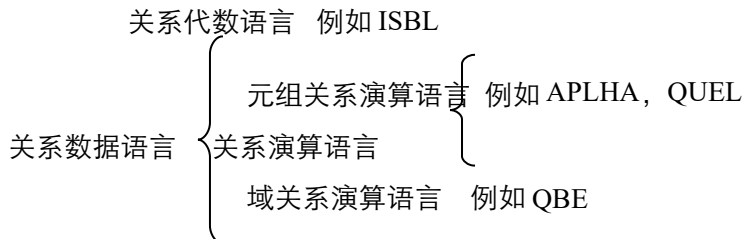


第二章 关系数据库

1. 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. 答：关系数据语言可以分为三类：



具有关系代数和关系演算双重特点的语言 例如 SQL

这些关系数据语言的共同特点是，具有完备的表达能力，是非过程化的集合操作语言，功能强，能够嵌入高级语言中使用。

3. 答：

(1) **域**：域是一组具有相同数据类型的值的集合。

笛卡尔积：

给定一组域 D_1, D_2, \dots, D_n ，这些域中可以有相同的。这组域的笛卡尔积为：

$$D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n = \{ (d_1, d_2, \dots, d_n) \mid d_i \in D_i, i=1, 2, \dots, n \}$$

其中每一个元素 (d_1, d_2, \dots, d_n) 叫作一个 n 元组 (n-tuple) 或简称元组 (Tuple)。

元素中的每一个值 d_i 叫作一个分量 (Component)。

关系：在域 D_1, D_2, \dots, D_n 上笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的子集称为关系，表示为

$$R(D_1, D_2, \dots, D_n)$$

注意，这里是用较为形式化的方法来定义关系。在第一章我们则是用通俗的语言来说明什么是关系，也可以看成是不严格的一种定义。

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 (Attribute)。

(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，则称该属性组为候选码 (Candidate key)。

主码：若一个关系有多个候选码，则选定其中一个为主码 (Primary key)。

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 (Foreign key)，简称外码。

基本关系 R 称为参照关系 (Referencing relation)，基本关系 S 称为被参照关系

(Referenced relation) 或目标关系 (Target relation)。关系 R 和 S 可以是相同的关系。

(3) **关系模式**：关系的描述称为关系模式 (Relation Schema)。它可以形式化地表示为：

$$R(U, D, \text{dom}, F)$$

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 中属性所来自的域， 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：在域 D_1, D_2, \dots, D_n 上笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的子集称为关系，表示为

$$R(D_1, D_2, \dots, D_n)$$

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。关系数据库的型也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。

4. 答：

关系模型的完整性规则是对关系的某种约束条件。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。

其中实体完整性和参照完整性是关系模型必须满足的完整性约束条件，被称作是关系的两个不变性，应该由关系系统自动支持。

(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_s 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，外部码属性的值可以为空，它表示该属性的值尚未确定。但前提条件是该外部码属性不是其所在关系的主属性。

例如，在下面的“学生”表中，“专业号”是一个外部码，不是学生表的主属性，可以为空。其语义是，该学生的专业尚未确定。

学生 (学号, 姓名, 性别, 专业号, 年龄)

专业 (专业号, 专业名)

而在下面的“选修”表中的“课程号”虽然也是一个外部码属性，但它又是“选修”表的主属性，所以不能为空。因为关系模型必须满足实体完整性。

课程 (课程号, 课程名, 学分)

选修 (学号, 课程号, 成绩)

5. 答：

(1) 关系代数： $\pi_{SNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ))$

ALPHA 语言： GET W(SPJ.SNO): SPJ.JNO='J1'

QBE 语言

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P. S1		J1	

(2) 关系代数:

$$\pi_{SNO} (\sigma_{JNO='J1' \wedge PNO='P1'} (SPJ))$$

ALPHA 语言:

GET W(SPJ.SNO): SPJ.JNO='J1' ^ SPJ.PNO='P1'

QBE 语言

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P. S1	P1	J1	

(3) 关系代数:

$$\pi_{SNO} (\pi_{SNO, PNO} (\sigma_{JNO='J1'} (SPJ))) \quad \pi_{PNO} (\sigma_{COLOR='红'} (P))$$

ALPHA 语言

RANGE P PX

GET W (SPJ.SNO): $\exists PX (PX.PNO=SPJ.PNO \wedge SPJ.JNO='J1' \wedge PX.COLOR='红')$

QBE 语言

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P. S1	P1	J1	

P	PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT
	P1		红	

(4) 关系代数:

$$\pi_{JNO} (J) - \pi_{JNO} (\pi_{SNO} (\sigma_{CITY='天津'} (S))) \quad \pi_{SNO, PNO, JNO} (SPJ)$$

$$\pi_{PNO} (\sigma_{COLOR='红'} (P))$$

解析:

减法运算中被减的部分是使用了天津供应商生产的红色零件的所有工程号，

$\pi_{JNO} (J)$ 是全部工程的工程号，两者相减就是没有使用天津供应商生产的红色零件的工程号，包括没有使用任何零件的工程号。

ALPHA 语言:

RANGE SPJ SPJX

P PX

S SX

GET W (J.JNO): $\neg \exists SPJX (SPJX.JNO=J.JNO \wedge$

$\text{SX} (\text{SX.SNO}=\text{SPJX.SNO} \wedge \text{SX.CITY}=\text{'天津'} \wedge$
 $\text{PX}(\text{PX.PNO}=\text{SPJX.PNO} \wedge \text{PX.COLOR}=\text{'红'}))$

解析：

1) S、P、SPJ 表上设各设了一个元组变量

2) 解题思路是：要找的是满足给定条件的工程号 JNO。因此，对工程表 J 中的每一个 JNO 进行判断：

看 SPJ 中是否存在这样的元组，其 JNO=J.JNO，并且所用的零件是红色的，该零件的供应商是天津的。

如果 SPJ 中不存在这样的元组，则该工程号 JNO 满足条件，放入结果集中。

如果 SPJ 中存在这样的元组，则该工程号 JNO 不满足条件，不放入结果集中。再对工程表 J 中的下一个 JNO 进行同样的判断。

直到所有 JNO 都检查完。

结果集中是所有没有使用天津供应商生产的红色零件的工程号，包括没有使用任何零件的工程号。

QBE 语言：

当不考虑没有使用任何零件的工程时

S	SNO	SNAME	STATUS	CITY
	S1			天津

P	PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT
	P1		红	

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	S1	P1	P. J1	

解析：

本题是从 SPJ 表中输出满足条件的 JNO，没有使用任何零件的工程项目的工程号是不会出现在 SPJ 中的。所以本题的结果不包括没有使用任何零件的工程号。

考虑没有使用任何零件的工程

J	JNO	JNAME	CITY
	P.J1		

S	SNO	SNAME	STATUS	CITY
	S1			天津

P	PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT
	P1		红	

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	S1	P1	J1	

解析：

本题是从 J 表中输出满足条件的 JNO，没有使用任何零件的工程项目的工程号也满足条件。所以本题的结果包括没有使用任何零件的工程号。

(5) 关系代数：

$\pi_{JNO, PNO}(\mathbf{SPJ}) \div \pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S1'}(\mathbf{SPJ}))$

/*第一部分是所有工程与该工程所用的零件，第二部分是 S1 所供应的全部零件号*/
对于 SPJ 表中的某一个 JNO，如果该工程使用的所有零件的集合包含了 S1 所供应的全部零件号，则该 JNO 符合本题条件，在除法运算的结果集中。

我们看到，使用关系代数的除法运算概念清晰，语言表达也很简单。

ALPHA 语言：（类似于《概论》书上 P63 例 14）

RANGE SPJ SPJX

SPJ SPJY

P PX

GET W(J.JNO): $\forall PX(\exists SPJX(SPJX.PNO=PX.PNO \wedge SPJX.SNO='S1')$

$\neg SPJY(SPJY.JNO=J.JNO \wedge SPJY.PNO=PX.PNO))$

解析：

1) SPJ 表上设了两个元组变量：SPJX，SPJY；P 表上设了一个元组变量：PX

2) 解题思路是：要找的是满足给定条件的工程号 JNO。因此，对工程表 J 中的每一个 JNO（例如 J1），进行以下一组操作：

a.对零件 PX 中的所有零件，依次对每一个零件，进行以下检查：

b.例如零件 P1，检查 SPJX，看 S1 是否供应了该零件，如果供应了，则再看这一个 JNO（例如 J1）是否使用了该零件。

c.如果对于 S1 所供应的每种零件，这一个 JNO（例如 J1）都使用了，则该 JNO 为（例如 J1）满足要求的工程项目。

3) 为了帮助理解，读者可以画出所涉及三个表，给出一些数据，按照上面的解析步骤一步一步地分析，就能掌握解题方法。从而达到举一反三的要求。

PX

PNO		
R1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		

SPJX			SPJY		
SNO	PN0	JNO	SNO	PNO	JNO
S1	P1			P1	J1
S1	P2				

QBE: (不要求)。

6. 答:

连接运算中有两种最为重要也最为常用的连接，一种是等值连接 (Equijoin)，另一种

是自然连接 (Natural join)。等值连接简称等连接。

θ 为 “=” 的连接运算称为等值连接。

它是从关系 R 与 S 的笛卡尔积中选取 A、B 属性值相等的那些元组。即等值连接为:

$$R \bowtie_{A=B} S = \{ \langle t_r, t_s \rangle \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] = t_s[B] \}$$

自然连接 (Natural join) 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必须是相同的属性组，并且要在结果中把重复的属性去掉。即若 R 和 S 具有相同的属性组 B，则自然连接可记作:

$$R \bowtie S = \{ \langle t_r, t_s \rangle \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[B] = t_s[B] \}$$

7. 答:

在八种关系代数运算中，并、差、笛卡尔积、投影和选择五种运算为基本的运算。其他三种运算，即交、连接和除，均可以用五种基本运算来表达。

$$\text{交运算: } R \cap S = R - (R - S)$$

$$\text{连接运算 } R \bowtie_{A\theta B} S = \sigma_{A\theta B}(R \times S)$$

$$\text{除运算: } R(X, Y) \div S(Y, Z) = \pi_X(R) - \pi_X(\pi_X(R) \times \pi_Y(S) - R)$$

X、Y、Z 为属性组，R 中的 Y 和 S 中的 Y 可以有不同的属性名，但必须出自相同的域集。