

# 武汉大学国家网络安全学院

## 2022-2023 学年度第 2 学期

### 《数据库系统》期末考试试卷 A 卷（闭卷）

\*本卷依据各任课老师于课堂所展示之试卷重制而成，以方便打印（格式上尽量以原卷为准）\*

专业：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

#### 一、单项选择题（共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

- 数据的物理独立性是指（ ）。  
A. 数据库与数据库管理系统相互独立  
B. 用户程序与数据库管理系统相互独立  
C. 用户的应用程序与存储在磁盘上数据库中的数据是相互独立的  
D. 应用程序与数据库中数据的逻辑结构是相互独立的
- 以下哪个不属于数据库完整性约束的范围（ ）。  
A. 外码约束  
B. 主码约束  
C. 数据加密  
D. 数据类型
- 有两个关系  $r(A, B, C)$  和  $s(B, C, D)$ ，分别包含  $N_1$  和  $N_2$  个元组， $N_1 > N_2 > 0$ ，计算  $r$  自然连接  $s$  得到的结果中包含的元组和列的数目，下列说法正确的是（ ）。  
A. 元组最多  $N_1 * N_2$  个，最少  $N_2$  个，6 列  
B. 元组最多  $N_1 * N_2$  个，最少  $N_2$  个，4 列  
C. 元组最多  $N_1 * N_2$  个，最少 0 个，4 列  
D. 元组最多  $N_2$  个，最少 1 个，4 列
- 有两个关系  $r_1$  和  $r_2$  如表 1、2 所示，它们经过某一关系运算后的结果为{信息学院}，这一关系运算为（ ）。  
A.  $r_1 \times r_2$   
B.  $r_2 \times r_1$   
C.  $r_1 \div r_2$   
D.  $r_2 \div r_1$

学院	课程
信息学院	数据结构与算法
信息学院	数据库系统
历史学院	中国近代史
文学院	文学鉴赏

表 1 关系  $r_1$

课程
数据库系统

表 2 关系  $r_2$

5. 有一商品数据表 iteminfo (itemid, itemtype, unitprice, itemcount), 其中 itemid 是自动编号字段, 其他属性可以为 NULL。如果用 SQL 语句: INSERT INTO iteminfo(unitprice, itemcount) VALUES (9.99, 150) 向数据表中插入记录时, 则该记录的 itemtype 属性值为 ( )。
- A. NULL  
B. 任意值  
C. 0  
D. 插入失败, 不存在该元组
6. 关于索引, 下列描述不正确的是 ( )。
- A. 索引可以大大加快数据的检索速度  
B. 创建索引和维护索引要耗费时间  
C. 索引需要占物理空间  
D. 索引可以提高增/改/删的执行效率
7. 以下关于数据库设计的说法中, 正确的是 ( )。
- A. 在逻辑结构设计阶段, 规范化程度越高越好  
B. 逻辑结构设计的结果必须满足 BCNF  
C. 在物理结构设计阶段, 聚簇可提高特定属性的查询效率  
D. 在物理结构设计阶段, 若选择 B+树索引存取方法, 定义的索引数越多越好
8. 每个员工必须提供办公室和手机两个电话号码。( ) 不满足 1NF。
- A. R1(员工编号, 姓名, 性别)  
B. R2(员工编号, 姓名, 办公室电话, 手机号码)  
C. R3(员工编号, 姓名, 部门)  
D. R4(员工编号, 姓名, 电话{办公室电话, 手机号码})
9. 以下关于数据库事务的说法中, 错误的是 ( )。
- A. 数据库事务是恢复和并发控制的基本单位  
B. 数据库事务必须由用户显式地定义  
C. 数据库事务具有 ACID 特性  
D. COMMIT 和 ROLLBACK 都代表数据库事务的结束
10. 数据库恢复的基础是利用转储的冗余数据。这些转储的冗余数据是指 ( )。
- A. 数据字典、审计档案、数据库后备副本  
B. 数据字典、应用程序、日志文件、审计档案  
C. 日志文件、数据库后备副本  
D. 数据字典、应用程序、数据库后备副本

## 二、判断题（正确的打“√”，错误的打“×”，共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

1. 数据库三级模式中描述全体数据的逻辑结构和特征的是外模式。( )
2. 被参照关系上插入、删除和修改元组都可能破坏参照完整性。( )
3. 参加“并”操作的两个关系 r 和 s 应该具有相同的元组数。( )
4. 使用 ANY 和 ALL 谓词时必须与比较运算符同时使用。( )

5. 视图机制和权限机制相配合，可间接地实现支持存取调词的用户权限定义。( )
6. 左部为单属性的函数依赖一定是完全函数依赖。( )
7. 只有包含在主码中的属性为主属性。( )
8. 事务是一个不可分割的数据库操作序列，也是数据库并发控制的基本单位。( )
9. 数据流图可以用来检测数据库系统中是否存在死锁。( )
10. 具有检查点的数据库恢复技术需要从头扫描日志文件。( )

### 三、实体联系（E-R）模型设计及关系模式转化（共 10 分）

某社区蔬菜团购系统的需求描述为：①记录蔬菜供应商的信息，包括供应商编号、地址和一个电话。②记录社区团购点的信息，包括团购点编号、地址和一个电话。③记录客户信息，包括客户姓名和一个电话。客户可以在不同的社区团购点下订单，不直接与蔬菜供应商发生联系。④记录客户订单信息，包括订单编号、团购点编号、客户电话、订单内容和日期。

请完成该系统的数据库设计：

- （1）根据系统需求画出实体联系图 E-R 图。（5 分）
- （2）将该 E-R 模型转换为关系模式，并指出每个关系模式的主码和外码。（5 分）

#### 四、数据操作（共 30 分）

1. 一学生信息管理系统的一部分数据库关系模式为：①学生：student(stuno, stuname, stuage, stugen, schno)，各属性分别表示学生的学号、姓名、年龄、性别以及学生所属学院的编号，主码为 stuno。②学院：school(schno, schname, schstunum)，各属性分别表示学院的编号、名称及学生人数，主码为 schno。③俱乐部：club(clubno, clubname, clubyear, clubloc)，各属性分别表示俱乐部的编号、名称、成立年份和活动地点，主码为 clubno。④参加：joinclub(stumno, clubno, joinyear)，各属性分别表示学号、俱乐部编号以及学生加入俱乐部的年份，主码为(stuno, clubno)。

有关关系模式的说明如下：①学生的性别取值为‘F’和‘M’，‘F’表示女生，‘M’表示男生。②删除一个学院的记录时，通过外键约束级联删除该学院的所有学生记录。③学院表中的学生人数值与学生表中的实际人数要完全保持一致。当学生表中增减记录时，就要自动修改相应学院的人数。

根据以上描述，

（1）请写出创建学生表的 SQL 语句，要求定义实体完整性约束、参照完整性约束以及其他完整性约束。（3 分）

（2）请写出创建俱乐部人数视图的 SQL 语句，该视图统计每个俱乐部已加入学生的人数，属性有 clubno、clubname 和 clubstunum。对于暂时没有学生参加的俱乐部，其人数为 0。（3 分）

（3）每当系统中新加或删除一条学生记录，就需要自动修改相应学院的人数，以保持系统中学生人数的完整性与一致性。请写出实现该功能的触发器语句。（3 分）

2. 一高校信息管理系统中的学生表 s、课程表 c 和选课表 sc 的定义分别如表 3、表 4、表 5 所示，sc 表主码为(sno, cno)。

表 3 学生表 s 定义

字段说明	字段名	数据类型	长度	可否为空	主码/外码
学号	sno	char	11	否	主码
姓名	sname	varchar	10	否	
性别	sgender	char	2	否	
年龄	sage	smallint		否	
学院	sdept	varchar	50	否	

表 4 课程表 c 定义

字段说明	字段名	数据类型	长度	可否为空	主码/外码
课程号	cno	char	6	否	主码
课程名	cname	varchar	50	否	
先行课	cpno	char	6	是	外码
学分	ccredit	smallint		是	

表 5 选课表 sc 定义

字段说明	字段名	数据类型	长度	可否为空	主码/外码
学号	sno	char	11	否	外码
课程号	cno	char	6	否	外码
成绩	score	smallint		是	

- (1) 请用关系代数查询全部‘信息学院’的学生信息。(3 分)
- (2) 请用关系代数查询所有选择‘数据库系统’课程的学生姓名。(3 分)
- (3) 请用 SQL 查询所有选择‘数据库系统’课程的学生姓名。(3 分)
- (4) 请用 SQL 查询选修了三门及三门以上课程的学号。(3 分)
- (5) 请用 SQL 定义学生的学号及学生平均成绩的视图。(3 分)
- (6) 请用 SQL 查询其他院系中比信息学院任意一个学生年龄都大的学生名单，名单列表中包括学号、姓名和年龄。(3 分)
- (7) 请用 SQL 授予用户 U1 查询课程 C1 的学生成绩的权限。(3 分)

## 五、关系模式规范化（共 10 分）

某快递公司需要建立一个快递跟踪管理系统，需求描述有：①公司在每个城市的每个街道都设有快递站点。这些站点负责快递的接收和投递。站点信息包括站点地址、站点名称、责任人、一部联系电话、开始营业时间、结束营业时间。每个站点每天的营业时间相同。每个站点只能有一个责任人。②系统内需记录快递员、发件人的基本信息。这些信息包括姓名、身份证号、一个联系地址、一部联系电话。快递站点的责任人由快递员兼任，且每个快递站点只有一个责任人。每个快递员只负责一个快递站点的揽件和快递派送业务。发件人和快递员需实名认证。③快递需要提供详实的信息，包括发件人姓名、身份证号、一部发件人电话号码、发件人地址、收件站点、收件人姓名、收件地址、一部收件人电话、投递时间、物品类别、物品名称及物品价值。每个发件人和收件人在系统里只能登记一个电话和地址。④每个快递员接手一份快递后，需在系统中录入每个快递的当前状态信息，包括当前位置、收到时间、当前快递员和上一段快递员。状态信息包括待揽件、投递中、已签收。如果快递已签收，应记录签收人姓名及一个联系电话。每个快递在一个站点只能对应一个负责的快递员。⑤暂不考虑快递退回的相关问题。

根据上诉需求，设计出如下关系模式：①快递站点(站点编号, 站点名称, 责任人编号, 站点地址编号, 开始营业时间, 联系电话, 结束营业时间), 责任人编号是负责该站点的快递员的身份证号。②快递员(姓名, 身份证号, 电话号码, 联系地址编号, 工作站点编号)。③地址(地址编号, 所在省, 所在市, 所在街道, 其他), 其他信息是需补充的地址信息。④快递(快递编号, 收件人姓名, 收件地址编号, 收件人电话, 投递时间, 物品类别, 物品名称, 物品价值), 其中收件地址编号是地址实体的地址编号。⑤快递投递(快递编号, 揽件站点编号, 快递员编号, 发件人姓名, 发件人身份证号, 发件人电话号码, 发件人地址编号)。⑥快递跟踪(快递编号, 当前负责人编号, 前一负责人编号, 当前状态, 收到时间, 当前站点编号)。⑦快递签收(快递编号, 签收人姓名, 签收人联系电话)。

根据以上描述，

- (1) 对关系模式“快递投递”，请列出所有候选码，它是否为 3NF，请简要叙述理由。（3 分）
- (2) 对关系模式“快递跟踪”，请列出所有候选码，它是否为 2NF，请简要叙述理由。（3 分）
- (3) 快递公司会根据快递物品和距离收取快递费，每件快递需由发件人或收件人支付快递费给公司。同一个发件人同时发起多个快递，须分别支付。快递公司提供预支付和到付两种支付方式。为了统计快递费的支付情况（详细金额和时间），请增加“快递费支付”关系模式。（4 分）

六、事务、并发控制与恢复（共 10 分）

1. 某银行账务系统的部分关系模式为：①账户表：account(ano, aname, balance)，其中属性含义分别为账户号码、账户名称和账户余额。②交易明细表：trandetails(tno, ano, ttime, toptr, amount, ttype)，其中属性分别为交易编号、账户号码、交易时间、交易操作员、交易金额、交易类型（1 表示存款，2 表示取款，3 表示转账）。③余额汇总表：acctsums(adata, atime, allamt)，其中属性分别为汇总日期、汇总时间、总余额。

常见的交易规则如下：①存/取款交易，操作员核对用户相关信息，在系统上执行存/取款交易。账务系统增加/减少该账户余额，并在交易明细表中增加一条存/取款交易明细。②转账交易，操作员核对用户相关信息，核对转账交易账户信息，在系统上执行转账交易。账务系统对转出账户减少其账户余额，对转入账户增加其账户余额，并在交易明细表中增加一条转账交易明细。③余额汇总交易，将账户表中所有账户余额累计汇总。假定当前账户表中的数据记录如表 6 所示。

表 6 账户表数据记录		
ano	aname	balance
101	张一	500
102	李二	350
103	王三	550
104	赵四	200

引入排它锁指令 LX()和解锁指令 UX()，要求满足提交读隔离级别和两段锁协议。假设在进行余额汇总交易的同时，发生了一笔转账交易。从 101 账户转给 104 账户 400 元。这两笔事务的调度如表 7 所示。

- (1) 请补全表中的空缺处(a)、(b)；(2 分)
- (2) 上述调度结束后，汇总得到的总余额是多少？(2 分)
- (3) 该数据是否正确？请说明原因。(2 分)

表 7 转账汇总部分事务调度

时间	汇总事务	转账事务
T1	读 101 账户余额	
T2		LX(101)，更新 101 账户余额
T3	读 102 账户余额	
T4	读 103 账户余额	
T5		LX(104)，更新 104 账户余额
T6	读 104 账户余额，(a)	
T7		(b)
T8	读 104 账户余额	
T9	事务提交	

以下题目董红斌老师班上未展示而第一个整理该卷的同学将此题写入……可能是 AB 卷？

(4) 引入共享锁指令 LS()和解锁指令 US()。对表 7 中的调度进行重写，要求满足两段锁协议。两个事务执行的某种调度顺序如表 8 所示，该调度顺序使得汇总事务和转账事务形成死锁。请补全表 8 中的空缺处(c)、(d)。（4 分）

表 8 转账汇总部分事务调度 2

时间	汇总事务	转账事务
T1	LS(101)，读 101 账户余额	
T2		(c)
T3	LS(102)，读 102 账户余额	
T4	LS(103)，读 103 账户余额	
T5		(d)
T6	LS(104)，读 104 账户余额	
T7	阻塞	阻塞



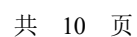
2. 某数据库系统基于日志和检查点机制进行恢复，假设其日志记录如表 8 所示。

表 8 日志记录列表

日志记录编号	日志记录内容
LSN1	<T1, START>
LSN2	<T1, I, 22, 3>
LSN3	<T2, START>
LSN4	<T2, L, 32, 37>
LSN5	<T3, START>
LSN6	<T2, J, 45, 5>
LSN7	<T7, START>
LSN8	<T1, COMMIT>
LSN9	<T3, M, 53, 15>
LSN10	<T3, K, 9, 11>
LSN11	CHECKPOINT
LSN12	<T2, COMMIT>
LSN13	CRASH

- (1) 请给出系统恢复时需要重做（redo）的事务列表和需要撤销（undo）的事务列表。（2 分）
- (2) 假设各数据项的初始值为：I=22，J=45，K=9，系统恢复后，I、J、K 的数值会恢复为多少？（2 分）





(2) 关系模式 (5 分) (下划线为主码, *斜体*为外码)

蔬菜供货商 (供货商编号, 地址, 电话); (1 分)

社区团购点 (团购点编号, 地址, 电话); (1 分)

供货 (供货商编号, *团购点编号*); (1 分)

客户 (姓名, 电话); (1 分)

订单 (订单编号, 订单内容, 日期, *团购点编号*, *客户电话*); (1 分)

#### 四、 数据操作

1. (共 9 分)

(1) (3 分) \* (一定要会哦~) \*

```
CREATE TABLE student(  
    stuno CHAR(11) PRIMARY KEY,  
    stuname VARCHAR,  
    stuage SMALLINT,  
    stugen CHAR(1) CHECK VALUES IN ('F', 'M') 或 CHECK (stugen IN ('F', 'M')),  
    schno CHAR(3) REFERENCES school(schno) ON DELETE CASCADE);
```

(2) (3 分) \* (一定要会哦~) \*

```
CREATE VIEW CS_NUMBER (clubno, clubname, clubstunum) AS  
    SELECT joinclub.clubno, min(clubname) 或者 max(clubname), COUNT(stuno)...  
    FROM coinclub, club  
    WHERE joinclub.clubno = Club.clubno  
    GROUP BY coinclub.clubno  
    UNION  
    SELECT clubno, clubname, 0  
    FROM club  
    WHERE clubno NOT IN  
        (SELECT DISTINCT clubno FROM joinclub);
```

(3) (3 分) \* (一定要背下来触发器哦~) \*

```
CREATE TRIGGER STU_NUM_TRG  
AFTER INSERT OR DELETE ON student  
REFERENCING new row AS nrow, old row AS orow FOR EACH ROW  
BEGIN  
    IF INSERTING THEN  
        UPDATE school SET schstunum = schstunum + 1 WHERE school.schno = nrow.schno;  
    END IF;  
    IF DELETING THEN  
        UPDATE school SET schstunum = schstunum - 1 WHERE school.schno = orow.schno;  
    END IF;  
END;
```

2. (共 21 分) \* (考过好多次了哦~) \*

(1) (3 分)

$\sigma_{sdept='信息系统'}(s)$

(2) (3 分)

$\Pi_{sname}(\sigma_{cname='数据库系统'}(s \bowtie sc \bowtie c))$

(3) (3 分)

```
SELECT sname
FROM s, c, sc
WHERE s.sno = sc.sno AND c.cno = sc.cno AND cname = '数据库系统';
```

(4) (3 分)

```
SELECT sno
FROM sc
GROUP BY sno HAVING COUNT(*) > 2;
```

(5) (3 分)

```
CREATE VIEW S_G(sno, savg) AS
  SELECT sno, AVG(score)
  FROM sc
  GROUP BY sno;
```

(6) (3 分)

```
SELECT sno, sname, sage
FROM s
WHERE sage > (SELECT MAX(sage) FROM s WHERE sdept = '信息学院')
AND dept <> '信息学院';
或者
SELECT sno, sname, sage
FROM s
WHERE sage > ALL (SELECT sage FROM s WHERE sdept = '信息学院')
AND dept <> '信息学院';
```

(7) (3 分)

```
CREATE VIEW sc_c1 AS (SELECT sno, score FROM sc WHERE cno = 'C1');
GRANT SELECT ON sc_c1 TO U1;
```

## 五、 关系模式规范化

(1) (3 分)

候选码：快递编号

不满足 3NF。理由：快递投递关系模式存在非主属性对码“快递编号”的传递函数依赖，如快递编号→发件人身份证号，发件人身份证号→(发件人姓名, 发件人电话号码, 发件人地址编号)，所以不满足 3NF。

(2) (3 分)

候选码：(快递编号, 当前负责人编号)

不满足 2NF。存在当前负责人编号→当前站点编号，存在非主属性部分函数依赖于码。

(3) (4 分)

快递费支付(支付编号, 快递编号, 支付金额, 支付方式, 快递员编号[收费人], 支付状态, 支付人身份证号, 支付时间)

## 六、 事务、并发控制\*（变化得比较多哦~）\*

1. (共 6/10 分)

(1) (2 分)

(a) 等待;

(b) UX(101), UX(104)

(2) (2 分)

汇总后余额 = 500 + 350 + 550 + 600 = 2000

(3) (2 分)

不正确。事务并发过程中，在加锁前，汇总事务已经读取了 101 账户余额，而转账事务在后面对其进行了更新，所以影响了最终结果。这里是不可重复读问题。

(4)

(c) LX(104)，更新 104 账户余额 (2 分)

(d) LX(101)，更新 101 账户余额 (2 分)

2. (共 4 分)

(1) (2 分)

redo: T2.

undo: T3, T7.

“就是 checkpoint 之前如果 commit 了就不用重做 (redo)；checkpoint 之后，crash 之前的就需要重做 (redo)；直到 crash 还没 commit 的就要撤销 (undo)。”于是：“(checkpoint 就是检查点，) T1 不用重做 (redo)；T2 在中间 commit 所以重做 (redo)，就该是几就是几；但是 T3、T7 一直到 crash 都没 commit，就需要撤销 (undo) 回最开始的值了”。

(2) (2 分)

I = 3; J = 5; K = 9。