

## 数据库系统课程教案

## 第 12 单元

学时：2

|  |  |
|--|--|
| 教材内容                                       | 第 5 章 数据库完整性   |
| 基本知识点                                      | 数据库的完整性约束条件、完整性约束条件的分类；数据库的完整性概念与数据库的安全性概念的区别和联系、DBMS 完整性控制机制、用 SQL 语言定义关系模式的完整性约束条件   |
| 教学重点                                       | 数据库的完整性约束条件、DBMS 完整性控制机制   |
| 教学难点                                       | DBMS 完整性控制机制、用 SQL 语言定义关系模式的完整性约束条件  |
| 要求掌握内容                                     | 数据库的完整性约束条件、DBMS 完整性控制机制、用 SQL 语言定义关系模式的完整性约束条件  |
| 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><b>一、复习旧课，巩固上次授课主要内容</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、简述数据库的安全性控制。</li> <li>2、简述统计数据库的安全性规则。</li> </ol> <p><b>二、导入新课，明确本次授课的目的与要求</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、理解数据库完整性的概念及其与数据库安全性的区别。</li> <li>2、掌握数据库的完整性约束条件。</li> <li>3、掌握数据库的完整性控制。</li> </ol> <p><b>三、讲解本次授课的具体内容</b></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 幻灯片演示结合板书设计加以阐述。</p> |
| 本章思考题和作业                                   | P173 第 5、6、7 题   |
| 主要教材参考资料                                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《数据库系统概论》，萨师煊，王珊，高等教育出版社，2014.9</li> <li>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</li> </ol>   |
| 备 注  |  |

## 本次授课具体内容

### 第 5 章 数据库完整性 1 完整性约束条件

(一)数据库的完整性：指数据的正确性和有效性。如学生的年龄必须是整数，取值范围为 18~25；学生的性别只能是男或女；学生的学号必须唯一；学生所在的系必须是学校开设的系等。完整性不同于安全性，前者是为了防止数据库中存在不符合语义的数据，防止错误信息的输入和输出；后者是为了防止非法用户和非法操作。

(二)数据库的完整性约束条件：是数据模型组成部分中施加在数据库数据之上的语义约束条件，是完整性控制的核心，DBMS 应提供定义数据库完整性约束条件，并把它们作为模式的一部分存入数据库中。其作用的对象可以是列、元组、关系。列约束主要是列的类型、取值范围、精度、排序等约束条件；元组约束是元组中各个字段间联系的约束；关系的约束是若干元组间、关系集合上以及关系之间的联系的约束。完整性约束条件涉及上述三类对象，其状态可以静态的，也可以是动态的。

1、静态约束：指数据库每一确定状态时的数据对象所应满足的约束条件，反映了数据库状态合理性的约束，是最重要的一类完整性约束。

2、动态约束：指数据库从一种状态转变为另一种状态时，新、旧值之间所应满足的约束条件，反映了数据库状态变迁的约束。

#### 3、六类完整性约束条件

(1)静态列级约束：对一个列的取值域的说明，是最常用也最容易实现的一类完整性约束。它包括：

- ①对数据类型的约束(包括数据的类型、长度、单位、精度等)。
- ②对数据格式的约束。如出生日期的格式为 YY.MM.DD。
- ③对取值范围或取值集合的约束。如性别的取值范围是[男,女]。
- ④对空值的约束。如学号不能为空，成绩可以为空。
- ⑤其他约束。如关于列的排序。

(2)静态元组约束：一个元组由若干列组成，它规定元组的各个列之间的约束关系。如规定订货关系中满足发货量 $\leq$ 订货量，教师关系中满足教授的工资 $\geq$ 2000 元。

(3)静态关系约束：在一个关系的各个元组之间或者若干关系之间常常存在各种联系或约束。常见的静态关系约束有：

- ①实体完整性约束。
  - ②参照完整性约束。
- 实体完整性和参照完整性约束称为关系的两个不变性。
- ③函数依赖约束。

④统计约束。如规定部门经理的工资不得低于该部门职工平均工资的 2 倍，不得高于该部门职工平均工资的 5 倍。

(4)动态列级约束：修改列定义或列值时应满足的约束条件。如允许为空修改为不允许为空、学生年龄只能增长。

(5)动态元组约束：修改元组值时元组中各个字段应满足的约束条件。如职工工资调整时新工资不得低于原工资+工龄\*1.5。

(6)动态关系约束：加在关系变化前后状态上的限制条件。如事务的一致性、原子性等约束条件。2 完整性控制

(一)DBMS 的完整性控制机制应具有以下三方面功能

1、定义功能：提供定义完整性约束条件的机制。

2、检查功能：检查用户的操作请求是否违背了完整性约束条件。

(1)立即执行的约束：语句执行完后立即检查是否违背完整性约束。如银行数据库中“借贷总金额应平衡”的约束就应该是延迟执行的约束，从账号 A 转一笔钱到账号 B 为一个事务，从账号 A 转出去钱后账就不平了，必须等转入账号 B 后账才能重新平衡，这时才能进行完整性检查。

(2)延迟执行的约束：完整性检查延迟到整个事务执行结束后进行。

3、违约反应：若用户的请求使数据违背了完整性约束条件，则采取一定动作来保证数据的完整性。

(二)完整性规则的五元组表示：(D, O, A, C, P)，其中：D(Data)为约束作用的数据对象；O(Operation)为触发完整性检查的数据库操作，即当用户发出什么操作请求时需要检查该完整性规则，立即或延迟检查；A(Assertion)为数据对象必须满足的断言，这是规则的主体；C(Condition)为选择 A 作用的数据对象值的谓词；P(Procedure)为违反完整性规则时触发的过程。

如在“学号不能为空”的约束中，D 为 Sno 属性；O 为插入或修改 Student 元组时；A 为 Sno 不能为空；C 无(A 可作用于所有记录的 Sno 属性)；P 为拒绝执行该操作。又如在“教授工资不得低于 1000 元”的约束中，D 为工资 Sal 属性；O 为插入或修改职工元组时；A 为 Sal 不能小于 1000；C 为职称='教授' (A 仅作用于职称='教授'的记录)；P 为拒绝执行该操作。

关系系统三类完整性的实现：关系数据库系统都提供了定义和检查实体完整性、参照完整性和用户定义完整性的功能。对于违反实体完整性规则和用户定义完整性规则的操作一般采用拒绝执行的方式进行处理。而对于违反参照完整性的操作，并不都是简单地拒绝执行，有时要根据应用语义执行一些附加的操作，以保证数据库的正确性。设职工 - 部门数据库中包含职工表 EMP 和部门表 DEPT，DEPT 的主码为部门号 Deptno，EMP 的主码为职工号 Empno，外码为部门号 Deptno，称 EMP 为参照关系，DEPT 为被参照关系或目标关系。RDBMS 实现参照完整性时需要考虑以下四个方面的问题：

1、外码能否可以接受空值：依赖于应用环境的语义，系统除应提供定义外码机制外，还提供定义外码列允许为空否的机制。如职工 - 部门数据库中 EMP 表有外码 Deptno，某元组的这一列若为空值，表示这个职工尚未分配到任何具体的部门工作，和应用环境的语义是相符的。但学生 - 选课数据库中 Student 关系为被参照关系，其主码为 Sno；SC 为参照关系，外码为 Sno。若 SC 的 Sno 为空值：表明尚不存在的某个学生，或者某个不知学号的学生，选修了某门课程，其成绩记录在 Grade 中，与学校的应用环境是不相符的，因此 SC 的 Sno 列不能取空值。

2、在被参照关系中删除元组时的问题：当删除被参照关系的某个元组，而参照关系有若干元组的外码值与被删除的被参照关系的主码值相同，这时有三种不同策略：

(1)级联删除：将参照关系中外码值与被参照关系中要删除元组主码值相对应的元组一起删除。

(2)受限删除：当参照关系中没有任何元组的外码值与要删除的被参照关系的元组的主码值相对应时，系统才执行删除操作，否则拒绝此删除操作。

(3)置空值删除：删除被参照关系的元组，并将参照关系中与被参照关系中被删除元组主码值相等的外码值置为空值。

如要删除 Student 关系中 Sno=95001 的元组，而 SC 关系中有 4 个元组的 Sno 都等于 95001。级联删除：将 SC 关系中所有 4 个 Sno=95001 的元组一起删除，如果参照关系同时又是另一个关系的被参照关系，则这种删除操作会继续级联下去；受限删除：系统将拒绝执行此删除操作；置空值删除：将 SC 关系中所有

Sno=95001 的元组的 Sno 值置为空值。在学生选课数据库中，显然前两种方法都正确，第三种方法不符合应用环境语义。

3、在参照关系中插入元组时的问题：当参照关系插入某个元组，而被参照关系不存在相应的元组，其主码值与参照关系插入元组的外码值相同，这时可以两种策略：

(1)受限插入：仅当被参照关系中不存在相应的元组，其主码值与参照关系插入元组的外码值相同时，系统才执行插入操作，否则拒绝此操作。

(2)递归插入：首先向被参照关系中插入相应的元组，其主码值等于参照关系插入元组的外码值，然后向参照关系插入元组。

如向 SC 关系插入 (99001, 1, 90) 元组，而 Student 关系中尚没有 Sno=99001 的学生。受限插入：系统将拒绝向 SC 关系插入该元组；递归插入：系统将首先向 Student 关系插入 Sno=99001 的元组，然后向 SC 关系插入 (99001, 1, 90) 元组。

4、修改关系中主码的问题：要修改被参照关系中某些元组的主码值，而参照关系中有些元组的外码值正好等于被参照关系要修改的主码值；要修改参照关系中某些元组的主码值，而被参照关系中没有任何元组的外码值等于被参照关系修改后的主码值。一般有两种策略：

(1)不允许修改主码：有的 DBMS 不允许修改关系的主码值，若需要修改主码值，只能先删除该元组，然后再把具有新主码值的元组插入到关系中。

(2)允许修改主码：若修改的是被参照关系，则与删除类似，有三种策略：

①级联修改：修改被参照关系主码值的同时，修改参照关系中相应的外码值。

②受限修改：拒绝此修改操作。只当参照关系中没有任何元组的外码值等于被参照关系中某个元组的主码值时，才能被修改。

③置空值修改：修改被参照关系主码值的同时，将参照关系中相应的外码值置为空值。

如将 Student 表中 Sno=95001 元组的 Sno 值改为 95123，而 SC 表中有 4 个元组的 Sno=95001。级联修改：将 SC 表中 4 个 Sno=95001 元组的 Sno 值也改为 95123，若参照关系同时又是另一个关系的被参照关系，则这种修改会继续级联下去；受限修改：只有 SC 表中没有任何元组的 Sno=95001 时，才能将 Student 表中 Sno=95001 元组的 Sno 值改为 95123；置空值修改：将 Student 表中 Sno=95001 元组的 Sno 值改为 95123，而将 SC 表中所有 Sno=95001 元组的 Sno 值置为空值。显然在学生选课数据库中只有第一种方法是正确的。若修改的是参照关系，则与插入类似，有受限修改、递归修改两种策略。

5、参照完整性的实现：RDBMS 在实现参照完整性时，除了要向用户提供定义主码、外码的机制，还需要向用户提供不同的策略供用户选择。选择哪种策略，都要根据应用环境的要求确定。

## 本次授课小结

本次授课讲述了数据库完整性的概念及其与数据库安全性的区别、数据库的完整性约束条件、数据库的完整性控制，为进一步学习后续章节打好基础

**实验**

综合实验一