

## 数据库系统课程教案

## 第 6 单元

学时：2

授课内容	第 2 章习题分析课
基本知识点	关系数据结构及其形式化定义、关系的三类完整性约束、关系代数的各种运算
教学重点	关系代数中的各种运算（包括连接、除）
教学难点	关系代数中的各种运算（包括连接、除）
要求掌握内容	关系代数中的各种运算（包括连接、除）
教学思路，采用的教学方法和辅助手段，板书设计，重点如何突出，难点如何解决，师生互动等	<p><b>教学思路：</b></p> <p>一、明确本章的知识点 1、需要了解的：关系数据库理论产生和发展的过程。</p> <p>2、需要牢固掌握的：关系模型的三个组成部分及各部分所包括的主要内容；关系数据结构及其形式化定义；关系的三类完整性约束的概念。</p> <p>3、需要举一反三的：关系代数的各种运算(包括并、交、差、选择、投影、连接、除及广义笛卡尔积等)；抽象的元组关系演算及域关系演算等，能够使用这些知识完成各种数据操纵。</p> <p>4、难点：关系代数。由于关系代数较为抽象，学习过程中要结合具体实例学习，通过对关系代数的学习过渡到对抽象的关系演算的把握。</p> <p>二、明确本次授课的目的与要求</p> <p>使学生能够巩固第 2 章的知识点，熟练掌握关系模型的组成要素、关系数据结构及其形式化定义、关系的三类完整性约束、关系代数的各种运算(包括并、交、差、选择、投影、连接、除及广义笛卡尔积等)、抽象的元组关系演算及域关系演算。</p> <p>三、讲解本次授课的具体内容</p> <p><b>教学方法：</b>整合教学内容，强化基础训练；努力营造生动活泼的课堂气氛，搭建师生间良好的沟通渠道；采用多媒体教学与传统的板书设计相结合的方式，教学手段灵活多变。</p> <p><b>辅助手段：</b>通过 PPT 幻灯片演示并加以阐述；对于关系代数中的连接和除运算，通过 PPT 幻灯片演示结合板书设计和举例加以阐述。</p>
本章思考题和作业	作业：P70 第 6、8 题
主要教材参考资料	<p>1. 《数据库系统概论》，萨师煊，王珊，高等教育出版社，2014.9</p> <p>2. 《数据库系统概论学习指导与习题解答》，王珊，张俊，高等教育出版社，2015.7</p>
备 注	

## 本次授课具体内容

1. 试述关系模型的三个组成部分。

答：关系模型由关系数据结构、关系操作和关系完整性约束组成

2. 试述关系数据语言的特点和分类。

答：关系数据语言分为三类：

(1) 关系代数语言。

(2) 关系演算语言：包括元组关系演算语言(如 ALPHA)、域关系演算语言(如 QBE)。

(3) 具有关系代数和关系演算双重特点的语言，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. 定义并理解下列术语，说明它们之间的联系和区别：

(1) 域，笛卡尔积，关系，元组，属性

答：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  $D_1, D_2, \dots, D_n$ ，这些域可以相同， $D_1, D_2, \dots, D_n$  的笛卡尔积为： $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n = \{(d_1, d_2, \dots, d_n) \mid d_i \in D_i, i=1, 2, \dots, n\}$ 。

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。表示为  $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$ 。

元组：关系中的每个元素。

属性：关系是一张二维表，表的每行对应一个元组，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) 主码，候选码，外部码

答：候选码：关系中能惟一标识一个元组的属性组。

主码：若一个关系有多个候选码，选定其中的一个称为主码。

外部码：设  $F$  是关系  $R$  的一个或一组属性，但不是关系  $R$  的码，如果  $F$  与关系  $S$  的主码  $K_s$  相对应，则称  $F$  是关系  $R$  的外部码。 $R$  为参照关系， $S$  为被参照关系或目标关系。

(3) 关系模式，关系，关系数据库

答：关系模式：对关系的描述，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， $\text{dom}$  为属性向域的映象集合， $F$  为属性间的数据依赖关系集合。

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。表示为  $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$ 。

关系模式是对关系的描述，是静态的、稳定的；而关系是关系模式在某一时刻的状态或内容，是动态的、随时间不断变化的。

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，包括若干域的定义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，通常简称为关系数据库。

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：关系模型的完整性规则是对关系的某种约束条件。关系模型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  $A$  是关系  $R$  的主属性，则属性  $A$  不能取空值。

## 本次授课具体内容（续）

(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相对应，则对于R中每个元组在F上的值必须：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，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。如学生表中，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)

而在选修表中课程号虽然也是一个外部码，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。

选修(学号, 课程号, 成绩)      课程(课程号, 课程名, 学分)

5. 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 WETGHT 组成。

工程项目表 J 由工程项目代码 JNO、工程项目名 JNAME、工程项目所在城市名 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、供应数据 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。

试分别用关系代数完成下列操作：

(1)求供应工程 J1 零件的供应商号 SNO。

答： $\Pi_{SNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ))$

(2)求供应工程 J1 零件 P1 的供应商号 SNO。

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

(3)求供应工程 J1 红色零件的供应商号 SNO。

答： $\Pi_{SNO}(\Pi_{SNO, PNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ)) \bowtie \Pi_{PNO}(\sigma_{COLOR='红'}(P)))$

(4)求没有使用天津供应商生产的红色零件的工程号 JNO。

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

解析：减法中减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。

(5)求至少用了 S1 供应商所供应的全部零件的工程号 JNO。

答： $\Pi_{JNO, PNO}(SPJ) \div \Pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S1'}(SPJ))$

解析：除号前的部分是所有工程与该工程所用的零件，除号后的部分是 S1 所供应的全部零件号，对于 SPJ 表中的某一个 JNO，若该工程使用的所有零件包含了 S1 所供应的全部零件号，则该 JNO 符合本题条件，加入结果集合中。

## 授课具体内容及实施过程

6. 试述等值连接与自然连接的区别和联系。

答：连接运算符  $\theta$  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  $A$ 、 $B$  属性值相等的元组。自然连接是一种特殊的等值连接，要求两个关系中进行比较的分量必须是相同的属性组，在结果中把重复的属性列去掉。

7. 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的运算？

答：在八种关系代数运算中，并、差、笛卡尔积、选择、投影五种运算为基本运算，其他三种运算均可以用这五种基本运算来表达。

交运算： $R \cap S = R - (R - S)$

连接运算：

除运算： $R(X, Y) \div S(Y, Z) = \Pi_X(R) - \Pi_X(\Pi_X(R) \times \Pi_Y(S) - R)$

## 本次授课小结

本次习题课巩固了第 2 章的知识点，要求学生能够熟练掌握关系模型的组成要素、关系数据结构及其形式化定义、关系的三类完整性约束、关系代数的各种运算(包括并、交、差、选择、投影、连接、除及广义笛卡尔积等)、抽象的元组关系演算及域关系演算。

习 题	无
实 验	无