数据库系统

第一章 数据库概论

◆ DBS 有关概念

1. 数据库(DB)：

长期存储在计算机内、有组织的、统一管理的相关数据的集合。DB 能为各种用户共享，具有较小冗余度、数据间联系紧密而又有较高的数据独立性等特点。

2. 数据库管理系统(DBMS)：

是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件，它通过调用 OS 为用户或应用程序提供访问 DB 的方法。

3. DBMS 主要功能：

数据库的定义(DDL)，

数据库的操纵(DML)，

数据库的保护(恢复，并发控制，完整性控制，安全性控制)，

数据库的维护，

数据字典(DD, **存放三层结构定义的数据库**)。

4. DD 的特点、作用：

由 DBMS 创建、管理，存放 DB 的模式、安全性、完整性的定义等

5. 数据库系统(DBS)：

是实现有组织地、动态地存储大量关联数据、方便多用户访问的计算机软、硬件和数据资源组成的系统，即它是采用数据库技术的计算机系统。

6. 数据库阶段的数据管理采用数据模型表示复杂的数据结构。

7. 数据库系统的组成：数据库、DBMS、用户、DBA。

8. 数据库系统各组成部分之间的关系：

数据库存放数据，DBMS 是数据库系统的核心，DBA 借助 DBMS 来完成其职责，DBA 实施的各种操作都是在 DBMS 的控制下实现。

9. 开发 DBS 的人员：DBA、系统分析员、程序设计员、用户。

◆ 数据模型

1. 概念：能表示实体类型及实体间联系的模型。

2. 数据库设计的三个阶段：概念设计，逻辑设计，物理设计。

3. 概念模型：

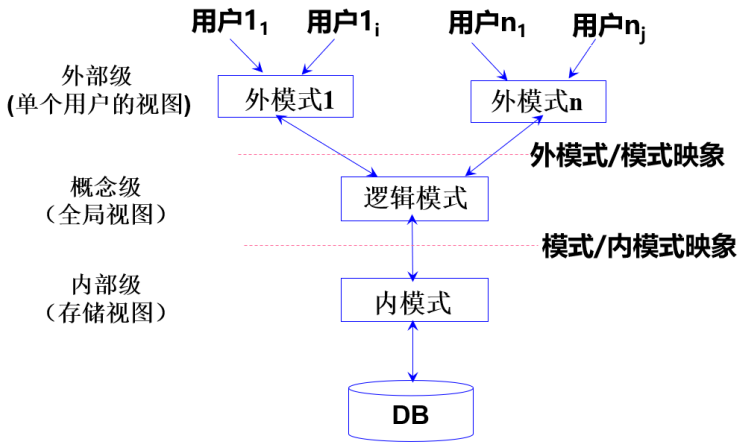
表达数据的整体逻辑结构；面向客观世界，面向用户；独立于计算机系统；**与 DBMS 无关**的数据模型。例如：E-R 模型。

4. 逻辑模型：

表达 DB 的整体逻辑结构；从数据库实现出发；独立于硬件，依赖于软件，与 DBMS 有关；面向用户&面向实现。

5. 三个传统的逻辑模型：层次、网状、关系。

6. 关系模型与层次模型、网状模型的最大差别：**用关键码而不是指针导航数据**。
7. 逻辑数据模型三要素：**数据结构、数据操作、约束条件**
8. 物理模型：描述数据的存储结构；与硬件、OS、DBMS 有关。
9. 数据库的三级体系结构（结合关系模型的三级结构、SQL 数据库体系结构）：
   一个数据库结构从逻辑上划分为三个层次：外模式，逻辑模式，内模式。



三级模式

外部级:外模式(用户的视图) view，子模式、用户模式、视图

概念级：逻辑模式或模式（全局视图）、关系模式，基本表

内部级：内模式（存储视图）、存储模式、 Index、存储文件

a) 逻辑模式(模式)：
   i.用逻辑模型对数据库中全局数据的整体逻辑结构的描述。
   ii.由概念记录组成，也包括：记录间的联系/完整性/安全性。
   iii.是 DB 所有用户的公共数据视图，是装配数据的结构框架。
   iv.不涉及物理存储、硬件环境、应用程序、程序设计语言。
   v.一个数据库只有**一个**逻辑模式。
   vi.由 DBMS 提供的模式定义语言（模式 DDL）来定义和描述：
   create table ……
b) 外模式(用户模式/子模式)：
   i.是用逻辑数据模型对用户用到的数据的描述，
   ii.是用户与数据库系统的接口。
   iii.是数据库的用户视图，用户与 DB 的接口。
   iv.一个数据库可以有**多个**外模式。
   v.由逻辑模式或其一逻辑子集推导而来。
   vi.作用：
   简化用户接口；保证数据独立性；
   有利于数据共享；有利于数据安全和保密。
   vii.**由 DBMS 提供的外模式定义语言来定义和描述：**

create view ……

c) 内模式(存储模式)：

i.是对数据的物理结构和存储方式的描述，

ii.定义所有的物理记录类型、索引和文件的组织方式，以及数据控制方面的细节

iii.一个数据库只有一个内部模式。

iv.对一般的数据库用户透明。

v.内模式的设计直接影响数据库的性能。

vi.由 DBMS 提供的内模式定义语言(内模式 DDL)来定义和描述：

create index(etc.) ……

10. 两级映像

模式/内模式映像——用于定义逻辑模式和内模式之间的对应性。在概念级和内部级之间；一般在内模式中描述。

外模式/模式映像——用于定义外模式与逻辑模式之间的对应性。在概念级和外部级之间；一般在外模式中描述。

11. 两级数据独立性

数据独立性：应用程序和数据库的数据结构之间互相独立，不受影响。

逻辑数据独立性：应用程序独立于逻辑模式的变化(用户数据独立于全局逻辑数据的特性)

当需要改变逻辑模式时(增加新的关系、属性等)，由 DBA 对各个外部模式/逻辑模式映像作相应改变以保持外部模式不变，从而不必修改或重写应用程序。

物理数据独立性：应用程序独立于内模式的变化(全局逻辑数据独立于物理数据的特性)

当需要改变内部模式(比如选用了另一种存储结构)时，可由 DBA 对逻辑模式/内部模式映像作相应改变，使逻辑模式保持不变，从而外模式不变，应用程序也不变。

12. 补充

a) 逻辑模式独立于数据库的内/外模式。
b) 内模式依赖于逻辑模式，独立于具体存储设备
c) 外模式依赖于逻辑模式，以逻辑模式为基础
d) 内模式与外模式相互独立，逻辑模式提供了连接这两级的中间观点
e) 数据按外模式的描述提供给用户

按内模式的描述存储在磁盘上→物理数据库

f) 应用程序是在外模式描述的逻辑结构上编写的
g) 特定的应用程序仅依赖于特定的外模式
h) 两级映像提供了两级独立性
i) 用户对数据库操作时：DBMS 将操作带入外→逻辑→内三级，再通过 OS 操纵物理数据库中的数据
j) 三级模式的定义都存在数据字典中
k) 数据模式与实例的关系：同一模式下可以有很多值(实例)，实例相对变动。
l) 数据模式是数据库的一种结构描述、是框架，不是数据库本身。

◆ E-R 图的画法。（结合第五章）

1. 矩形框：实体类型；
   菱形框：联系类型；
   椭圆形框：实体类型和联系类型的属性。
2. 标注实体键
3. 二元联系：1：1
   多元联系：1：N
   自反联系：M：N

第二章 关系模型和关系运算理论

◆ 关系数据模型的有关概念

1. 关系模型：用二维表格表示实体集，用关键码表示实体之间联系的数据模型。
   关系模型属于逻辑模型，有三要素：数据结构，数据操作，约束条件。
2. 关系模型的数据结构：
   元组对应行，属性对应列；
   属性域：属性的取值范围；
   关系模式：关系名及其各属性名；R(U), R(A_1, A_2, … , A_n)
   元数/目：属性的个数；
   基数：元组的个数；
   超键：在关系中能唯一标识元组的属性或属性集
   候选键：不含多余属性的超键；（若再删除属性，候选键将不是键了）
   主键：用户选作元组标识的候选键
   候补键：主键之外的候选键
   外键：如果模式 R 中的属性 K 是其它模式的主键，那么 K 在模式 R 中称为外键。
3. 关系的定义：属性数目相同的元组的集合

关系的性质：关系中每一个属性值都不可再分解

关系模型中属性无序

关系模型中元组无序

同一关系中不允许有相同元组

4. 关系模型的约束条件：

语法上：每个元组属性都取属性域内的值

语义上：完整性规则

在对 DB 进行更新 (I/D/U)操作时检查，保证数据与现实世界的一致性

5. 关系模型的完整性规则：

实体完整性规则（关系内）：主键值唯一，组成主键的属性上不能为 NULL

参照完整性规则（同一/不同关系内元组间）：外键取值只有 NULL 和某关系主键值 2 种可能

用户定义的完整性规则（数据）：显式说明的数据约束（CHECK(), 触发器，断言，过程……）

6. 关系模型的三层体系结构（结合第一章数据库的三级体系结构）：

子模式——外模式

关系模式——逻辑模式

存储模式——内模式

7. 关系模型的数据操作：

a) 五个基本操作：

i. 选择操作(σ) where

水平分割；全部属性，部分元组

表示：$\sigma_F(R) \equiv \{t \mid t \in R \wedge F(t)=true\}$

F 为命题公式、布尔表达式、条件表达式

$\sigma_{<F1>}(\sigma_{<F2>}(R)) \equiv \sigma_{<F2>}(\sigma_{<F1>}(R))$

$\sigma_{<F1>}\sigma_{<F2>}(\ldots(\sigma_{<Fn>}(R))) \equiv \sigma_{<F1> \wedge <F2> \wedge \ldots \wedge <Fn>}(R)$

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d

关系R

A	B	C
a	b	c
c	b	d

$\sigma_{B='b'}(R)$ 或 $\sigma_{2='b'}(R)$

ii. 投影操作(Π) select

垂直分割；部分属性，全部元组

表示：$\pi_{i1, \ldots, im(R)} \equiv \{t \mid t=<t_{i1}, \ldots, t_{im}> \wedge <t_1, \ldots, t_k> \in R\}$

i 为属性表

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d

关系R

A	C
a	c
d	f
c	d

$\Pi_{A,C}(R)$

iii. 并(∪)

前提：并兼容（两关系具有相同的目，对应属性域相同，属性排列顺序相同）

$R \cup S \equiv \{t \mid t \in R \ \vee \ t \in S\}$ 属于 R 或者属于 S

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d

关系R

A	B	C
b	g	a
d	a	f

关系S

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d
b	g	a

R∪S

iv. 差(-)

前提：并兼容

$R - S = \{t \mid t \in R \ \wedge \ t \notin S\}$ 属于 R 但不属于 S

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d

关系R

A	B	C
b	g	a
d	a	f

关系S

A	B	C
a	b	c
c	b	d

R−S

v. 笛卡儿积(×)

$R \times S = \{<t^r, t^s> \mid t^r \in R \wedge t^s \in S\}$

结果：目为 r+s 的元组的集合

A	B	C
a	b	c
d	a	f
c	b	d

关系R

A	B	C
b	g	a
d	a	f

关系S

R.A	R.B	R.C	S.A	S.B	S.C
a	b	c	b	g	a
a	b	c	d	a	f
d	a	f	b	g	a
d	a	f	d	a	f
c	b	d	b	g	a
c	b	d	d	a	f

R×S

b) 四个组合操作

i. 交(∩)

$R \cap S \equiv \{t \mid t \in R \ \wedge t \in S\}$

A	B	C
a	b	c
~~d~~	~~a~~	~~f~~
c	b	d

关系R

A	B	C
b	g	a
~~d~~	~~a~~	~~f~~

关系S

A	B	C
d	a	f

R∩S

ii. 连接($\bowtie_F$, $\bowtie_\theta$)

$$R \bowtie_{<连接条件F>} S = \sigma_{<连接条件>}(R \times S)$$

θ 连接：

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

(a)关系R

D	E
3	1
6	2

(b)关系S

A	B	C	D	E
1	2	3	3	1
1	2	3	6	2
4	5	6	6	2

(c) $R \bowtie_{R.2<S.1} S$

$R \bowtie_{2<1} S$

F 连接：

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

(a)关系R

D	E
3	1
6	2

(b)关系S

A	B	C	D	E
1	2	3	3	1
4	5	6	6	2

(d) $R \bowtie_{(R.B<S.D)\wedge(R.A \geqq S.E)} S$

iii. 自然连接(⋈)

$R \bowtie S = \pi_{i1,\ldots im}(\sigma_{R.A1=S.A1 \ \wedge \ \ldots \ \wedge \ R.Ak=S.Ak}(R \times S))$

在 R 和 S 的公共属性上的等值连接，消除冗余属性

A	B	C
a	b	c
d	b	c
b	b	f
c	a	d

(a)关系R

B	C	D
b	c	d
b	c	e
a	d	b

(b)关系S

A	B	C	D
a	b	c	d
a	b	c	e
d	b	c	d
d	b	c	e
c	a	d	b

(c)R⋈S

iv. 除(÷)

前提：R 中的属性包含 S 中的属性 R(X, Y)，S(Y)

·**结果**：

R→

A	B	C	D
a	b	c	d
a	b	e	f
a	b	d	e
b	c	e	f
e	d	c	d
e	d	e	f

C	D
c	d
e	f

↑
S

A	B
a	b
e	d

↑
R÷S

8. 理解关系操作所构成的表达式的含义（作业）
9. 关系代数表达式的启发式优化规则

(1)尽早地执行选择操作

(2)尽早地执行投影操作，但选择先于投影为好

(3)避免直接做笛卡尔积，把笛卡尔积及其后所做的选择结合为连接运算

10. 根据给出的关系代数表达式理解反映的查询需求以及与之等价的 SQL 语句。

第三章 关系数据库语言 SQL

◆ SQL 数据库体系结构的要点

1. 视图（子模式/用户模式），基本表（关系模式/逻辑模式），存储文件（内模式/存储模式）
2. 一个 SQL 模式是表和约束的集合
3. 表类型：

基本表：实际存储数据

视图：虚表，由其他基表或视图导出；由若干基本表或其他视图构成的表的定义

导出表：执行查询时产生的表

4. 基本表与存储文件是 M:N 联系。
5. 存储文件与外部存储器的物理文件是一一对应的
6. SQL 用户可以是应用程序，也可以是终端用户
7. SQL 的两种使用方式：交互式和嵌入式
8. SQL 的四大功能：

数据定义语言(DDL)：定义 SQL 模式、基本表、视图、索引等结构
数据操控语言(DML)：数据查询，数据更新（插入、删除、修改）
嵌入式 SQL 语言
数据控制语言(DCL)：授权、完整性规则的描述、事务控制等

9. 视图的作用：独立性，安全性，方便使用
10. 视图的更新：一般只能对“行列子集视图”进行更新
11. 行列子集视图：定义在单个基本表上；定义时仅使用了选择、投影操作；包含了基本表的候选键和所有的非空字段。

◆ 根据需求写出相关语句

1. DDL 语句：三级模式的定义语句，基表定义中的完整性
   a) CREATE TABLE <表名>
      (<列名> <类型> [列级完整性约束条件(NOT NULL)],
      <表级完整性约束条件(主键，外键，CHECK)>]);
      ALTER TABLE <表名> ADD/MODIFY <列名> <类型>;
      ALTER TABLE <表名> DROP <列名> [CASCADE/ RESTRICT];
      CASCADE: 引用该列的视图和约束一并删除。
      RESTRICT: 没有视图或约束引用改列时才可以删除，否则拒绝操作。
   b) CREATE [UNIQUE] INDEX <索引名> ON <表名>(<列名>[ASC/ DESC]);
      ASC: 升序排列；DESC: 降序排列。（默认升序）
      DROP INDEX <索引名>
   c) CREATE VIEW <视图名> [列名] AS <SELECT 查询语句>;
      DROP VIEW <视图名>
      视图更新：一般只能对“行列子集视图”进行更新
      行列子集视图：定义在单个基本表上；定义时仅使用了选择、投影操作；包含了基本表的候选键和所有的非空字段。
      在定义时加上 WITH CHECK OPTION
2. QL 语句
   SELECT <列名/列表达式>
   FROM <基表名、视图名、导出表的列表>
   [WHERE <行条件表达式>]　　行条件子句
   [GROUP BY <列名表>]　　分组子句
   [HAVING <组条件表达式>]　　组条件子句
   [ORDER BY <列名/序号> [ASC/ DESC]];　　排序子句
   MAX, MIN, COUNT, AVG(数值型值), SUM(数值型值)
   遇到空值时，除了 COUNT(*)外，都跳过空值而去处理非空值
   DISTINCT 去除重复值，AS 重命名查询项，可省略

SELECT 函数不能直接出现在 where 子句中，但 select 和 having 中可以

3. SELECT 语句执行过程：
   (1) 读取 FROM 子句中基本表、视图的数据，执行笛卡尔积操作；
   (2) 选取满足 WHERE 子句中给出的条件表达式的元组；
   (3) 按 GROUP 子句中指定列的值分组，同时提取满足 HAVING 子句中组条件表达式的那些组；
   (4) 按 SELECT 子句中给出的列名或列表达式求值输出；
   (5) ORDER 子句对输出的目标表进行排序，附加说明 ASC/ DESC。

4. DML 语句

- 插入：INSERT INTO 〈表名〉[(列名表)] VALUES 〈(数据项集)〉;
  注： VALUES子句是要插入的元组值；
  当列名表缺省时，各属性值的次序和域应与表的定义一致；
  当列名表不缺省时，列的个数和次序需与VALUES子句对应
- 删除： DELETE FROM [表创建者.]〈表名〉 [WHERE 〈条件表达式〉]
- 修改： UPDATE [表创建者.]〈表名〉
  SET 〈列名=值表达式〉[{, 〈列名=值表达式〉}]
  [WHERE 〈条件表达式〉];
- 几点注意：①一次只能对一个表进行操作
  ②DML操作受关系完整性约束的制约
  数据类型，实体完整性：主键值唯一，非空
  参照完整性：外键值的约束，不允许引用不存在的实体
  用户自定义的完整性

5. DCL 语句

事务控制：

设置事务提交方式的命令：SQL> set auto off(或 on)

如果发出 set auto on 命令，则此后 ORACLRE 把每条语句看作一个事务，在该语句后敲回车则意味着事务自动提交。如果发出 set auto off 命令，则此后 ORACLRE 以用户输入的 commit(成功结束)命令或 rollback(回滚)命令为事务结束的标志。

授权：

GRANT <权限> on <数据库元素> to <用户名表> [WITH GRANT OPTION]

<权限>: SELECT INSERT DELETE UPDATE REFERENCES USAGE ALL PRIVILEDGES

WITH GRANT OPTION: 可以转授

回收：

revoke <权限> on <数据库元素> to <用户名表> [RESTRICT/CASCADE]
CASCADE: 连锁回收

回收转授权：
REVOKE GRANT OPTION FOR <> ON <数据库元素> FROM <用户名表>

第四章 关系数据库的规范化设计

1. 内涵：对数据及完整性约束的定义→关系模式 R，与时间独立
   外延：关系的值或实例(元组集) →关系、表 r，随时间变化
   关系模式定义了：静态约束：数据依赖（数据之间的联系）、值域等，动态约束：操作对值的影响。
   关系模式设计的问题：冗余、异常
2. 函数依赖 FD：属性之间的联系。
   函数依赖是基于整个关系模式的，而不是关系模式的特定实例(或值)
3. 平凡 FD：对于 FD: X→Y, 如果 Y 包含于 X，则称 X→Y 为平凡 FD
4. FD 推理规则：
   A1. 如果 $Y\subseteq X$，则 $X\rightarrow Y$ 例：$A\rightarrow \phi$
   A2. 如果 $X\rightarrow Y$，则 $XZ\rightarrow YZ$; ($Z\subseteq W$, 则 $XW\rightarrow YZ$)
   A3. 如果 $X\rightarrow Y$ 且 $Y\rightarrow Z$，则 $X\rightarrow Z$
   A4. $X\rightarrow Y\wedge X\rightarrow Z \Rightarrow X\rightarrow YZ$
   A5. $X\rightarrow Y\wedge Z\subseteq Y \Rightarrow X\rightarrow Z$
   A6. $X\rightarrow Y\wedge WY\rightarrow Z \Rightarrow XW\rightarrow Z$
   A7. $X\rightarrow Y\wedge W\rightarrow Z \Rightarrow XW\rightarrow YZ$
   A8. $X\rightarrow Y\wedge W\rightarrow Z \Rightarrow X\cup(W-Y)\rightarrow YZ$
5. 属性集闭包：用途：确定关系模式的候选键
   定义：设 R（U，F），$U=\{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$，X 是 U 的子集，称所有从 F 使用推理规则推出的函数依赖 $X\rightarrow A_i$ (i=1,2,…,n)中 A_i 的集合为 X 的属性闭包。
   定理：函数依赖 $X\rightarrow Y$ 能从 F 推出的充分必要条件是 $Y\subseteq X_F^+$
   算法：① 令 $X^{(0)}=X$，i=0；
   ② 对 F 中的每一个函数依赖 $Y\rightarrow Z$，若 $Y\subseteq X^{(i)}$，令 $X^{(i+1)}=X^{(i)}\cup Z$。
   ③ 若 $X^{(i+1)}\neq X^{(i)}$，则用 i+1 代替 i，转②；
   ④ 若 $X^{(i+1)}=X^{(i)}$，则 $X^{(i)}$即为 X_F^+，算法终止。

例2：设有关系模式R（A，B，C，D，E），F={AB→C，B→D，C→E，EC→B，AC→B}。求（AB）$^+$。

解：令X=AB。

第一次：$X^{(0)}=X=AB$;
搜索F中的每一个函数依赖，得到AB→C，B→D；
$X^{(1)}=AB\cup C\cup D=ABCD$

第二次：$X^{(1)}\neq X^{(0)}$;
搜索F,得到C→E,AC→B，$X^{(2)}=ABCD\cup E\cup B=ABCDE$

第三次：$X^{(2)}\neq X^{(1)}$;
搜索F，得到EC→B，$X^{(3)}=ABCDE\cup B=ABCDE$;

第四次：$X^{(3)}=X^{(2)}$，$\therefore (AB)^+=ABCDE$;

6. 最小依赖集：

函数依赖集的等价：设 F 和 G 是函数依赖集，若 $F^+=G^+$，则称 F 和 G 等价，记为 F=G。

最小函数依赖集 F_{min} 满足：

(1) $F_{min}^+=F^+$

(2) 其中每一个函数依赖的右部都是单个属性

(3) 无冗余 FD，即无 X→Y 使 F－{X→Y}与 F 等价。

(4) 每个 FD 的左边无冗余属性，即无函数依赖 X→Y，使{F-(X→Y}}∪{Z→Y}与 F 等价，其中 Z∈X。

7. 关系模式的分解特性

无损分解：r 在投影、连接以后仍然可以恢复成 r

损失分解：r 在投影、连接以后比原先 r 的元组多且原信息有丢失

数据等价（无损分解）、依赖等价（保持依赖）

数据等价 - - 两个数据库实例表示同样的信息内容
用“无损分解”衡量

依赖等价 - - 两个数据库模式有相同的依赖集闭包
用“保持依赖”衡量

特殊情况：分解仅由2个模式组成 P128

定理4.6：设R (U,F)，有$\rho=\{R_1，R_2\}$，
则对于F，ρ相对于F是无损分解的
充分必要条件是：

$$R_1\cap R_2\rightarrow R_1-R_2\in F^+$$

或$$R_1\cap R_2\rightarrow R_2-R_1\in F^+$$

定理4.7：设R (U,F)，X→Y在模式R上成立，且
X∩Y= φ，则$\rho=\{R-Y，XY\}$ 是无损分解

8. 对于 FD W→A，如果存在 X 包含于 W 有 X→A 成立，则称 W→A 为局部依赖，否则为完全依赖。

9. 如果 A 是关系模式 R 的候选键中的属性，则称 A 是 R 的主属性。
10. 第一范式 1NF：关系模式 R 的每一个关系 r 的属性值都是不可分的原子值。
11. 第二范式 2NF：如果关系模式 R∈1NF，且它的任一非主属性都完全依赖于任一候选键。

算法4.4：将关系模式R分解为2NF模式集 P132

设有关系模式R(U)，主键是W，R上还存在FD X→Z，

其中Z是非主属性，X⊂W，则W→Z就是一个局部依赖。

此时应把R分解为两个模式：

R1(XZ)，主键是X;

R2(Y)，Y=U-Z，主键是W，外键是X

如果R1和R2还不是2NF，重复上述过程

12. 第三范式 3NF：如果关系模式 R∈2NF，且每一个非主属性不传递依赖于任一候选键，则 R∈3NF。

算法4.5：将关系模式R分解为3NF模式集 P133

设有关系模式R(U)，主键是W，R上还存在FD X→Z，

其中Z是非主属性，Z⊈X且X不是候选键，则W→Z就是一个传递依赖。

此时应把R分解为两个模式：

R1(XZ)，主键是X;

R2(Y),Y=U-Z，主键是W，外键是X

如果R1和R2还不是3NF，重复上述过程

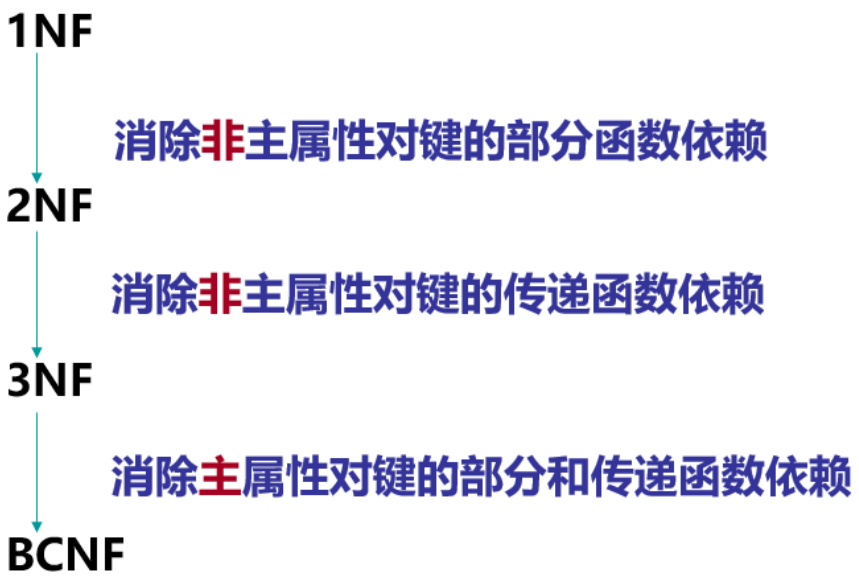
13. BCNF：设关系模式 R 是 1NF，且每个属性都不传递依赖于 R 的候选键，则 R∈BCNF。
14. 判断范式：

属性都是原子数据的关系模式满足第一范式，记为 R∈1NF。

如果关系模式 R∈1NF，且它的任一非主属性都完全函数依赖于任一候选键，则称 R 满足第二范式，记为 R∈2NF。

对于 F 中的每个非平凡的 FD X→Y,都有 X 是 R 的超键，或者 Y 的每个属性都是主属性，记为 R∈3NF。

设 F 是关系模式 R 的 FD 集，如果对 F 中每个非平凡的 FD： X→Y，都有 X 是 R 的超键，则 R∈BCNF。



第五章 数据库设计与 ER 模型

1. 数据库生命周期的各阶段：
   规划、需求分析、概念设计、逻辑设计、物理设计、数据库实现、数据库运行和维护
2. 数据库静态设计各个阶段的次序、结果，与三级模式的对应关系
   (1) 需求分析：整理出需求说明书
   (2) 概念设计：产生 ER 图
   (3) 逻辑设计：设计逻辑结构（逻辑模式、外模式）
   (4) 物理设计：设计内模式
3. 物理设计的启发式规则（索引、簇集）
   确定数据库的存储结构：位置、分区、参数配置
   确定数据库的存取方法：索引法、簇集、HASH 法
4. 自底向上的设计方法中：
   局部 E-R 图的范围、局部 E-R 图集成过程中→解决冲突、消除冗余

第七章 系统实现技术

1. 事务概念：DBMS 执行的工作单位，由有限的数据库操作序列组成，是一组**不可分割**的数据操作序列的一次单独执行过程。
2. 事务特性：
   A 原子性（不可分割）
   C 一致性
   I 隔离性（多个事务并发执行时，保证与单独执行时结果一样）
   D 持久性（事务完成操作后，更新应永远反映在数据库内）

3. 数据库保护的四个方面：数据库的恢复、并发控制、完整性控制、安全性保护。
4. 数据库的恢复：

   基本原则：数据冗余（重复存储）

   恢复过程：

   - **前像：** **事务所涉及的物理块更新前的映像(旧值)**BI

     前像可以使数据库恢复到更新前的状态

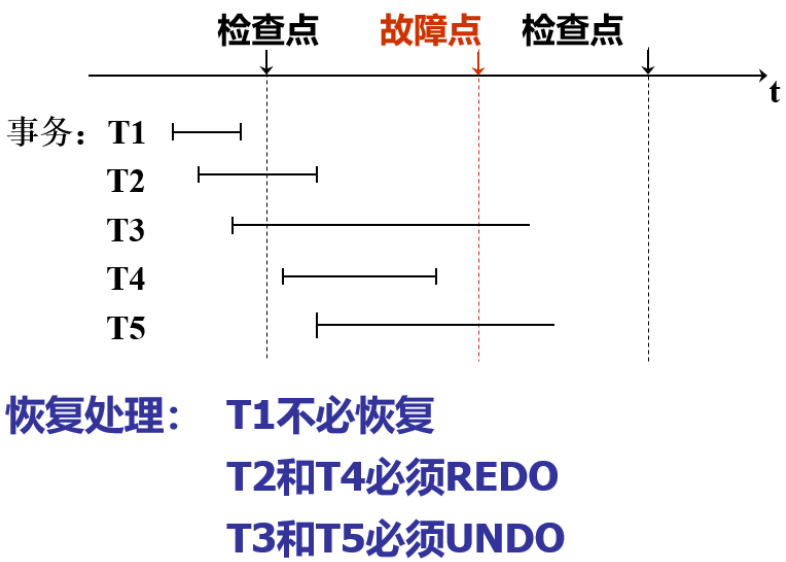
     对应的操作是撤销(undo)更新 → 回滚rollback

   - **后像：** **事务所涉及的物理块更新后的映像(新值)**AI

     后像可以使数据库恢复到更新后的状态(更新丢失时)

     对应的操作是重做(redo)一次更新→ 提交**commit**

   检查点技术：



   数据库的恢复机制保证了事务的原子性和持久性

5. 并发控制：

   三个问题：丢失更新、读脏数据、不可重复读。

   封锁技术：

   X 锁（排他性封锁）：一个事务对数据对象加锁之后到释放之前，其它事务不能再对其加锁。

   S 锁（共享性封锁）：一个事务对数据对象加 S 锁之后，允许其它事务加 S 锁，但不能加 X 锁。

   封锁问题：活锁、饿死、死锁

一. “活锁”问题

定义：系统可能使某个事务永远处于等待状态，得不到封锁的机会，这种现象称为“活锁”。

原因：事务有优先级，低级的始终等待

解决：应遵守先申请先服务(fcfs)原则

二、“饿死”问题

定义：因频繁申请S锁而使X锁不可得的现象。

解决：

事务T申请对数据项Q加S锁时，授权加锁的条件是：

- 不存在在数据项Q上持有X锁的其它事务；
- 不存在等待对数据项Q加锁且先于T申请加锁的事务

先来先服务FCFS

6. 封锁的粒度与系统的并发度以及系统开销的关系

封锁的粒度越大，并发度也就越小，但系统的开销也就越小。

封锁的粒度越小，并发度也就越高，但系统开销也就越大。

7. 三级封锁协议的内容和优缺点

<table>
<tr><th>级别</th><th colspan="3">内容</th><th>优点</th><th>缺点</th></tr>
<tr><td>一级封锁协议</td><td rowspan="3">事务在修改数据之前，必须先对该数据加 X 锁，直到事务结束时才释放</td><td colspan="2">但只读数据的事务可以不加锁</td><td>防止“丢失修改”</td><td>不加锁的事务，可能“读脏数据”，也可能“不可重复读”</td></tr>
<tr><td>二级封锁协议</td><td rowspan="2">但其他事务在读数据之前必需先加 S 锁</td><td>读完数据后即可释放 S 锁</td><td>防止“丢失修改”
防止“读脏数据”</td><td>对加 S 锁的事务，可能“不可重复读”</td></tr>
<tr><td>三级封锁协议</td><td>直到事务结束时才释放 S 锁</td><td>防止“丢失修改”
防止“读脏数据”
防止“不可重复读”</td><td></td></tr>
</table>

8. 并发调度的正确性准则： (冲突)可串行化的调度

每个事务中，语句的先后执行顺序在各种调度中保持一致。在这个前提下，如果一个并发调度的执行结果与某一串行调度的执行结果等价，则称这个并发调度为“可串行化的调度”。

9. 事务的四种隔离级别的特点

由高到低：

Serializable(可串行化)：允许事务与其他事务并发执行

Repeatable Read(可重复读)：只允许事务读已提交的数据，并在两次读同一数据时不允许其他事务修改此数据（MySQL 默认）

Read Committed(读提交数据)：允许事务读已提交的数据，但不要求“可重复读”。（Oracle 默认）

Read Uncommitted(可以读未提交数据)：允许事务读已提交或未提交的数据。

10. 数据库的完整性

概念：数据的正确性（数据的合法性）、有效性、相容性，防止错误的数据进入数据库。

完整性约束机制的功能：定义、检查、保护。

定义方法：域约束、基本表约束、检查子句、断言、触发器

11. 数据库的安全性

定义：保护数据库，防止不合法的使用，以免数据的泄露、更改或破坏。

第八章 对象数据库

1. DBS 结构类型：

C/S 结构：功能分布于前端(客户)和后端(服务器)

B/S 结构：

1.特点：三级——表示层/业务逻辑层/数据层

浏览器—Web服务器—数据库服务器

2.访问数据库的方式：

中间件访问数据库

客户端直接访问数据库

2. 最主要的 DB 专用中间件--ODBC
3. ODBC 的 4 层体系结构：

应用程序、驱动程序管理器、DB 驱动程序、数据源（DSN）

4. ODBC 句柄：应用程序变量，存储应用程序的信息和对象

环境句柄：存储数据库环境

连接句柄：定义一个数据库连接

语句句柄：定义一条 SQL 语句

一个环境句柄可以与多个连接句柄相连，一个连接句柄可以与多个语句句柄相连，但一个应用程序只有一个环境句柄

5. 开发 MIS 的基本步骤

数据库设计→应用功能设计→数据库实现→数据库连接→应用功能实现

6.

Delphi 提供的三页数据库组件：

①ADO：连接和存取数据库

ADOConnection 、ADOQuery、 ADOTable

②数据控制组：供用户浏览和编辑数据的界面

DBGird，DBNavigator

③数据访问组：DataSource组件

三者的关系： 用户 → ② → ③ → ① → DB

实验

1. 在 Oracle 中连接 SQL PLUS 的命令：connect
2. Oracle 的 SQL 语句与标准 SQL 的差异：
   ① 标准 SQL 中的缺省选项在 ORACLE 的 SQL 语句中不要写出；
   ② 录入日期型字段值时要用 TO_DATA()函数。
3. Delphi 的 ADO 的作用和有关属性

Delphi 提供的三页数据库组件：

①ADO：连接和存取数据库

ADOConnection 、ADOQuery、 ADOTable

②数据控制组：供用户浏览和编辑数据的界面

DBGird，DBNavigator

③数据访问组：DataSource组件

三者的关系： 用户 → ② → ③ → ① → DB

4. ORACLE 默认的隔离级别：READ COMMITTED

√: 可能出现 ×: 不会出现

	脏读	不可重复读	幻读
Read uncommitted	√	√	√
Read committed--Sql Server , Oracle	×	√	√
Repeatable read--MySQL	×	×	√
Serializable	×	×	×

5. 用 ADO 连接数据库的方法：

b) 修改 ADOConnection 控件的 Connection String 属性，点击该属性后的“…”，在弹出的对话框中点击“Build”，选择希望连接的数据“Microsoft OLE DB Provider for SQL Server”，点击“下一步”后，如图 5 所示，其中服务器名称可以选为“local”(复制本机的 SQL SERVER 服务器名)，数据库选为事先在 SQL SERVER 中设计好的数据库 sxn。点击“测试连接”，如果“测试连接成功”则点击“确定”后完成对 ADOConnection 控件的配置，否则就要返回检查。

c) 修改 ADOQuery 控件属性。将 Connection 属性值改为 ADOConnection1；将 SQL 属性值改为“select * from flight;”。

d) 修改DataSource控件的DataSet属性。将该属性值改为：ADOQuery1即可。

e) 修改DBNavigator控件属性。将DataSource属性值设置为DataSource1。

f) 修改DBGrid控件属性。将DataSource属性值设置为DataSource1。

g) 最后将ADOQuery控件的Active属性值改为TRUE。至此，DBGrid控件中应有数据显示；并且DBNavigator控件中也应部分按钮被激活，如下图所示：