选定其中的一个为主码。

**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。

**1NF：**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  $R \in 1NF$ 。

**2NF：**若关系模式  $R \in 1NF$ ，并且每一个非主属性都完全函数依赖于 R 的码，则  $R \in 2NF$ 。

**3NF：**关系模式  $R(U, F)$  中若不存在这样的码 X，属性组 Y 及非主属性 Z (Z 不含于 Y) 使得  $X \rightarrow Y$ , ( $Y$  不依赖于  $X$ ),  $Y \rightarrow Z$  成立，则称  $R(U, F) \in 3NF$ 。

**BCNF：**关系模式  $R(U, F) \in 1NF$ 。若  $X \rightarrow Y$  且  $Y$  不含于  $X$  时  $X$  必含有码，则  $R(U, F) \in BCNF$ 。

**多值依赖：**设  $R(U)$  是属性集 U 上的一个关系模式， $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  是 U 的子集，并且  $Z = U - X - Y$ 。关系模式  $R(U)$  中多值依赖  $X \rightarrow\rightarrow Y$  成立，当且仅当对  $R(U)$  的任一关系 r, 给定的一对  $(x, z)$  值，有一组  $Y$  的值，这组值仅仅决定于  $x$  值而与  $z$  值无关。

**4NF：**关系模式  $R(U, F) \in 1NF$ ，如果对于 R 的每个非平凡多值依赖  $X \rightarrow\rightarrow Y$ ,  $X$  都含有码，则称  $R(U, F) \in 4NF$ 。

## 8. 建立一个关于系、学生、班级、学会等信息的关系数据库。

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。

有关语义为：一个系有若干个专业，每个专业每年只招一个班，每个班有若干名学生，一个系的学生住在同一个宿舍区，每个学生可参加若干个学会，每个学会有若干名学生，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。

指出各关系的候选码、外部码有没有全码存在。

答：

关系模式： 学生 S (SNO, SN, SB, DN, CNO, SA)  
班级 C (CNO, CS, DN, CNUM, CDATE)  
系 D (DNO, DN, DA, DNUM)  
学会 P (PN, DATE1, PA, PNUM)  
学生-学会 SP (SNO, PN, DATE2)

其中各字段含义为： SNO 学号， SN 姓名， SB 出生年月， SA 宿舍区；  
CNO 班号， CS 专业名， CNUM 班级人数， CDATE 入校年份；  
DNO 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 学会会员人数；  
DATE2 入会年份。

依据上面给出的语义，写出每个关系模式的极小函数依赖集如下。

S:SNO→SN, SNO→SB, SNO→CNO, CNO→DN, DN→SA  
C:CNO→CS, CNO→CNUM, CNO→CDATE, CS→DN, (CS, CDATE)→CNO  
D:DNO→DN, DN→DNO, DNO→DA, DNO→DNUM  
P:PN→DATE1, PN→PA, PN→PNUM  
SP: (SNO, PN)→DATE2

S 中存在的传递函数依赖：

因为  $SNO \rightarrow CNO$ ,  $CNO \rightarrow DN$ , 所以存在传递函数依赖  $SNO \rightarrow DN$ ,

因为  $CNO \rightarrow DN$ ,  $DN \rightarrow SA$ , 所以存在传递函数依赖  $CNO \rightarrow SA$ ,

因为  $SNO \rightarrow CNO$ ,  $CNO \rightarrow DN$ ,  $DN \rightarrow SA$ , 所以存在传递函数依赖  $SNO \rightarrow SA$ 。

C 中存在的传递函数依赖：

因为  $CNO \rightarrow CS$ ,  $CS \rightarrow DN$ , 所以存在传递函数依赖  $CNO \rightarrow DN$ 。

函数依赖左部是多属性的情况：

$(SNO, PN) \rightarrow DATE2$  和  $(CS, CDATE) \rightarrow CNO$  函数依赖左部具有 2 个属性，它们都是完全函数依赖，不是部分函数依赖。

- S: 候选码 SNO，外部码 CNO、DN，无全码。
- C: 候选码 CNO、(CS, CDATE)，外部码 DN，无全码。
- D: 候选码 DNO、DN，无外部码，无全码。
- P: 候选码 PN，无外部码，无全码。
- SP: 候选码 (SNO, PN)，外部码 SNO、PN，无全码。

9. 下面的结论哪些是正确的？哪些是错误的？对于错误的结论，请给出一个反例进行说明。

- ① 任何一个二维关系都属于 3NF。
- ② 任何一个二维关系都属于 BCNF。
- ③ 任何一个二维关系都属于 4NF。
- ④ 当且仅当函数依赖  $A \rightarrow B$  在 R 上成立，关系 R(A, B, C) 等于其投影 R1(A, B) 和 R2(A, C) 的连接。
- 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  $R. B \rightarrow R. A$ ,  $R. C \rightarrow R. A$ 。

答：

- ①②③⑤⑥⑦正确。④⑧错误。
- ④：存在关系 R(A, B, C) 等于其投影 R1(A, B) 和 R2(A, C) 的连接，但函数依赖  $A \rightarrow B$  在 R 上不成立的情况。只要构建关系 R(A, B, C) 等于其投影 R1(A, B) 和 R2(A, C) 的连接，并令 B 不依赖于 A 即可。
- ⑧：任意一种属于完全依赖的多值依赖情况都是反例。