

1、给定下面的基本表：

学生表 Student(sno: char(10), sname: varchar(50), birthdate: date)

课程表 Course(cno:char(10), cname: varchar(50), type: int, credit: float)

选课表 SC(sno, cno, score: float, term: int)

其中：type 是整型，0 表示必修课，1 表示选修课，2 表示通识课，3 表示公选课。
credit 表示课程学分。

term 表示第几学期，取值范围为 1-8。

请用 SQL 语句回答下面的查询：

(1) 查询姓名中含有“科”字的学生学号和姓名

```
SELECT sno, sname FROM Student
```

```
WHERE sname LIKE '%科%';
```

(2) 查询学分不低于 3 分的必修课课程号和课程名

```
SELECT cno, cname FROM Course
```

```
WHERE credit >= 3;
```

(3) 查询选修了公选课但是缺少成绩的学生学号和姓名

```
SELECT DISTINCT sno, sname FROM Student s
```

```
JOIN SC sc ON s.sno = sc.sno
```

```
JOIN C c ON sc.cno = c.cno
```

```
WHERE c.type = 3 AND sc.score IS NULL;
```

(4) 查询已选必修课总学分大于 16 并且所选通识课成绩都大于 75 分的学生姓名

```
SELECT s.sname FROM Student s
WHERE s.sno IN (
    SELECT sc.sno FROM SC sc
    JOIN Course c ON sc.cno = c.cno
    WHERE c.type = 0
    GROUP BY sc.sno
    HAVING SUM(c.credit) > 16
)
AND s.sno IN(
    SELECT sc.sno FROM SC sc
    JOIN Course c ON sc.cno = c.cno
    WHERE c.type = 2
    GROUP BY sc.sno
    HAVING MIN(sc.score) > 75
);
```

(5) 查询已经修完所有必修课且成绩合格的学生学号和姓名

```
SELECT sno, sname FROM Student s
WHERE NOT EXISTS(
    SELECT c.cno FROM Course c
    JOIN SC sc ON s.sno = sc.sno AND c.cno = sc.cno
    WHERE c.type = 0 AND (sc.score < 60 OR sc.score IS NULL)
);
```

2. 给定关系模式 $R(A,B)$ 、 $S(B,C)$ 和 $T(C,D)$ ，已知有下面的关系代数表达式，其中 p 是涉及属性 $R.A$ 的谓词， q 是涉及 $R.B$ 的谓词， m 是涉及 $S.C$ 的谓词。请写出与此关系代数表达式对应的 SQL 查询语句：

$$\pi_D[\sigma_{p \wedge q \wedge m}(R \bowtie S) \bowtie T]$$

```
SELECT T.D FROM R
JOIN S ON R.B = S.B
JOIN T ON S.C = T.C
WHERE p(R.A) AND q(R.B) AND m(S.C)
```

3. 已知有关系模式 $R(A, B, C, D, E)$ ， R 上的一个函数依赖集如下： $F=\{A \rightarrow BC, B \rightarrow CE, A \rightarrow B, AB \rightarrow C, AC \rightarrow DE, E \rightarrow A\}$

(1) 求出 F 的最小函数依赖集

i.根据分解率，可将 $A \rightarrow BC, B \rightarrow CE$ 分解为 $A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E$ ， $AC \rightarrow DE$ 可分解为 $AC \rightarrow D, AC \rightarrow E$ 去除冗余后函数依赖集变为

$$F=\{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$

ii.根据传递律， $A \rightarrow B, B \rightarrow C$ 等价于 $A \rightarrow C$ ，去除 $A \rightarrow C$ ，函数依赖集变为

$$F=\{A \rightarrow B, B \rightarrow C, B \rightarrow E, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$

iii.由于 $A \rightarrow B$ ，增广得到 $A \rightarrow AB$ 所以可消除 $AB \rightarrow C$ 中的 B ，消除冗余后函数依赖集变为

$$F=\{A \rightarrow B, B \rightarrow C, B \rightarrow E, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$

iv. 由于 $A \rightarrow C$ ，增广得到 $A \rightarrow AC$ ，所以可消除 $AC \rightarrow D, AC \rightarrow E$ 中的 C ， $A \rightarrow B, B \rightarrow E$ 可消除 $A \rightarrow E$ ，函数依赖集变为

$$F=\{A \rightarrow B, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

这是 F 的最小函数依赖集。

(2) 求 R 的候选码

闭包 $A^+ = \{A, B, C, D, E\}$ 涵盖了所有属性，说明 A 是候选码。

(3) R 属于第几范式？为什么？

R 属于 2NF，首先 R 满足 1NF 的要求，即关系的每个属性值都必须是原子值。

其次根据 R 的 FD 集

$$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

能够确定 B、C、D、E 皆完全依赖于主属性 A，但 C、E 都存在传递依赖，因此，R 属于 2NF 但不属于 3NF。

(4) 请将 R 无损连接并且保持函数依赖地分解到 3NF。

- i. 对 F 按相同的左部分组，得到 $p = \{R_1(A, B, D) R_2(B, C, E) R_3(E, A)\}$
- ii. R 的主码为 A，将 {A} 并入 p，{A} 为 R_1 子集，因此 p 不变，结果为

$$\{R_1(A, B, D) R_2(B, C, E) R_3(E, A)\}$$

4、现有关系模式: R(A, B, C, D, E, F)，R 上的一个函数依赖集:

$$F = \{AB \rightarrow E, A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$$

(1) 该关系模式满足第几范式？为什么？

该函数依赖集的最小函数依赖集是:

$$F = \{A \rightarrow E, A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$$

由于没有 FD 与属性 F 相关，R 的候选码为: A, F

B、C、D、E 都部分依赖于属性 A，不满足 2NF，但每个属性值都必须是原子值，所以 R 满足 1NF。

(2) 请将关系模式 R 无损连接地分解到 BCNF, 要求给出步骤。

先将 R 变为 3NF

- i. 对 F 按相同的左部分组, 得到 $p = \{R_1(A, B, E) R_2(B, C) R_3(C, D)\}$
- ii. R 的主码为 A、F, 于是得到 $p = \{R_1(A, B, E) R_2(B, C) R_3(C, D) R_4(A, F)\}$
- iii. 此时满足 3NF 且满足 BCNF, 可得 $p = \{R_1(A, B, E) R_2(B, C) R_3(C, D) R_4(A, F)\}$

5、假设我们准备设计一个数据库用于存储高校的相关信息。已知该数据库有下面特性：

·每所高校需要记录校名以及一个唯一的 ID；

·每所高校至少要有一名学生和一位校长；

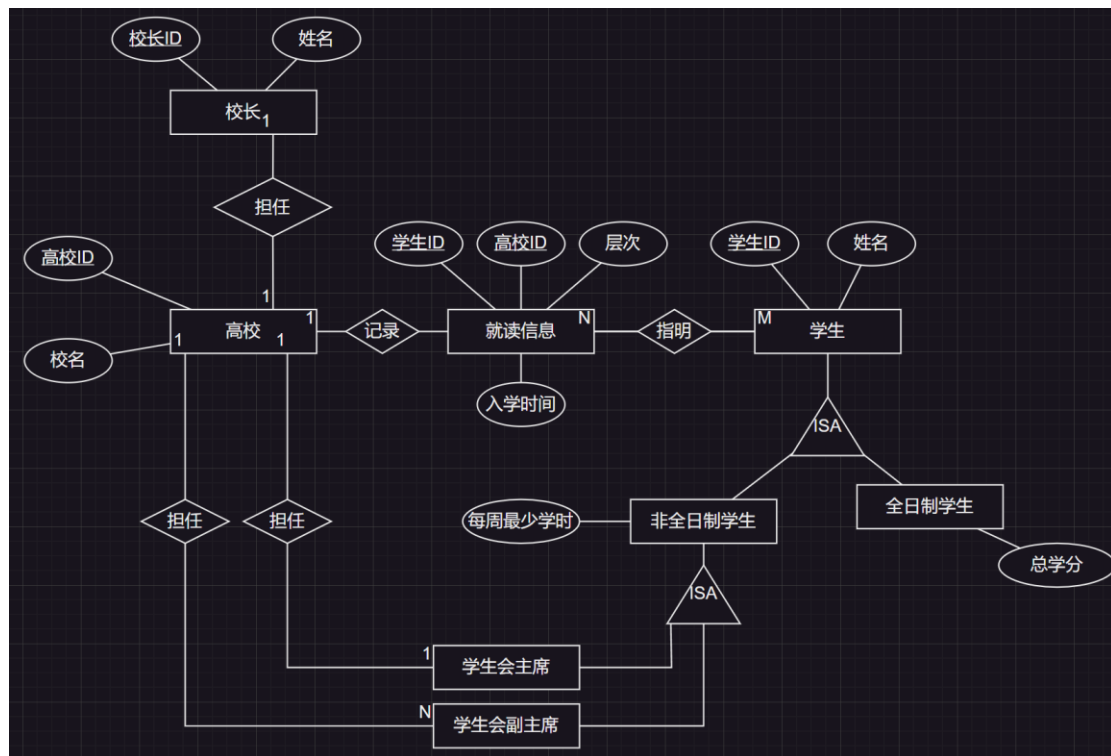
·每名学生需要记录姓名和唯一的 ID；一名学生可以属于一个或多个高校；我们还需要记录每名学生进入某所高校的日期以及身份（本科生还是研究生）；

·学生可以是全日制的，也可以是非全日制的：对于非全日制学生，需要记录他们每周的最少学时数；对于全日制学生，需要记录他们已经取得的总学分；

·校长需要记录其姓名和一个唯一的 ID，且只能担任一所学校的校长；

·每所学校可以设置一名学生会主席和若干名副主席，要求学生会主席或副主席只能是非全日制学生，并且一名学生只能担任一所学校的学生会主席或副主席。

(1) 请根据上述需求画出 ER 图（使用传统 ER 图符号）



(2) 将 ER 模型转换为关系模型

·高校（高校 ID，校名，校长 ID）

·校长（校长 ID，校名）

·学生（学生 ID，姓名）

·全日制学生（学生 ID，总学分）

·非全日制学生（学生 ID，每周最小学时）

·学生会主席（学生 ID，高校 ID）

·学生会副主席（学生 ID，高校 ID）

·就读信息（学生 ID，高校 ID，层次，入学时间）