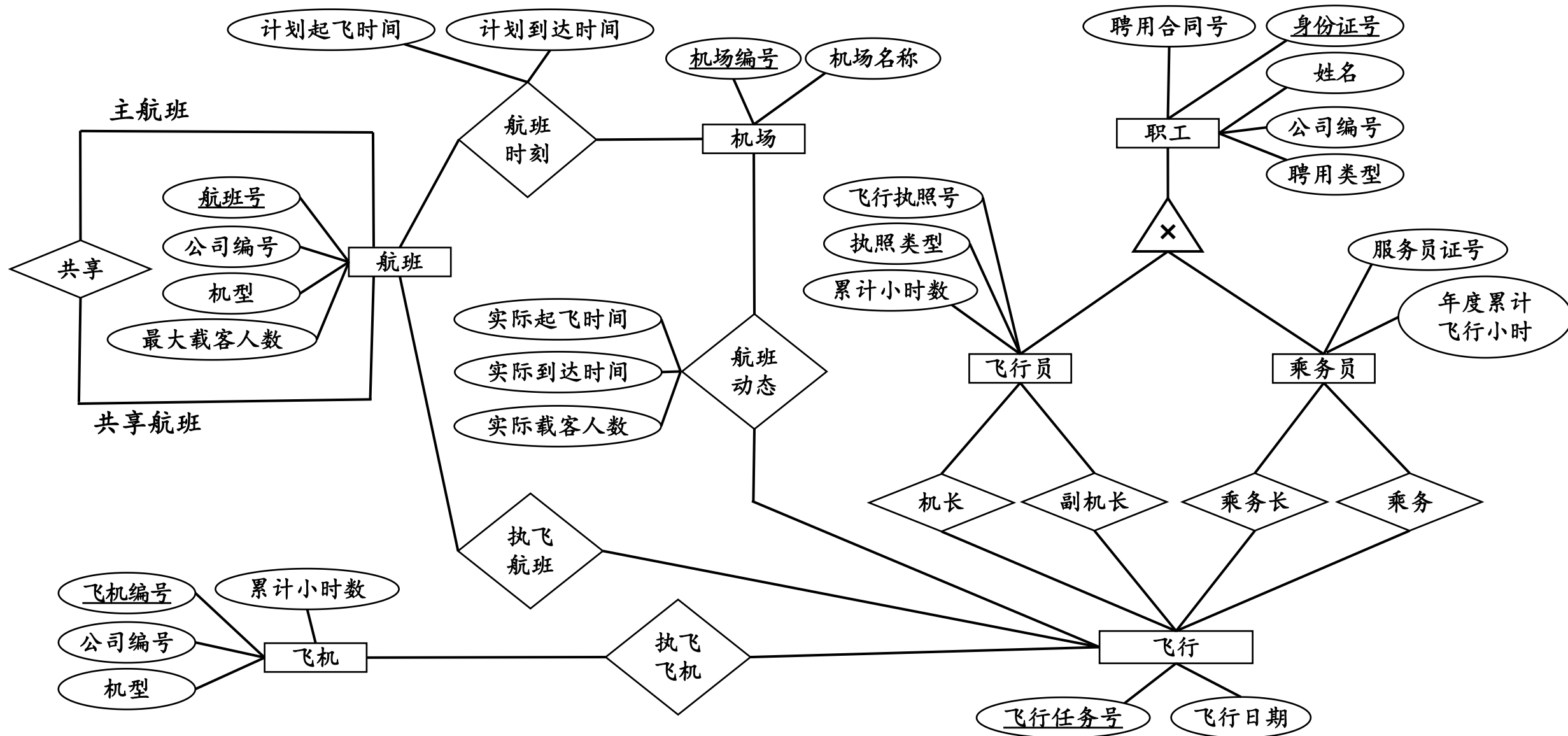


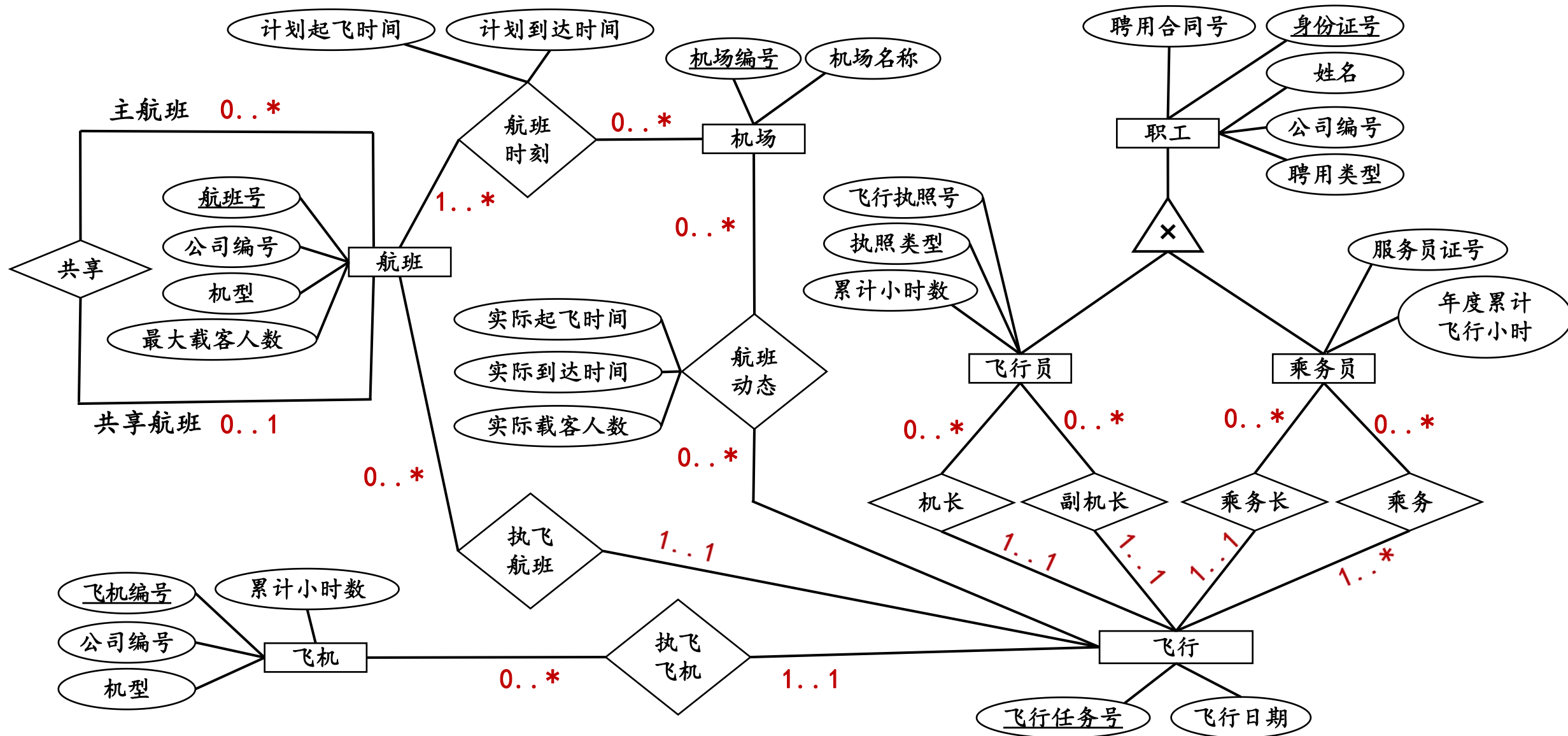
设有一个民用航空旅客运输航班管理系统, 需要管理的信息有:

- ① 飞机场的编号和名称; 飞机的编号、航空公司编号、机型、累计飞行小时, 一架飞机只能属于一家航空公司。
 - ② 航空公司职工的身份证号、姓名、当前就职的航空公司编号、聘用类型及聘用合同号。聘用类型分飞行员、乘务人员、其他三种类型; 飞行员的信息还包括飞机驾驶执照的编号、执照类型和总飞行小时; 乘务人员的信息还包括航空服务员证书编号和上年度总飞行小时。
 - ③ 航班的航班号、航空公司编号、飞机机型和最大载客人数。这里的航班是指飞机定期自始发机场起飞, 按规定航线经经停机场至终点机场或直达终点机场的飞行。
 - ④ 航班时刻表: 每个航班在每个机场 (包括始发机场、终点机场和经停机场) 的计划起飞时间和到达时间; 航班时刻表一般按周编排, 不是每个航班每天都有安排。
 - ⑤ 航班动态表: 记录每个航班的每次实际飞行情况, 包括: 承担本次航班任务的飞机; 执飞本次航班的机组人员, 包括1名机长、1名副机长、1名乘务长和若干名乘务员; 在每个机场的实际到达时间和实际起飞时间; 实际搭载旅客人数。(在航班经经停机场的过程中, 搭载旅客人数可能有增减)
 - ⑥ 一个航班一次只安排一架飞机飞行, 在经停过程中航班号不变、不换飞机、不换机组人员。
 - ⑦ 共享航班: 有些航班并没有安排实际飞行的飞机, 而是与另外某个航班共用同一架飞机, 这被称为共享航班, 提供飞机的航班被称为主航班。
 - ⑧ 航班号、飞机场编号、飞机编号、职工身份证号、航空公司编号、聘用合同号、飞机驾驶执照编号、航空服务员证书编号是各个对象的标识属性; 起飞时间和到达时间是时间戳类型。
1. 请用EE-R模型表示该数据库系统的概念数据模型;
 2. 请将上述概念数据模型转换成关系数据模型;
 3. 请写出跟航班有关的关系上的极小函数依赖集和候选码, 并说明是否满足3NF和BCNF。(不需要写过程)

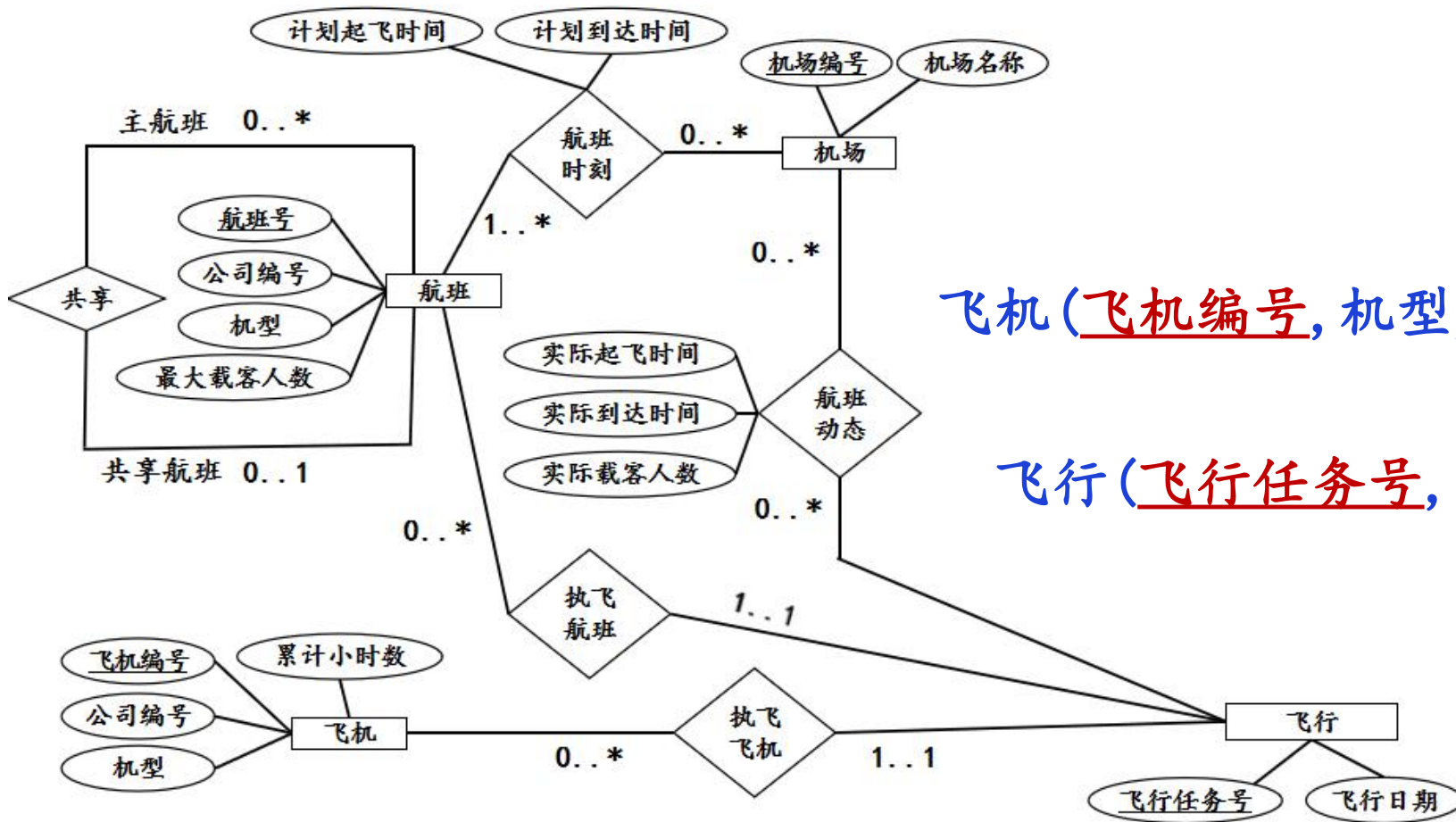
1. 请用EE-R模型表示该数据库系统的概念数据模型;



1. (续) 标注出联系上的基数约束



2. 请将上述概念数据模型转换成关系数据模型;



机场(机场编号, 机场名称)

飞机(飞机编号, 机型, 公司编号, 累计飞行小时数)

飞行(飞行任务号, 飞行日期, 航班号, 飞机编号)

航班(航班号, 公司编号, 机型, 最大载客人数, 主航班号)

航班时刻表(航班号, 机场编号, 计划起飞时间, 计划到达时间)

航班动态表(飞行任务号, 机场编号, 实际起飞时间, 实际到达时间, 实际载客人数)

2. (续)

□ 存在一个不相交、部分特化的ISA联系，可考虑将子类和子类都单独转换为关系。

/*职工关系中包含所有员工，包括飞行员和乘务员*/

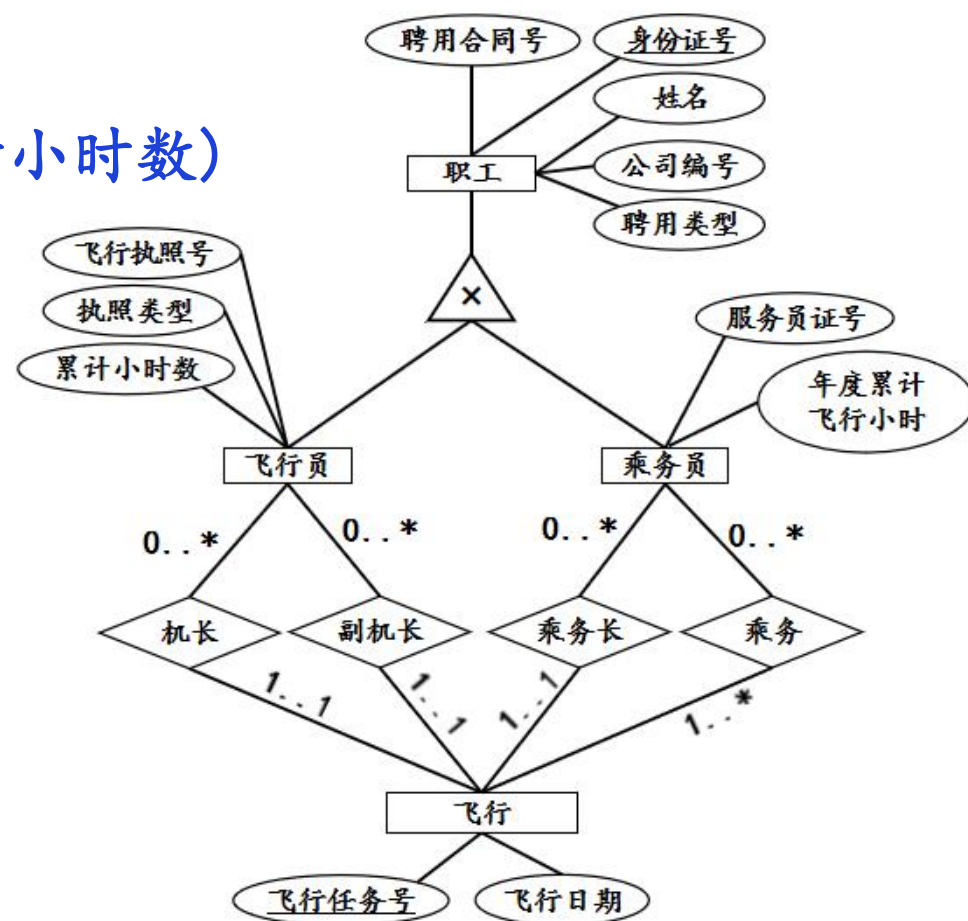
职工(身份证号, 姓名, 公司编号, 聘用类型, 聘用合同号)

乘务员(身份证号, 服务员证号, 年度累计飞行小时)

飞行员(身份证号, 飞行执照号, 执照类型, 累计飞行小时数)

飞行(飞行任务号, 飞行日期, 航班号, 飞机编号,
机长身份证号,
副机长身份证号,
乘务长身份证号)

乘务(飞行任务号, 乘务员身份证号)



2. (续)

□综上所述，转换得到的关系如下：

机场(机场编号, 机场名称)

飞机(飞机编号, 机型, 公司编号, 累计飞行小时数)

航班(航班号, 公司编号, 机型, 最大载客人数, 主航班号)

航班时刻表(航班号, 机场编号, 计划起飞时间, 计划到达时间)

航班动态表(飞行任务号, 机场编号, 实际起飞时间, 实际到达时间, 实际载客人数)

职工(身份证号, 姓名, 公司编号, 聘用类型, 聘用合同号)

乘务员(身份证号, 服务员证号, 年度累计飞行小时)

飞行员(身份证号, 飞行执照号, 执照类型, 累计飞行小时数)

飞行(飞行任务号, 飞行日期, 航班号, 飞机编号, 机长身份证号, 副机长身份证号,
乘务长身份证号)

乘务(飞行任务号, 乘务员身份证号)

3. 请写出跟航班有关的关系上的极小函数依赖集和候选码，并说明是否满足3NF和BCNF。（不需要写过程）

□航班(航班号, 公司编号, 机型, 最大载客人数, 主航班号)

- FDs: 航班号 \rightarrow (公司编号, 机型, 最大载客人数, 主航班号)
- KEY: 航班号
- 范式: 满足BCNF

□航班时刻表(航班号, 机场编号, 计划起飞时间, 计划到达时间)

- FDs: (航班号, 计划起飞时间) \rightarrow 机场编号
(航班号, 计划起飞时间) \rightarrow 计划到达时间
(航班号, 计划到达时间) \rightarrow 计划起飞时间
- KEY: (航班号, 计划起飞时间) 和 (航班号, 计划到达时间)
- 范式: 满足BCNF
- 该关系存在另外一个极小函数依赖集（如下），其他结论不变。
(航班号, 计划到达时间) \rightarrow 机场编号
(航班号, 计划起飞时间) \rightarrow 计划到达时间
(航班号, 计划到达时间) \rightarrow 计划起飞时间

航班时刻表 -- 极小函数依赖集的计算过程

- F:
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| ① (航班号,计划起飞时间)→机场编号 | ② (航班号,计划起飞时间)→计划到达时间 |
| ③ (航班号,计划到达时间)→机场编号 | ④ (航班号,计划到达时间)→计划起飞时间 |

□ 仔细分析F中的四个函数依赖

- 函数依赖 ② 是必不可少的
- 理由：只有②的依赖因素是‘计划到达时间’，从另外三个函数依赖中无法推导得到“② (航班号,计划起飞时间)→计划到达时间”。
- 同理，函数依赖 ④ 也是必不可少的
- 因此，只要检查 ① 和 ③ 是否存在冗余

□ 结论：① 和 ③ 只需要保留一个，极小函数依赖集的计算结果有2个：

- ① (航班号,计划起飞时间)→机场编号
- ② (航班号,计划起飞时间)→计划到达时间
- ④ (航班号,计划到达时间)→计划起飞时间

- ③ (航班号,计划到达时间)→机场编号
- ② (航班号,计划起飞时间)→计划到达时间
- ④ (航班号,计划到达时间)→计划起飞时间

航班动态表 -- 极小函数依赖集的计算过程

航班动态表(飞行任务号, 机场编号, 实际起飞时间, 实际到达时间, 实际载客人数)

□ 简单分析, 可以写出如下函数依赖:

(飞行任务号, 机场编号) \rightarrow (实际起飞时间, 实际到达时间, 实际载客人数)

(飞行任务号, 实际起飞时间) \rightarrow (机场编号, 实际到达时间, 实际载客人数)

(飞行任务号, 实际到达时间) \rightarrow (机场编号, 实际起飞时间, 实际载客人数)

□ 在上述函数依赖集中, 显然存在很多冗余的函数依赖。

□ 使用补充的极小函数依赖集计算算法, 与之等价的极小函数依赖集计算结果如下:

① (飞行任务号, 实际起飞时间) \rightarrow 实际到达时间

② (飞行任务号, 实际到达时间) \rightarrow 实际起飞时间

③ (飞行任务号, 实际起飞时间) \rightarrow 机场编号

④ (飞行任务号, 机场编号) \rightarrow 实际起飞时间

⑤ (飞行任务号, 机场编号) \rightarrow 实际载客人数

航班动态表 -- 候选码的计算过程

航班动态表(飞行任务号,机场编号,实际起飞时间,实际到达时间,实际载客人数)

- ① (飞行任务号, 实际起飞时间) → 实际到达时间
- ② (飞行任务号, 实际到达时间) → 实际起飞时间
- ③ (飞行任务号, 实际起飞时间) → 机场编号
- ④ (飞行任务号, 机场编号) → 实际起飞时间
- ⑤ (飞行任务号, 机场编号) → 实际载客人数

□ 对其中的函数依赖进行分析:

- ‘飞行任务号’ 只出现在函数依赖的左边
- ‘实际载客人数’ 只出现在函数依赖的右边
- ‘实际起飞时间,实际到达时间,机场编号’ 在左右两边都出现过

□ 使用补充的候选码计算算法, 该关系上存在三个候选码:

(飞行任务号, 机场编号) (飞行任务号, 实际起飞时间) (飞行任务号, 实际到达时间)

3. (续)

□ 航班动态表 (飞行任务号, 机场编号, 实际起飞时间, 实际到达时间, 实际载客人数)

➤ FDs:

(飞行任务号, 实际起飞时间) → (机场编号, 实际到达时间)

(飞行任务号, 实际到达时间) → 实际起飞时间

(飞行任务号, 机场编号) → (实际起飞时间, 实际载客人数)

➤ KEY: 有三个候选码

(飞行任务号, 机场编号)

(飞行任务号, 实际起飞时间)

(飞行任务号, 实际到达时间)

➤ 范式:

满足BCNF

【思考】该关系上是否存在另外的极小函数依赖集？

3. (续)

□飞行(飞行任务号, 飞行日期, 航班号, 飞机编号, 机长身份证号, 副机长身份证号, 乘务长身份证号)

➤FDs:

飞行任务号→(飞行日期, 航班号, 飞机编号, 机长身份证号, 副机长身份证号, 乘务长身份证号)

(飞行日期, 航班号)→飞行任务号

➤KEY: 有2个候选码: 飞行任务号 和 (飞行日期, 航班号)

➤范式: 满足BCNF

□乘务(飞行任务号, 乘务员身份证号)

➤FDs: { }

➤KEY: 全码 (飞行任务号, 乘务员身份证号)

➤范式: 满足BCNF

3. (续)

□机场(机场编号, 机场名称)

- FDs: 机场编号 → 机场名称
- KEY: 机场编号
- 范式: 满足BCNF

□飞机(飞机编号, 机型, 公司编号, 累计飞行小时数)

- FDs: 飞机编号 → (机型, 公司编号, 累计飞行小时数)
- KEY: 飞机编号
- 范式: 满足BCNF

3. (续)

□职工(身份证号, 姓名, 公司编号, 聘用类型, 聘用合同号)

- **FDs:** 身份证号 → (姓名, 公司编号, 聘用类型, 聘用合同号)
聘用合同号 → 身份证号
- **KEY:** (2个) 身份证号 和 聘用合同号
- **范式:** 满足BCNF

□乘务员(身份证号, 服务员证号, 年度累计飞行小时)

- **FDs:** 身份证号 → (服务员证号, 年度累计飞行小时)
服务员证号 → 身份证号
- **KEY:** (2个) 身份证号 和 服务员证号
- **范式:** 满足BCNF

□飞行员(身份证号, 飞行执照号, 执照类型, 累计飞行小时数)

- **FDs:** 身份证号 → (飞行执照号, 执照类型, 累计飞行小时数)
飞行执照号 → 身份证号
- **KEY:** (2个) 身份证号 和 飞行执照号
- **范式:** 满足BCNF