

③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，简称外码。

(3) 关系模式，关系，关系数据库

①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  $U$  中属性所来自的域， $Dom$  为属性向域的映射集合， $F$  为属性间数据的依赖关系集合。

②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。

③关系数据库：关系数据库有型和值之分。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. 举例说明关系模式和关系的区别。

答：关系模式是静态的，关系是动态的。对于常见的二维表，关系模式通常指的是二维表的表头，即有哪些列构成，每个列的名称、类型、长度等。关系通常指的是一张表的具体内容，因为表经常进行插入、删除、修改等操作，关系可能不一样。

5. 试述关系模式的完整性规则。在参照完整件中，什么情况下外码属性的值可以为空值？

答：(1) 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。

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。

(2) 在参照完整性中，外码属性值可以为空，它表示该属性的值尚未确定，但前提条件是该外码属性不是其所在参照关系的主属性。

6. 设有一个 SPJ 数据库，包括 S、P、J 及 SPJ4 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 ( $WEIGHT$ ) 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 ( $PNO$ )、工程项目代码 ( $JNO$ )、供应数量 ( $QTY$ ) 组成，表示某供应商供应某种零件给某工程项目的数量为  $QTY$ 。

今有若干数据如下：

S 表

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	精益	20	天津
S2	盛锡	10	北京
S3	东方红	30	北京
S4	丰泰盛	20	天津
S5	为民	30	上海

P 表

PNOP	PNAME	COLOR	WEIOHT
P1	螺母	红	12
P2	螺栓	绿	17
P3	螺丝刀	蓝	14
P4	螺丝刀	红	14
P5	凸轮	蓝	40
P6	齿轮	红	30

J 表

JNO	JNAME	CITY
J1	三建	北京
J2	一汽	长春
J3	弹簧厂	天津
J4	造船厂	天津
J5	机车厂	唐山
J6	无线电厂	常州
J7	半导体厂	南京

SPJ 表

SNOP	PNO	JNO	QTY
S1	P1	J1	200
S1	P1	J3	100
S1	P1	J4	700
S1	P2	J2	100
S2	P3	J1	400
S2	P3	J2	200
S2	P3	J4	500
S2	P3	J5	400
S2	P5	J1	400
S2	P5	J2	100
S3	P1	J1	200
S3	P3	J1	200
S4	P5	J1	100
S4	P6	J3	300
S4	P6	J4	200
S5	P2	J4	100
S5	P3	J1	200
S5	P6	J2	200
S5	P6	J4	500

试用关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下查询：

- (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 T 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项目代码 JNO；
- (5) 求至少用了供应商 S1 所供应的全部零件的工程项目代码 JNO。

答：(1) 关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下：

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

②ALPHA 语言：GET W(SPJ.SNO):SPJ.JNO='J1'

③QBE 语言：



SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P, S1		J1	

(2) 关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下:

①关系代数:  $\pi_{SNO}(\sigma_{JNO='J1' \wedge PNO='P1'}(SPJ))$

②ALPHA 语言: GET W(SPJ.SNO):SPJ.JNO='J1' ^ SPJ.PNO='P1'

③QBE 语言:

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P, S1	P1	J1	

(3) 关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下:

①关系代数:  $\pi_{SNO}(\pi_{SNO, PNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ))) \bowtie \pi_{PNO}(\sigma_{COLOR='红'}(P))$

②ALPHA 语言: RANGE P PX

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

③QBE 语言:

SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
	P, S1	P1	J1	
P	PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT
	P1		红	

(4) 关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下:

①关系代数:

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

②ALPHA 语言:

RANGE SPJ SPJX  
P PX  
S SX

GET W (J.JNO):  $\neg \exists SPJX (SPJX.JNO=J.JNO \wedge \exists SX (SX.SNO=SPJX.SNO \wedge SX.CITY='天津') \wedge \exists PX (PX.PNO=SPJX.PNO \wedge PX.COLOR='红'))$

③QBE 语言:

不考虑未使用任何零件的工程。

S	SNO	SNAME	STATUS	CITY
	S1			天津
P	PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT
	P1		红	
SPJ	SNO	PNO	JNO	QTY
—	S1	P1	P, J1	

(5) 关系代数、ALPHA 语言、QBE 语言完成如下:

①关系代数:  $\pi_{JNO, PNO}(SPJ) \div \pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S1'}(SPJ))$

②ALPHA 语言:

RANGE SPJ SPJX  
SPJ SPJY  
P PX

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

③QBE 语言:

PX	
PNO	...
P1	
P2	
P3	
P4	
P5	
P6	

  

SPJX		
SNO	PNO	...
S1	P1	
S1	P2	

  

SPJY		
SNO	PNO	JNO
	P1	J1

7. 试述等值连接与自然连接的区别和联系。

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)。θ 为“=”的连接运算称为等值连接。它是从关系 R 与 S 的广义笛卡尔积中选取 A, B 属性值相等的那些元组, 即等值连接为

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

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, 并且在结果中把重复的属性列去掉。即若 R 和 S 具有相同的属性组 B, 则自然连接可记作

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

一般的连接操作是从行的角度进行运算。但自然连接还需要取消重复列, 所以是同时从行和列的角度进行运算。

8. 关系代数的基本运算有哪些? 如何用这些基本运算来表示其他运算?

答: 关系代数的基本运算包括并、差、笛卡尔积、投影和选择 5 种运算。其他 3 种运算, 即交、连接和除, 均可以用这 5 种基本运算来表达。

(1) 交运算:  $R \cap S = R - (R - S)$  或  $R \cap S = S - (S - R)$ ;

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

(3) 除运算:  $R(X, Y) \div S(Y, Z) = \pi_X(R) - \pi_X(\pi_X(R) \times \pi_Y(S) - R)$ 。