

数据库设计示例

Case Study 1

[例1] 设有一个图书借阅管理数据库，已知：

- 图书的属性有书号（具有唯一性）、书名、出版社名称
- 读者的属性有借书证号（具有唯一性，每个读者只能有一个借书证号）、姓名、身份证号、住址、电话
- 出版社的属性有出版社名称（具有唯一性）、地址、联系电话。

□ 其中：

- 每本图书只能有一个出版社出版发行
- 每个读者可以同时借阅多本图书，也可以在不同时候借阅同一本图书
- 系统需要记录每本图书被借阅的借阅日期和归还日期

Case Study 1

设计得到的关系模式如下

图书 (书号, 书名, 出版社名称)

出版社 (出版社名称, 联系电话, 地址)

读者 (借书证号, 姓名, 身份证号, 住址, 电话)

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

Case Study 1 – 规范化设计

读者 (借书证号, 姓名, 身份证号, 住址, 电话)

□ 假设每个读者只有唯一的一个住址, 但可以登记多个不同的联系电话, 那么针对上述的‘读者’关系, 请做如下的规范化设计:

1. 请给出该关系模式上的最小函数依赖集。
2. 请找出该关系模式的候选关键字。
3. 该关系模式最高能够满足到第几范式?
4. 如不满足3NF, 那么请将其规范化到3NF。

读者 (借书证号, 姓名, 身份证号, 住址, 电话)

1. 请给出该关系模式上的最小函数依赖集。

借书证号→姓名, 身份证号, 住址

身份证号→借书证号

2. 请找出该关系模式的候选关键字。

(借书证号, 电话)

(身份证号, 电话)

3. 该关系模式最高能够满足到第几范式?

1NF

4. 如不满足**3NF**, 那么请将其规范化到**3NF**。

读者 (借书证号, 姓名, 身份证号, 住址)

联系电话 (借书证号, 电话)

Case Study 1 – 规范化设计

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

□ 对上述的 ‘借阅’ 关系做如下的规范化设计:

1. 请给出该关系模式上的最小函数依赖集。
2. 请找出该关系模式的候选关键字。
3. 该关系模式最高能够满足到第几范式?

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

1. 请给出该关系模式上的最小函数依赖集。

(借书证号, 书号, 借阅日期) \rightarrow 归还日期

(借书证号, 书号, 归还日期) \rightarrow 借阅日期

2. 请找出该关系模式的候选关键字。

(借书证号, 书号, 借阅日期)

(借书证号, 书号, 归还日期)

3. 该关系模式最高能够满足到第几范式?

BCNF

“借阅”关系的再设计

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

- 最小函数依赖集:

(借书证号, 书号, 借阅日期) \rightarrow 归还日期

(借书证号, 书号, 归还日期) \rightarrow 借阅日期

1. 如果凭‘书号’能够唯一确定一本书, 那么‘借阅’关系上的函数依赖情况会发生什么变化?
2. 请给出它的最小函数依赖集。
3. ‘借阅’关系最高能够满足到第几范式?

“借阅”关系的再设计

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

- 最小函数依赖集:

(借书证号, 书号, 借阅日期) \rightarrow 归还日期

(借书证号, 书号, 归还日期) \rightarrow 借阅日期

1. 如果凭‘书号’能够唯一确定一本书, 那么‘借阅’关系上的函数依赖情况会发生什么变化?

(书号, 借阅日期) \rightarrow (借书证号, 归还日期)

(书号, 归还日期) \rightarrow (借书证号, 借阅日期)

2. 该关系上的最小函数依赖集是什么?

“借阅”关系的再设计

借阅 (借书证号, 书号, 借阅日期, 归还日期)

2. 答：最小函数依赖集是

(书号, 借阅日期) \rightarrow (借书证号, 归还日期)

(书号, 归还日期) \rightarrow (借阅日期)

3. ‘借阅’关系最高能够满足到第几范式？

a) 候选关键字是：

(书号, 借阅日期) 和 (书号, 归还日期)

b) 可以满足到 **BCNF**

数据库设计示例 2

[例2] 有一个论坛数据库，其信息如下：

- 用户：用户名，**email**，主页，电话，联系地址
- 帖子：发帖**ID**，发帖标题，发帖内容
- 回帖：回复**ID**，回复标题，回复内容

问题1：有哪些函数依赖关系？

问题2：假设将所有属性组织成如下的一个关系：

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址, 发帖**ID**,
发帖标题, 发帖内容, 回复**ID**, 回复标题, 回复内容)

给出该关系上的最小函数依赖集？

问题3：给出关系‘论坛’到3NF的分解

- 用户：用户名，**email**，主页，电话，联系地址
- 帖子：发帖**ID**，发帖标题，发帖内容
- 回帖：回复**ID**，回复标题，回复内容

问题1：有哪些函数依赖关系？

□ ‘用户’：

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

□ ‘帖子’：

(发帖**ID**) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容)

□ ‘回帖’：

(回复**ID**) \rightarrow (回复标题, 回复内容)

问题2: 假设将所有属性组织成如下的一个关系:

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址,
发帖**ID**, 发帖标题, 发帖内容,
回复**ID**, 回复标题, 回复内容)

请给出该关系上的最小函数依赖集?

- ‘用户’: (用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)
(**email**) \rightarrow (用户名)
(主页) \rightarrow (用户名)
 - ‘帖子’: (发帖**ID**) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容)
 - ‘回帖’: (回复**ID**) \rightarrow (回复标题, 回复内容)
- ☐ 还有哪些函数依赖?

问题2: 论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址,
发帖**ID**, 发帖标题, 发帖内容,
回复**ID**, 回复标题, 回复内容)

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

(发帖**ID**) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容)

(回复**ID**) \rightarrow (回复标题, 回复内容)

❑ 还有哪些函数依赖?

(发帖**ID**) \rightarrow (用户名)

(回复**ID**) \rightarrow (发帖**ID**)

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址, 发帖**ID**,
发帖标题, 发帖内容, 回复**ID**, 回复标题, 回复内容)

问题2(答): 该关系上的函数依赖集为:

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

(发帖**ID**) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容)

(发帖**ID**) \rightarrow (用户名)

(回复**ID**) \rightarrow (回复标题, 回复内容)

(回复**ID**) \rightarrow (发帖**ID**)

} 合并为一个
函数依赖

} 也合并为一
个函数依赖

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址, 发帖**ID**,
发帖标题, 发帖内容, 回复**ID**, 回复标题, 回复内容)

● 最小函数依赖集:

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

(发帖**ID**) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容, 用户名)

(回复**ID**) \rightarrow (回复标题, 回复内容, 发帖**ID**)

□ 问题3: 给出关系 ‘论坛’ 到3NF的分解

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址, 发帖ID,
发帖标题, 发帖内容, 回复ID, 回复标题, 回复内容)

- **最小函数依赖集:**

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

(发帖ID) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容, 用户名)

(回复ID) \rightarrow (回复标题, 回复内容, 发帖ID)

□ **问题3(答):**

- 该关系的关键字是什么?

(回复ID)

论坛 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址, 发帖ID,
发帖标题, 发帖内容, 回复ID, 回复标题, 回复内容)

- 最小函数依赖集:

(用户名) \rightarrow (**email**, 主页, 电话, 联系地址)

(**email**) \rightarrow (用户名)

(主页) \rightarrow (用户名)

(发帖ID) \rightarrow (发帖标题, 发帖内容, 用户名)

(回复ID) \rightarrow (回复标题, 回复内容, 发帖ID)

- 关键字: (回复ID)

❑ 问题3(答): 根据算法可得如下分解结果

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

发帖 (发帖ID, 发帖标题, 发帖内容, 用户名)

回帖 (回复ID, 回复标题, 回复内容, 发帖ID)

用户 (用户名, email, 主页, 电话, 联系地址)

发帖 (发帖ID, 发帖标题, 发帖内容, 用户名)

回帖 (回复ID, 回复标题, 回复内容, 发帖ID)

❑ 问题4：上述的设计结果是否存在问题？如何解决？

- 存在的问题：

- a) 设立 ‘发帖’ 和 ‘回帖’ 两个关系，使用不方便。

- b) ‘回帖’ 也应该有创建者的 ‘用户名’

- 解决办法： 将两个关系合并成一个

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

发帖 (发帖**ID**, 发帖标题, 发帖内容, 用户名)

回帖 (回复**ID**, 回复标题, 回复内容, 发帖**ID**)

❑ 问题4:

- 方案1: 可以被设计成如下的两个关系

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

帖子 (**ID**, 标题, 内容, 用户名,)

需要在这里添加一个外关键字属性，
以建立‘帖子’与‘回帖’之间的关
系。请给该外键属性起一个合适的名
字？

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

发帖 (发帖**ID**, 发帖标题, 发帖内容, 用户名)

回帖 (回复**ID**, 回复标题, 回复内容, 发帖**ID**)

❑ 问题4:

— 方案1: 可以被设计成如下的两个关系

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

帖子 (**ID**, 标题, 内容, 用户名, **被回复帖子的ID**)

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

发帖 (发帖**ID**, 发帖标题, 发帖内容, 用户名)

回帖 (回复**ID**, 回复标题, 回复内容, 发帖**ID**)

□ 问题4:

— 方案2: 也可以被设计成如下的三个关系

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

帖子 (**ID**, 标题, 内容, 用户名)

回复 (发帖**ID**, 回帖**ID**)

❑ 方案1

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

帖子 (**ID**, 标题, 内容, 用户名, 被回复帖子的**ID**)

❑ 方案2

用户 (用户名, **email**, 主页, 电话, 联系地址)

帖子 (**ID**, 标题, 内容, 用户名)

回复 (发帖**ID**, 回帖**ID**)

数据库设计示例 3

[例3]有一个邮件管理数据库，其信息如下：

- 联系人：用户名，**email**（关键字），电话，联系地址
- 邮件：邮件**ID**，邮件标题，邮件内容，收信人集合，抄送人集合
- 如果是一封回信，那么除了上述的邮件信息外，还需要增加一个“被回复邮件的邮件**ID**”

如果将上述的所有属性组织成一个关系**E**，请问：

1. 在关系**E**中有哪些函数依赖？（给出最小函数依赖集）
2. 关系**E**有哪些候选关键字？
3. 给出关系**E**到**3NF**的分解。
4. 上述的分解结果是否满足 **BCNF**？
5. 上述的分解结果是否满足 **4NF**？

关系E的属性组成如下：

E (用户名, email, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人集合, 抄送人集合, 被回复邮件ID)

考虑到关系模型的1NF约束，可将上述关系表示为：

E (用户名, email, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

1. 关系E中有哪些函数依赖？ (给出最小函数依赖集)
2. 关系E有哪些候选关键字？
3. 给出关系E到3NF的分解
4. 上述的分解结果是否满足 BCNF？
5. 上述的分解结果是否满足 4NF？

考虑到关系模型的1NF约束，可将上述关系表示为：

E (用户名, **email**, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

1. 在关系**E**中有哪些函数依赖？(给出最小函数依赖集)

(email) → (用户名, 电话, 联系地址)

(邮件ID) → (邮件标题, 邮件内容)

☐ 是否还有其他的函数依赖？

E (用户名, email, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

1. 在关系**E**中有哪些函数依赖? (给出最小函数依赖集)

(email) \rightarrow (用户名, 电话, 联系地址)

(邮件ID) \rightarrow (邮件标题, 邮件内容)

(邮件ID) \rightarrow (email)

(邮件ID) \rightarrow (被回复邮件ID)

合并为

(邮件ID) \rightarrow (邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID)

Case Study 3

E (用户名, **email**, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

1. 在关系**E**中有哪些函数依赖? (给出最小函数依赖集)

答: 最小函数依赖集为

F = {

(**email**) \rightarrow (用户名, 电话, 联系地址),

(邮件ID) \rightarrow (邮件标题, 邮件内容, **email**, 被回复邮件ID) }

E (用户名, **email**, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

- **最小函数依赖集:**

(email) → (用户名, 电话, 联系地址),

(邮件ID) → (邮件标题, 邮件内容, **email**, 被回复邮件ID)

2. 关系**E**有哪些候选关键字?

答: 有一个候选关键字: **(邮件ID, 收信人, 抄送人)**

E (用户名, **email**, 电话, 联系地址, 邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, 收信人, 抄送人, 被回复邮件ID)

- 最小函数依赖集:

(**email**) \rightarrow (用户名, 电话, 联系地址),

(邮件ID) \rightarrow (邮件标题, 邮件内容, **email**, 被回复邮件ID)

- 关键字:

(邮件ID, 收信人, 抄送人)

3. 给出关系**E**到**3NF**的分解。

答: **U** (用户名, **email**, 电话, 联系地址)

E (邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, **email**, 被回复邮件ID)

S (邮件ID, 收信人, 抄送人)

U ({用户名, email, 电话, 联系地址},
{ (email) \rightarrow (用户名, 电话, 联系地址) })

E ({邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID},
{ 邮件ID \rightarrow (邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID) })

S ({邮件ID, 收信人, 抄送人}, { })

4. 上述的分解结果是否满足 BCNF?

答： 关系 U, E, S 都能满足 BCNF

U ({用户名, email, 电话, 联系地址},
{ (email) \rightarrow (用户名, 电话, 联系地址) })


E ({邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID},
{ 邮件ID \rightarrow (邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID) })

S ({邮件ID, 收信人, 抄送人}, { })

5. 上述的分解结果是否满足 **4NF**?

答: 关系 **U** 关系 **E** 能满足 **4NF**

关系 **S** 不满足 **4NF** !

- 
- 在关系**S**中存在着非平凡的多值依赖:
邮件ID \twoheadrightarrow 收信人
邮件ID \twoheadrightarrow 抄送人

□ 规范化设计的最终结果如下：

U ({用户名, email, 电话, 联系地址},
{ (email) → (用户名, 电话, 联系地址) })

E ({邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID},
{ 邮件ID → (邮件标题, 邮件内容, email, 被回复邮件ID) })

SR ({邮件ID, 收信人}, { })

SC ({邮件ID, 抄送人}, { })

【思考题】在上述的关系中，有哪些 **PRIMARY KEY** 和 **FOREIGN KEY** 之间的引用关系？

Case Study 3

U (用户名, **email**, 电话, 联系地址)

E (邮件ID, 邮件标题, 邮件内容, **email**, 被回复邮件ID)

SR (邮件ID, 收信人)

SC (邮件ID, 抄送人)

E (email) REFERENCE U(email)

E (被回复邮件ID) REFERENCE E(邮件ID)

SR (邮件ID) REFERENCE E(邮件ID)

SR (收信人) REFERENCE U(email)

SC (邮件ID) REFERENCE E(邮件ID)

SC (抄送人) REFERENCE U(email)