

数据管理基础

ch02_1_关系数据模型 复习思考题 (参考答案)

智能软件与工程学院



复习思考题 (1)

1. 试述关系模型的三个组成部分。 (参考答案)
2. 在关系数据模型中，定义并理解下述术语，说明它们之间的联系和区别： (参考答案)
 - ① 域，笛卡尔积，关系，属性，元组，分量
 - ② 表/二维表，列，行，表头
 - ③ 码，候选码，全码，主码，外码
 - ④ 主属性，非主属性
 - ⑤ 关系模式，关系，关系数据库
3. 被称为‘关系’的二维表需要满足哪些性质？ (参考答案)
4. 关系数据库管理系统(SQL语言)中的‘表’和关系模型中的‘关系’有什么区别？ (参考答案)
5. 关于‘关系’的定义 (参考答案)
 - ① 为什么要对关系及关系中的属性进行命名？
 - ② 在一个关系中，是否允许存在同名的属性？
 - ③ 在一个关系中，不同的属性是否允许对应同一个域(domain)？
 - ④ 如何理解关系中的两个‘无序性’：元组的无序性 & 属性的无序性？
 - ⑤ 在一个n元关系中，元组为什么也被称为是‘n元有序组’？
 - ⑥ 什么是关系的‘型’？什么是关系的‘值’？

复习思考题 (2)

6. 请回答以下问题：（参考答案）

- ① 在不同的关系之间，是否允许存在同名的属性？
- ② 在不同的关系之间，是否允许存在值域相同的属性？
- ③ 来自两个不同关系中的同名属性，它们的值域是否一定也相同？
- ④ 来自两个不同关系中的不同名属性，它们的值域是否一定也不相同？

7. 为什么要为关系定义码(Key)？请利用关系和码的定义，给出下述定理的描述性证明：每一个关系系统中都有码。（参考答案）

8. 请按照下述要求分别写出一个例子关系，并说明理由（只需要写出关系模式和语义约束，不需要写出元组集合）（参考答案）

- ① 设计一个关系，存在由多个属性组合构成的码；
- ② 设计一个关系，有多个不同的候选码；
- ③ 设计一个关系，由关系中的所有属性构成该关系的码。

复习思考题 (3)

9. 设有右图所示的关系 T_1 及其元组集合, 在仅有这四个元组的情况下, 请找出关系 T_1 的所有候选码。 (参考答案)

T_1	A	B	C	D
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_2	b_3	c_1	d_2
	a_3	b_4	c_2	d_2
	a_4	b_2	c_2	d_1

10. 设有右图所示的关系 T_2 及其元组集合, 在仅有这四个元组的情况下, 请找出关系 T_2 的所有候选码。 (参考答案)

T_2	A	B	C	D	E
	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
	a_2	b_1	c_1	d_1	e_2
	a_3	b_1	c_2	d_1	e_1
	a_4	b_2	c_1	d_1	e_1

11. 请仿照第9题的关系 T_1 , 自己创建一个新的关系 R_1 , 要求:

- (1) 关系 R_1 中含有 A, B, C, D 四个属性和四个元组; (参考答案)
- (2) 只有一个候选码 $\{A, B, C\}$.

12. 请仿照第10题的关系 T_2 , 自己创建一个新的关系 R_2 , 要求: (参考答案)

- (1) 关系 R_2 中含有 A, B, C, D, E 五个属性和五个元组;
- (2) 只有一个候选码 $\{A, B, C, D\}$.

复习思考题 (4)

13. 数据库系统向用户提供了哪四种数据操纵方式？在关系数据模型中，这四种操纵方式又可以被分解为哪五种基本数据操纵功能？分别对应着哪五种关系操作？（[参考答案](#)）
14. 关系模型中的完整性约束规则有哪些？请简要叙述每一条完整性约束规则内容。（[参考答案](#)）
15. 请举例说明，在一个关系中，既有不允许取空值的候选码，也有允许取空值的候选码。（[参考答案](#)）
16. 请举例说明，在参照完整性中，什么情况下在外码属性上允许取空值。（[参考答案](#)）

第1题--参考答案

1. 试述关系模型的三个组成部分。

答：关系模型包括三个组成部分：数据结构、关系操作和关系的完整性。

- 数据结构：采用单一的数据结构‘关系’。关系是给定域的序列 D_1, D_2, \dots, D_n (其中可能存在相同的域)之间的笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的有限子集。现实世界中的实体以及实体间的各种联系均可以用关系来表示。
- 关系操作：关系模型向用户提供查询、插入、删除、修改等两大类、四种数据操纵功能，这些数据操纵功能又可以通过关系上的并、交、差、笛卡尔积、选择、投影、连接、除法等关系操作来表示。
- 关系的完整性：关系模型具有三类关系完整性规则的定义和检查功能，分别是：
 - ① 实体完整性规则：实体完整性即关系中的元组唯一性，在关系数据库中，可以通过在基表中定义主码来确保基表中行（元组）的唯一性。
 - ② 参照完整性规则：参照完整性是指关系之间的引用约束，在关系数据库中，通过外码来定义基表之间的引用关系，参照完整性规则是指：外码属性的取值只能是以下两种情况之一：取空值，或者等于被参照关系S中某个元组的主码值。
 - ③ 用户定义完整性规则：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。

第2题--参考答案

2. 在关系数据模型中，定义并理解下述术语，说明它们之间的联系和区别：

① 域，笛卡尔积，关系，属性，元组，分量

- ‘域’是一组具有相同数据类型的值的集合。
- 给定一组域 D_1, D_2, \dots, D_n ，它们的笛卡尔积可表示为 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ ，其运算结果是一个由所有符合要求的‘n元组’组成的集合，即： $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n = \{ (d_1, d_2, \dots, d_n) \mid d_i \in D_i, i=1,2,\dots,n \}$
- 给定一个域的序列 D_1, D_2, \dots, D_n (其中可能存在相同的域)，其笛卡尔积 $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ 的一个有限子集叫做在域 D_1, D_2, \dots, D_n 上的‘关系’。
- 关系中一个域对应的列，也被称为是关系的一个‘属性’；关系中的元素 (d_1, d_2, \dots, d_n) 被称为是‘元组’；元组中每个元素 $d_i (i=1, 2, \dots, n)$ 被称为是一个‘分量’。

② 表/二维表，列，行，表头

- 表(table)：由行和列组成的二维表格结构，也被称为‘二维表’；
- 表中的每一列，被称为是该表的一‘列’(column)；
- 除了第一行外，表中的每一行被称为是一‘行’(row)。
- 在表的第一行，存放的是每一列的列名。由表中每一列的列名所组成的集合（即：二维表的第一行），被称为是该表的‘表头’(table heading)。

第2题--参考答案 (cont.)

③ 码，候选码，全码，主码，外码

- 若关系中的某一属性组的值能唯一地标识一个元组，而其所有的真子集都不能，则称该属性组为关系的‘候选码’，简称‘码’。
- 如果一个关系的候选码是由该关系中的所有属性组成，这样的候选码又被称为‘全码’（All-key）。
- 在关系数据库管理系统中，创建基本关系对应的基表时，可以选择该关系的一个候选码作为基表的主码来定义，这个被选中的候选码被称为是‘主码’。
- 设 F 是基本关系 R 的一个属性组，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 是关系 R 的外码。

④ 主属性，非主属性

- 候选码中的诸属性称为该关系的‘主属性’（Prime attribute）
- 不包含在任何候选码中的属性称为该关系的‘非主属性’（Non-Prime attribute）或‘非码属性’（Non-key attribute）

⑤ 关系模式，关系，关系数据库

- 关系模式是对关系的描述，是静态、稳定不变的；
- 关系是元组的集合，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；
- 在一个给定的应用领域中，所有关系的集合构成一个关系数据库。

3. 被称为‘关系’的二维表需要满足哪些性质？

答：需要满足以下六条性质的有限关系：

① **列是同质的 (Homogeneous)**

每一列中的分量是同一类型的数据，来自同一个域。

② **不同的列可出自同一个域**

其中的每一列称为一个属性；

不同的属性要给予不同的属性名。（属性名的唯一性）

③ **列的无序性 (属性的无序性)**

列的排列顺序无所谓，列与列之间的次序可以任意交换；
可通过属性名指定需要访问的列。

④ **行的唯一性 (元组的唯一性)**

任意两个元组在‘候选码’属性上的取值不能相同。

⑤ **行的无序性 (元组的无序性)**

行的排列顺序无所谓，行与行之间的次序可以任意交换；
可通过指定行在列上的取值来确定需要访问的行。

⑥ **分量必须取原子值**

每一个分量都必须是不可分的数据项。

第4题--参考答案

4. 关系数据库管理系统(SQL语言)中的‘表’和关系模型中的‘关系’有什么区别？

答：只有完全满足关系上的六条性质的有限二维‘表’，才能被称为是‘关系’。这六条性质分别是：

- ①列的同质性；
- ②列的唯一性（属性名的唯一性）；
- ③列的无序性；
- ④元组的唯一性；
- ⑤元组的无序性；
- ⑥分量（属性值）的原子性。

5. 关于‘关系’的定义

- ① 为什么要对关系及关系中的属性进行命名?
- ② 在一个关系中, 是否允许存在同名的属性?
- ③ 在一个关系中, 不同的属性是否允许对应同一个域(domain)?
- ④ 如何理解关系中的两个‘无序性’: 元组的无序性 & 属性的无序性?
- ⑤ 在一个n元关系中, 元组为什么也被称为是‘n元有序组’?
- ⑥ 什么是关系的‘型’? 什么是关系的‘值’?

答:

- ① 是为了在一个关系数据库中区分不同的关系, 以及在同一个关系中区分不同的属性。
- ② 在同一个关系中, 不允许有同名的属性。
- ③ 在同一个关系中, 不同的属性可以对应同一个域(domain)。
- ④ ‘无序性’主要体现在关系的表示和关系操作上: 关系模式被表示为‘属性的集合’, 关系被表示为‘元组的集合’; 在关系数据模型中, 只能根据关系名和属性名来确定被访问的关系和属性、根据元组的取值使用‘选择’运算来确定被访问的元组, 不能根据属性或元组的排列次序来访问关系。
- ⑤ 为了确定一个元组中的各个属性值分别对应着关系中的哪一个属性, 元组中的属性值需要按照各自对应的属性在关系模式中的定义顺序来安排, 因而也被称为是一个‘n元有序组’。
- ⑥ 关系模式是一个关系的‘型’, 关系中的元组集合是关系的‘值’。

第6题--参考答案

6. 请回答以下问题：

- ① 在不同的关系之间，是否允许存在同名的属性？
- ② 在不同的关系之间，是否允许存在值域相同的属性？
- ③ 来自两个不同关系中的同名属性，它们的值域是否一定也相同？
- ④ 来自两个不同关系中的不同名属性，它们的值域是否一定也不相同？

答：

- ① 在不同的关系之间，允许存在同名的属性。这些分属于不同关系的同名属性可以是‘同名同义’，也可以是‘同名异义’。
- ② 在不同的关系之间，允许存在值域相同的属性。
- ③ 来自两个不同关系中的同名属性，它们的值域domain和语义meaning不一定相同。
- ④ 来自两个不同关系中的不同名属性，它们的值域可能相同也可能不同。

第7题--参考答案

7. 为什么要为关系定义码(Key)? 请利用关系和码的定义, 给出下述定理的描述性证明: 每一个关系中都有码。

答: 若关系中的某一属性组的值能唯一地标识关系中的一个元组, 而其所有的真子集都不能, 则称该属性组为关系的‘码’。

关系是其各个属性域的笛卡尔积的一个有限子集, 关系中的元组满足唯一性。为一个关系定义码, 可以简化‘元组唯一性’约束检查(不需要比较所有属性的取值), 同时也为‘联系’在关系模型中的表示提供方便。

‘码’是关系内在固有的特性, 每一个关系中都有码。其理由如下:

① 设当前关系为 R , 由 R 中的所有属性构成属性组 K , 则属性组 K 的值能唯一标识关系中的一个元组, 即属性组 K 满足下述性质★:

【性质★】对于关系 R 中的任意两个元组 t_1 和 t_2 , 都有 $t_1[K] \neq t_2[K]$

(至少存在一个属性 $A_i \in K$ 且 $t_1[A_i] \neq t_2[A_i]$)

② 如果 K 的所有真子集都不具备上述的性质★, 则 K 是关系 R 的码, 转步骤④; 否则

③ 至少能够找到 K 的一个真子集 S , 且 S 也满足性质★; 令 $K:=S$ 并返回步骤②;

④ 属性组 K 就是关系 R 的一个码。

第8题--参考答案

8. 请按照下述要求分别写出一个例子关系，并说明理由（只需要写出关系模式和语义约束，不需要写出元组集合）

① 设计一个关系，存在由多个属性组合构成的码；

答：

设有一个高铁旅客出行记录关系 R_1 ，用于每一天全国高铁的旅客乘坐出行情况，关系模式是：

$R_1(\text{旅客身份证号}, \text{高铁车次}, \text{乘车日期}, \text{上车车站名}, \text{下车车站名})$

其中的数据约束有：

- 旅客身份证号、车站名分别是旅客、高铁站的标识属性；
- 每个车次每天只开行一班；
- 同一车次的高铁，每名旅客每天最多只能乘坐一次。

关系 R_1 的候选码是 (旅客身份证号, 高铁车次, 乘车日期) 。

第8题--参考答案 (cont.)

8. 请按照下述要求分别写出一个例子关系，并说明理由（只需要写出关系模式和语义约束，不需要写出元组集合）

② 设计一个关系，有多个不同的候选码；

答：

设有一个车队车辆出行管理关系： R_2 (车牌号，驾驶员编号，出发时间，返回时间)

其中：

- 车牌号、驾驶员编号分别是车辆、驾驶员的标识属性；
- 每辆车每次出行只安排一名驾驶员；
- 车辆的出发时间和返回时间是包含年月日时分秒的timestamp值。

该关系有四个候选码，分别是：

(车牌号, 出发时间)

(车牌号, 返回时间)

(驾驶员编号, 出发时间)

(驾驶员编号, 返回时间)

第8题--参考答案 (cont.)

8. 请按照下述要求分别写出一个例子关系，并说明理由（只需要写出关系模式和语义约束，不需要写出元组集合）

③ 设计一个关系，由关系中的所有属性构成该关系的码。

答：

设有一个乒乓球单打比赛的裁判员安排表，其关系模式是

$R_3(\text{运动员1}, \text{运动员2}, \text{裁判员}, \text{副裁判员})$

其中：

- 任意两名运动员之间，最多只能有一场比赛；
- 每一场比赛需安排一名裁判员和一名副裁判员。

该关系的候选码就是由关系 R_3 中的所有四个属性联合构成的。

第9题--参考答案

9. 设有右图所示的关系 T_1 及其元组集合, 在仅有这四个元组的情况, 请找出关系 T_1 的所有候选码。

T_1	A	B	C	D
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_2	b_3	c_1	d_2
	a_3	b_4	c_2	d_2
	a_4	b_2	c_2	d_1

答: 该关系有三个候选码, 分别是: **A, B, (C, D)**

□ 分析推理过程如下:

① 首先考虑由单个属性构成的候选码。

- 属性A: 这四个元组在属性A上的取值是互不相同的, 满足候选码的定义。所以, **单个属性A构成这个关系的一个候选码;**
- 属性B: 同理, **单个属性B也满足候选码的定义, 也是该关系的一个候选码;**
- 属性C: 在这四个元组中, 存在属性C的取值相同的情况, 也就是说, 至少能够找到一对元组, 他们在属性C上的取值是相等的, 因而, 单个属性C组成的属性子集不满足候选码的定义;
- 属性D: 同理, 单个属性D组成的属性子集也不满足候选码的定义

② 考虑由两个属性构成的候选码。因为A和B已经是 T_1 的两个候选码, 它们不可能再是其他候选码的组成成分, 因此只需要考虑CD两个属性, 那就只有(C,D)一种组合。

➤ 经检查, 在关系 T_1 中, (C,D)满足候选码的定义, 理由如下: (1)在关系 T_1 中不可能找到两个不同的元组 u 和 v 且满足 $u[C]=v[C]$ and $u[D]=v[D]$; (2)它的所有真子集都不满足候选码的定义。所以, **(C,D)是关系 T_1 的另一个候选码。**

③ 对于由三个或更多属性组成的属性子集K, K不可能是关系 T_1 的候选码。因为: 这样的属性组K中, 至少真包含着我们已经找到的上述三个候选码之一, 这样的K仅仅是关系 T_1 的一个superkey。

第10题--参考答案

10. 设有右图所示的关系 T_2 及其元组集合，在仅有这四个元组的情况下，请找出关系 T_2 的所有候选码。

T_2	A	B	C	D	E
	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
	a_2	b_1	c_1	d_1	e_2
	a_3	b_1	c_2	d_1	e_1
	a_4	b_2	c_1	d_1	e_1

□ 答：有两个候选码，分别是：**A** 和 **(B,C,E)**

□ 分析推理过程如下（思路与第9题基本相同）：

- ① 首先考虑由单个属性构成的候选码。只有属性A的取值满足候选码的定义，因此，由单个属性构成的候选码是 **A**
- ② 考虑由两个属性构成的候选码。因为A已经是 T_2 的候选码，它不可能是其他候选码的组成成分，因此只需要考虑BCDE之间的两两组合：BC，BD，BE，CD，CE 和 DE。经检查，上述任何一种组合，其取值在关系 T_2 中都不具备‘唯一性’，因而它们都不是关系 T_2 的候选码。
- ③ 考虑由三个属性构成的候选码。不考虑属性A（理由同上），BCDE一共有四种不同的组合：BCD，BCE，BDE 和 CDE。经检查，只有BCE组合的取值在关系 T_2 中具有唯一性，另外三种组合都不具有唯一性。因此，由三个属性构成的候选码是**(B,C,E)**
- ④ 考虑由四个属性构成的候选码，即BCDE组合。由于BCE已经是 T_2 的候选码，所以BCDE组合不可能是 T_2 的候选码！

另外，经观察发现，在关系 T_2 中属性D的取值是固定不变的，也即是说，任意两个元组在属性D上的取值都是相同的，因此，属性D不可能是关系 T_2 的候选码的组成部分！这样，在分析过程中就不需要考虑属性D，可以极大地简化每一步的分析工作量。

第11题--参考答案

11. 请仿照第9题的关系 T_1 ，自己创建一个新的关系 R_1 ，要求：

- (1) 关系 R_1 中含有A,B,C,D四个属性和四个元组；
- (2) 只有一个候选码 {A,B,C}。

R_1	A	B	C	D
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_1	b_1	c_2	d_1
	a_2	b_1	c_2	d_1
	a_1	b_2	c_2	d_1

答：（参考答案不唯一） 设计的关系 R_1 如右所示：

□ 设计思考过程如下：

- ① 要求：由前面的ABC三个属性构成该关系的唯一一个‘候选码’；
- ② 在第四个属性D上，值域是一个恒定不变的 d_1 ，这样，属性D就不会是任何候选码的组成部分！
- ③ 前三个属性，每个属性的取值都有‘相等’或‘不相等’两种情况，我们用 a_1 和 a_2 表示两个不同的A值，用 b_1 和 b_2 表示两个不同的B值，……，一共有八种不同的组合： (a_1, b_1, c_1) , (a_1, b_1, c_2) , (a_1, b_2, c_1) , (a_1, b_2, c_2) , ……
- ④ 在上述八种组合中，挑出能够“满足下述要求”的四种组合，再加上属性D组成 R_1 ：
 - a) 对于每一个属性，都存在取值相等的情况（确保单个属性不可能是该关系的候选码）
 - b) 对于任意一种两两组合，都存在取值相等的情况（确保AB，AC和BC中的任意一种组合，都不可能是该关系的候选码）
 - c) 任意两者之间，至少有一个属性上的取值不相等（确保ABC组合的取值是互不相同的，从而由ABC三个属性组合起来构成该关系的候选码）

第12题--参考答案

12. 请仿照第10题的关系 T_2 ，自己创建一个新的关系 R_2 ，要求：

(1) 关系 R_2 中含有 A, B, C, D, E 五个属性和五个元组；

(2) 只有一个候选码 $\{A, B, C, D\}$ 。

R_2	A	B	C	D	E
	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
	a_1	b_1	c_1	d_2	e_1
	a_1	b_1	c_2	d_1	e_1
	a_1	b_2	c_1	d_1	e_1
	a_2	b_1	c_1	d_1	e_1

答：（参考答案不唯一）设计的关系 R_2 如右所示：

□ 思考过程如下（思路同第10题）

- ① 要求：由前面的 $ABCD$ 四个属性构成该关系的唯一一个‘候选码’；
- ② 在第五个属性 E 上，值域是一个恒定不变的 e_1 ，这样，属性 E 就不会是任何候选码的组成部分！
- ③ 前四个属性，每个属性的取值都有‘相等’或‘不相等’两种情况，我们用 a_1 和 a_2 表示两个不同的 A 值，用 b_1 和 b_2 表示两个不同的 B 值，……，一共有十六种不同的组合： $(a_1, b_1, c_1, d_1), (a_1, b_1, c_1, d_2), (a_1, b_1, c_2, d_1), (a_1, b_1, c_2, d_2), (a_1, b_2, c_1, d_1), \dots$
- ④ 在上述十六种组合中，挑出能够“满足下述要求”的五种组合，再加上属性 E 组成 R_2 ：
 - a) A, B, C, D 中的每一个属性，都存在取值相等的情况；
 - b) 对于 A, B, C, D 中的任意一种两两组合，都存在取值相等的情况；
 - c) 对于 A, B, C, D 中的任意一种‘三个属性’的组合，都存在取值相等的情况；
 - d) 任意两个元组之间，在 A, B, C, D 四个属性中，至少有一个属性上的取值是不相等的（确保 $ABCD$ 组合的取值是互不相同的，从而由 $ABCD$ 四个属性组合起来构成该关系的候选码）

第13题--参考答案

13. 数据库系统向用户提供了哪四种数据操纵方式？在关系数据模型中，这四种操纵方式又可以被分解为哪五种基本数据操纵功能？分别对应着哪五种关系操作？

答：

数据库系统向用户提供了数据查询和插入、删除、修改等两大类、四种数据操纵方式。

在关系数据模型中，上述四种数据操纵方式又可以被分解为单个关系上的数据查询（元组选择、属性投影）、两个关系的合并、单个关系上的元组插入和删除等五种基本数据操纵功能。其中：

- 可以通过单个关系上的元组选择和属性投影、两个关系的合并等操作来实现数据查询功能；
- 可以用元组插入、元组删除操作分别实现数据插入、数据删除功能；
- 可以用旧元组的删除+新元组的插入来实现数据修改功能。

关系模型上五种基本数据操纵功能，可以分别对应着关系代数中的五种基本关系操作，分别是：

- 用‘选择’和‘投影’操作实现单个关系上的元组选择和属性投影；
- 用‘笛卡尔积’操作实现两个关系的合并；
- 用‘并’操作实现元组插入；
- 用‘差’操作实现元组删除。

第14题--参考答案

14. 关系模型中的完整性约束规则有哪些？请简要叙述每一条完整性约束规则内容。

答：关系模型中的关系完整性包括实体完整性规则、参照完整性规则和用户定义的完整性规则。

➤ 实体完整性

- 实体完整性（Entity Integrity）是指关系中元组的唯一性。
- 在关系数据库管理系统中，实体完整性规则是指：若属性A是基本关系（基表）的主码中的属性，则属性A不能取‘空值’。

➤ 参照完整性

- 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），则关系 R 中每个元组在 F 上的取值必须是下列两种情况之一：
 - 空值（ F 的每个属性值均为空值）
 - 等于关系 S 中某个元组的主码值

➤ 用户定义的完整性

- 用户定义的完整性是特定应用领域需要遵循的约束条件，体现了具体领域中的语义约束。

第15题--参考答案

15. 请举例说明，在一个关系中，既有不允许取空值的候选码，也有允许取空值的候选码。

答：设有一个图书借阅关系R(图书编号,学号,借阅时间,归还时间)，其中：

- 图书编号是图书的码，学号是学生的码，借阅时间和归还时间是时间戳类型；
- 一个学生可以同时借阅多本书，也可以在不同时间借阅同一本书。

该关系有两个候选码：（图书编号,借阅时间）和（图书编号,还书时间），借阅时间不允许取空值，但还书时间允许出现空值（还书之前）。

16. 请举例说明，在参照完整性中，什么情况下在外码属性上允许取空值。

答：在参照关系中，如果允许其中的某些元组没有引用被参照关系中的元组，那么就应该允许参照关系中的这些元组在外码上取空值。例如：在学生关系(学号,姓名,性别,院系,专业)中，院系与专业是该关系的两个外码，其中：

- ‘院系’是非空属性，每一位学生都有一个就读‘院系’（或新生书院）
- ‘专业’可以取空值，对于按大类录取的新生，只有在大类分流后才有明确的专业