



UNIT 15

增强的实体联系模型(图)



本讲主要目标



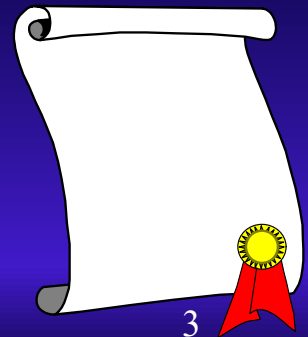
学完本讲后，你应该能够了解：

- 1、ER模型的局限性和增强的ER模型的三个最有用的建模概念：特殊化 / 概化、聚合和组合；
- 2、特殊化是通过识别实体成员的区别特征来最大化实体成员之间差异的过程；
- 3、概化是通过识别实体的共同特征来最小化实体之间差异的过程；
- 4、特殊化/概化过程；特殊化/概化上的两类约束—参与约束和不相交约束；特殊化/概化的图形化表示；
- 5、将ER模型转换为关系模型的转换规则
- 6、可选的ER建模表示法。



本讲主要内容

- 一. 增强的ER模型 (EER)
- 二. 特殊化/概化
- 三. 聚合与组合
- 四. 将ER模型转换为关系模型
- 五. 可选的ER建模表示法





一、增强的ER模型 (EER)

1、ER模型的局限性

例：一个关系AllStaff保存所有职员的信息

Attributes appropriate for all staff				Attributes appropriate for branch Managers		Attributes appropriate for Sales Personnel		Attribute appropriate for Secretarial staff
staffNo	name	position	salary	mgrStartDate	bonus	sales Area	car Allowance	typing Speed
SL21	John White	Manager	30000	01/02/95	2000	SA1A	5000	100
SG37	Ann Beech	Assistant	12000					
SG66	Mary Martinez	Sales Manager	27000					
SA9	Mary Howe	Assistant	9000					
SL89	Stuart Stern	Secretary	8500					
SL31	Robert Chin	Snr Sales Asst	17000	01/06/91	2350	SA2B	3700	
SG5	Susan Brand	Manager	24000					



一、增强的ER模型 (EER)

2、超类(superclass)和子类(subclass)

➤ 超类

- 其实例构成一个或多个独立子集且各独立子集在数据模型中要显示的实体类型

➤ 子类

- 某实体类型的一个独立实例集合，并需要在数据模型中单独表示

含有独立子类的实体类型称为超类。

例如，Staff实体类型的实体成员可分为Manager, SalesPersonnel和Secretary。

Staff可以看成超类

Manager, SalesPersonnel和Secretary应看作子类



一、增强的ER模型 (EER)

3、超类/子类联系

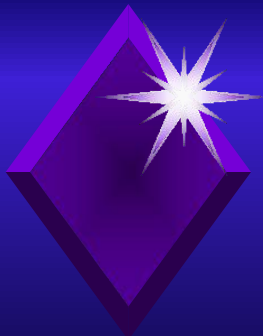
(superclass/subclass relationships)

- 子类中的一个实体也是超类的一个实体
- 超类/子类联系是一对一的
- 有些超类的子类可能重叠

例如，一名职员可以既是经理，又是销售人员

- 并不是超类中的每个实体都必须是子类中的实体

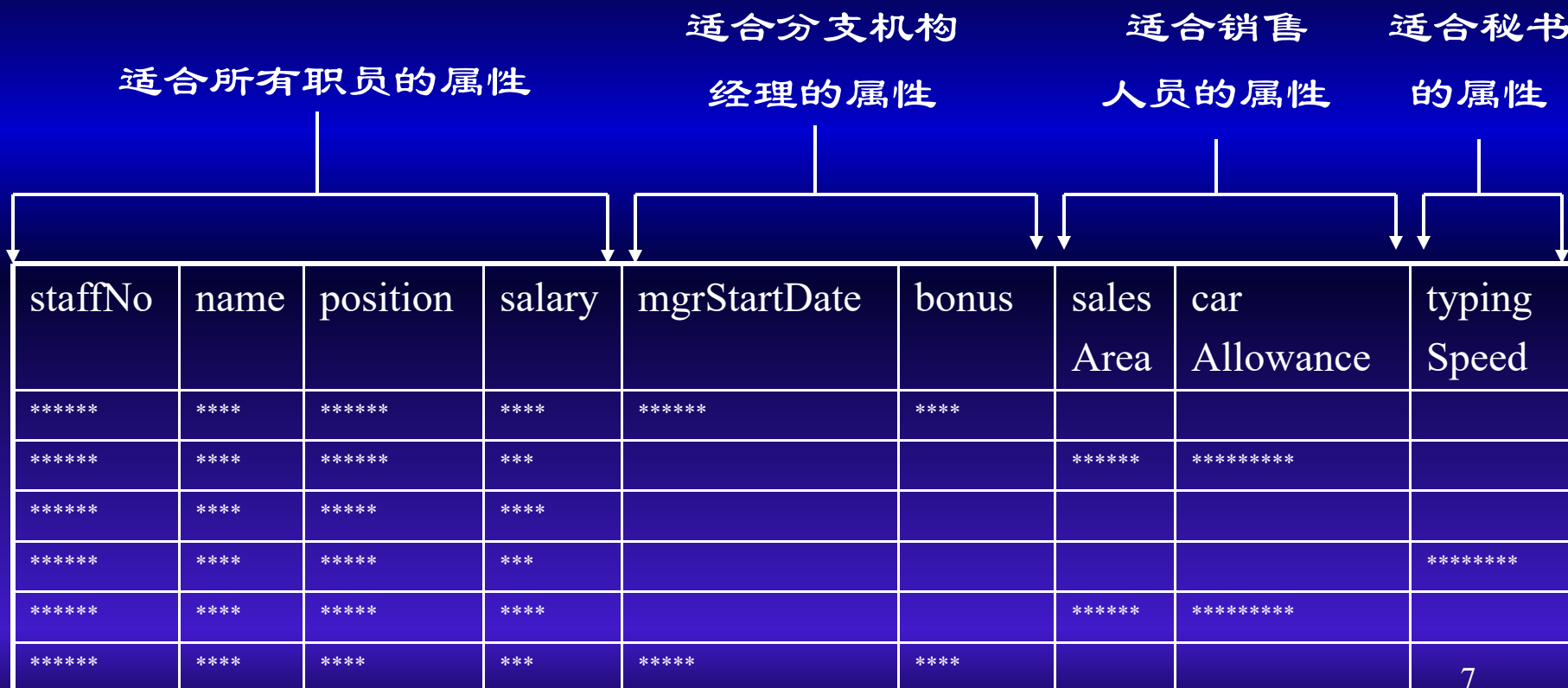
例如，有些职员没有明显的一类工作角色，比如说既不是经理，也不是销售人员



一、增强的ER模型 (EER)

4、何时采用超类/子类?

-- 避免在一个实体类型中描述那些不同类型的职员可能具有的属性





一、增强的ER模型 (EER)

5、将超类和子类的概念引入ER模型的主要原因

- 避免对相似的概念进行重复的描述，因而可以为设计人员节省时间，并使ER图具有更好的可读性
- 通过一种很多人都非常熟悉的形式为设计添加更多的语义信息。例如，“经理是一名职员”和“平房是一种类型的房产”



一、增强的ER模型 (EER)

6、属性继承(attribute inheritance)

- 属性继承

子类除了拥有其所在子类特有的属性外，同时还具有（继承）超类的所有属性

- 共享子类(shared subclass)

一个子类有不只一个超类时，称这个子类为共享子类

- 多重继承(multiple inheritance)

超类的属性都被共享子类继承，同时共享子类还可以有自己的附加属性，这种继承称为多重继承



一、增强的ER模型 (EER)

7、概化层次

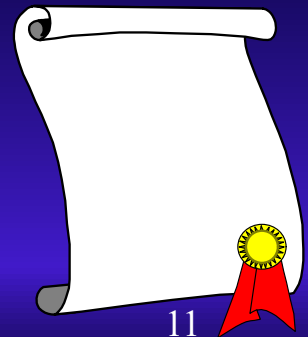
- **类型层次** (type hierarchy)
一个子类也是一类实体，因而子类也可以有一个或多个自己的子类。这样构成的子类层次称为类型层次
- **概化层次** (generalization hierarchy) —— 多个有公共属性的实体可以概化为一个更高层次的超类实体 (supertype entity)，**或者相反**，一个一般化实体可以分解成低层次子类实体 (subtype entity)

例如，**学生**、本科生、硕士研究生、博士研究生
教师、讲师、副教授、教授



本讲主要内容

- 一. 增强的ER模型 (EER)
- 二. 特殊化/概化
- 三. 聚合与组合
- 四. 将ER模型转换为关系模型
- 五. 可选的ER建模表示法





二、特殊化/概化

1、特殊化过程(specialization process)

通过标识实体成员间的**差异特征**将这些成员间的**差异最大化**的过程。

特殊化过程是一种**自上而下**的方法，通过这种方法，定义一系列的超类和它们的相关子类。当为一个实体类型确定子类时，将属性和特殊子类关联起来，并确定子类之间的联系，以及子类和其他实体类型或子类之间的联系。

例如，所有的职员都表示为一个称为Staff的实体，通过特殊化过程，将Staff确定为超类，Manager, Salespersonnel 和 Secretary确定为其子类



二、特殊化/概化

2、概化过程(generalization process)

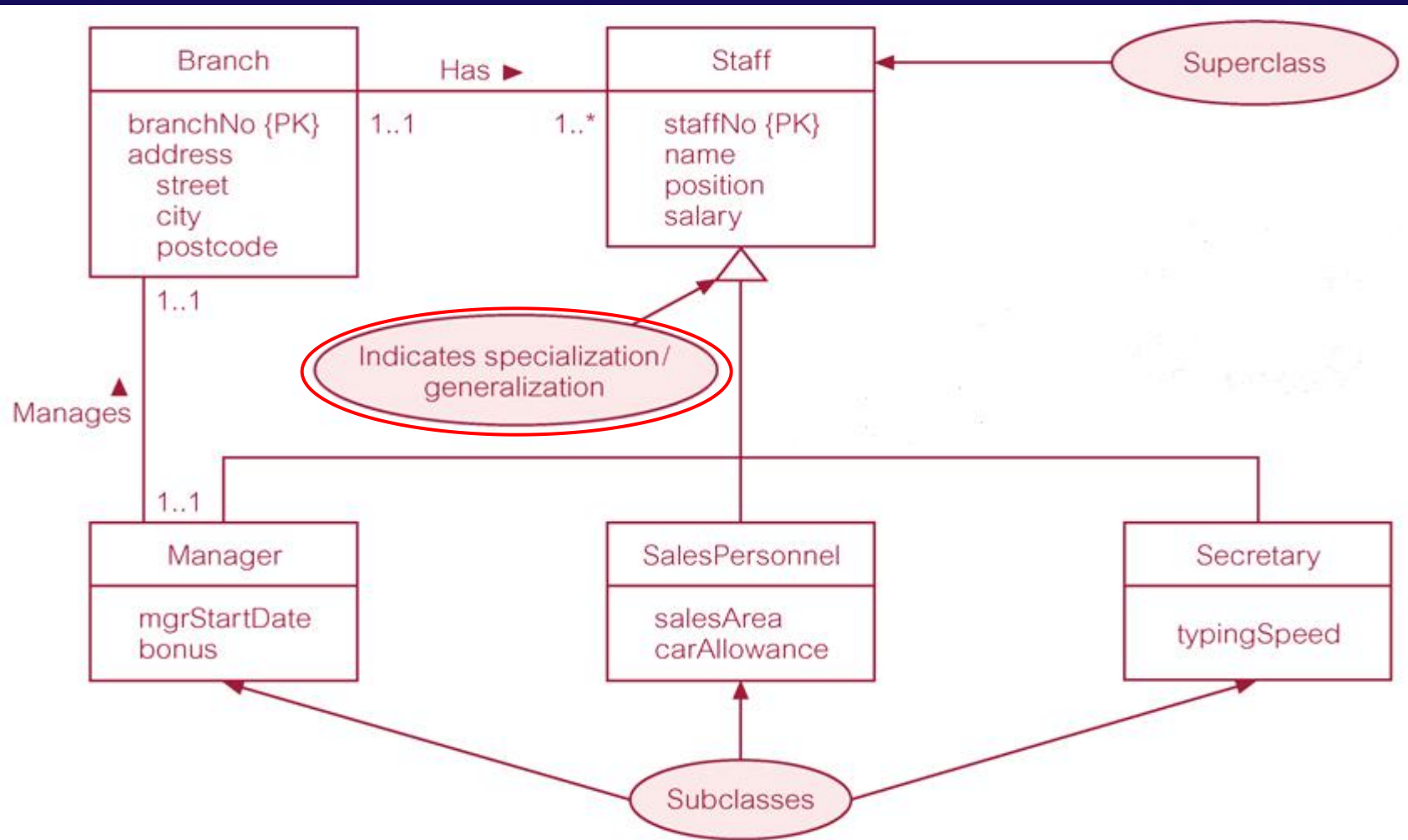
通过标识实体成员间的**共同特征**将这些成员间的**差异最小化**的过程

概化是一种**自下而上**的方法，最终的结果是从一些最初的实体类型中概化出一个超类。

例如，有这样一个模型，存在Manager, Salespersonnel 和 Secretary这些独立的实体类型，通过对这些实体类型进行概化，标识出它们具有的共同属性和联系，**概化出一个超类Staff**

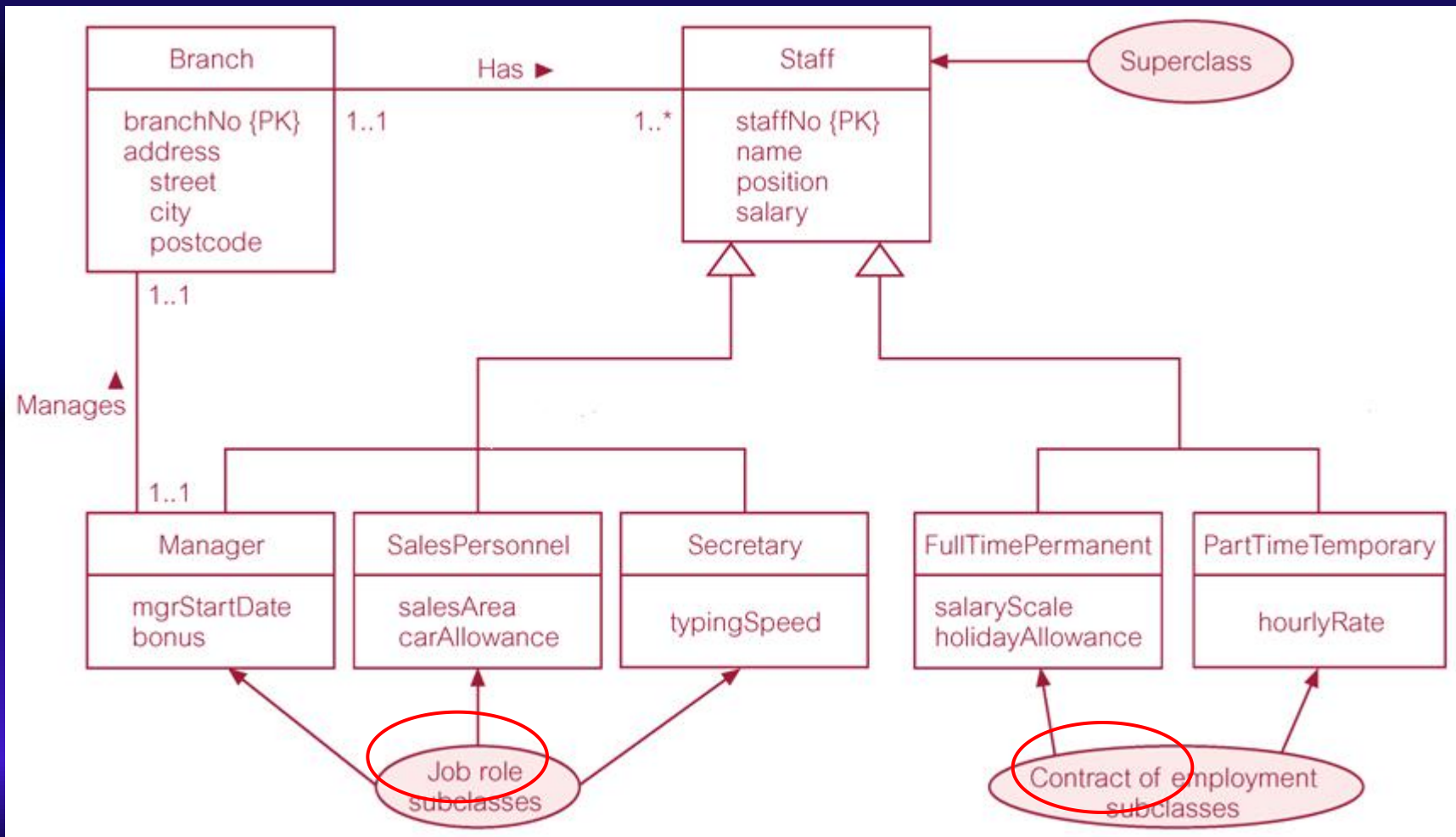
二、特殊化/概化

例1: Staff按工作角色特殊化/概化



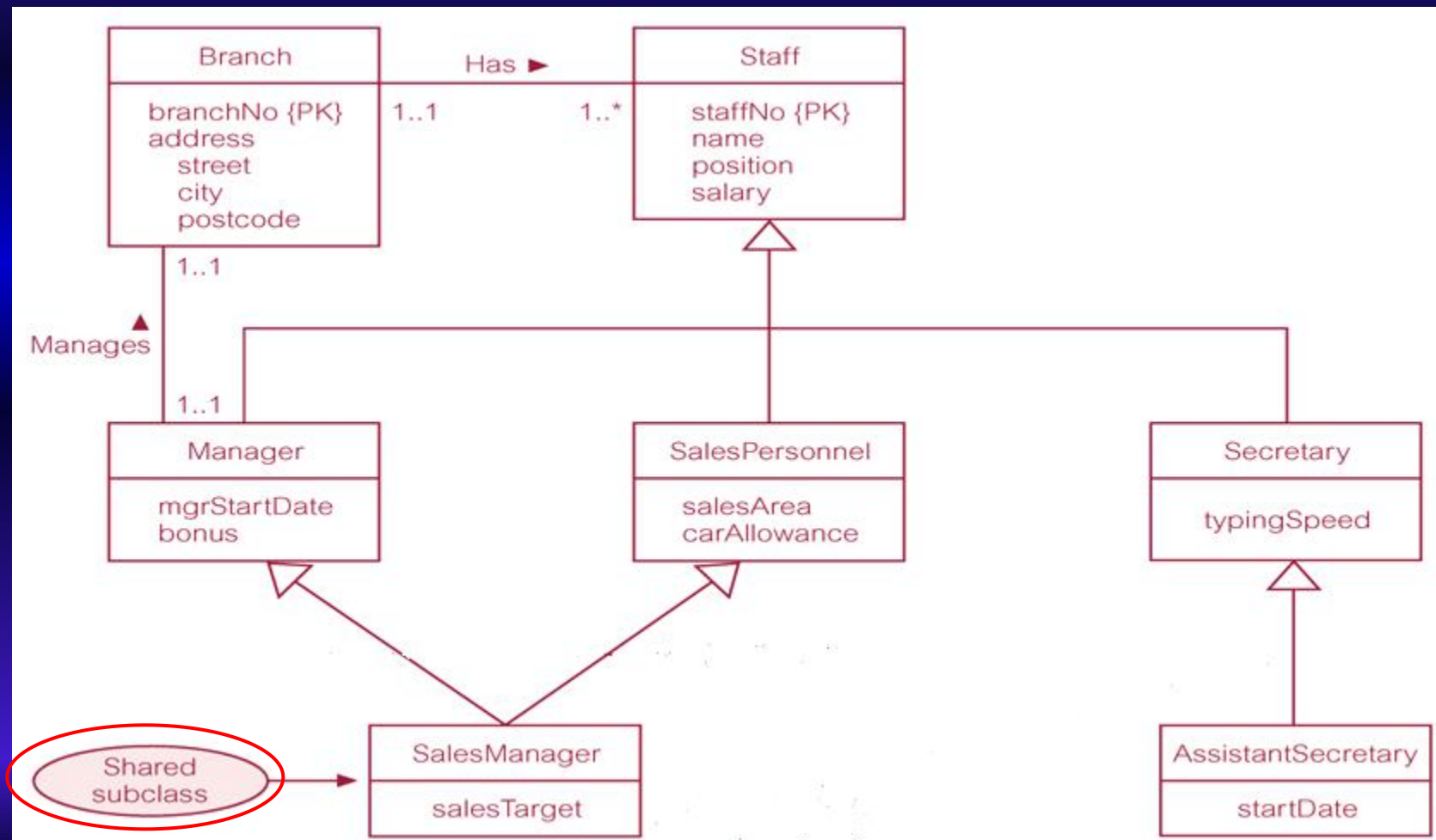
二、特殊化/概化

例2: Staff按工作角色和合同类型特殊化/概化



二、特殊化/概化

例3：共享子类SalesManager





二、特殊化/概化

3、特殊化/概化约束

(constraints on specialization/generalization)

◆ 参与约束 (participation constraint)

确定超类中的每个成员是否都必须是子类中的成员。
参与约束可以是强制的 (mandatory) 或可选的 (optional).

- **强制的参与约束**：具有强制参与的超类/子类联系意味着超类中的每个成员都必须是子类中的成员
- **可选的参与约束**：具有可选参与的超类/子类联系意味着超类中的成员并不一定也是子类中的成员



二、特殊化/概化

◆ 不相交约束 (disjoint constraint)

描述子类成员间的联系。如果子类间是不相交的 (OR)，那么，一个实体实例只能作为一个子类的成员，而不能还是另一个子类的成员；如果子类间是相交的 (AND)，那么，一个实体实例可能是多于一个子类的成员。



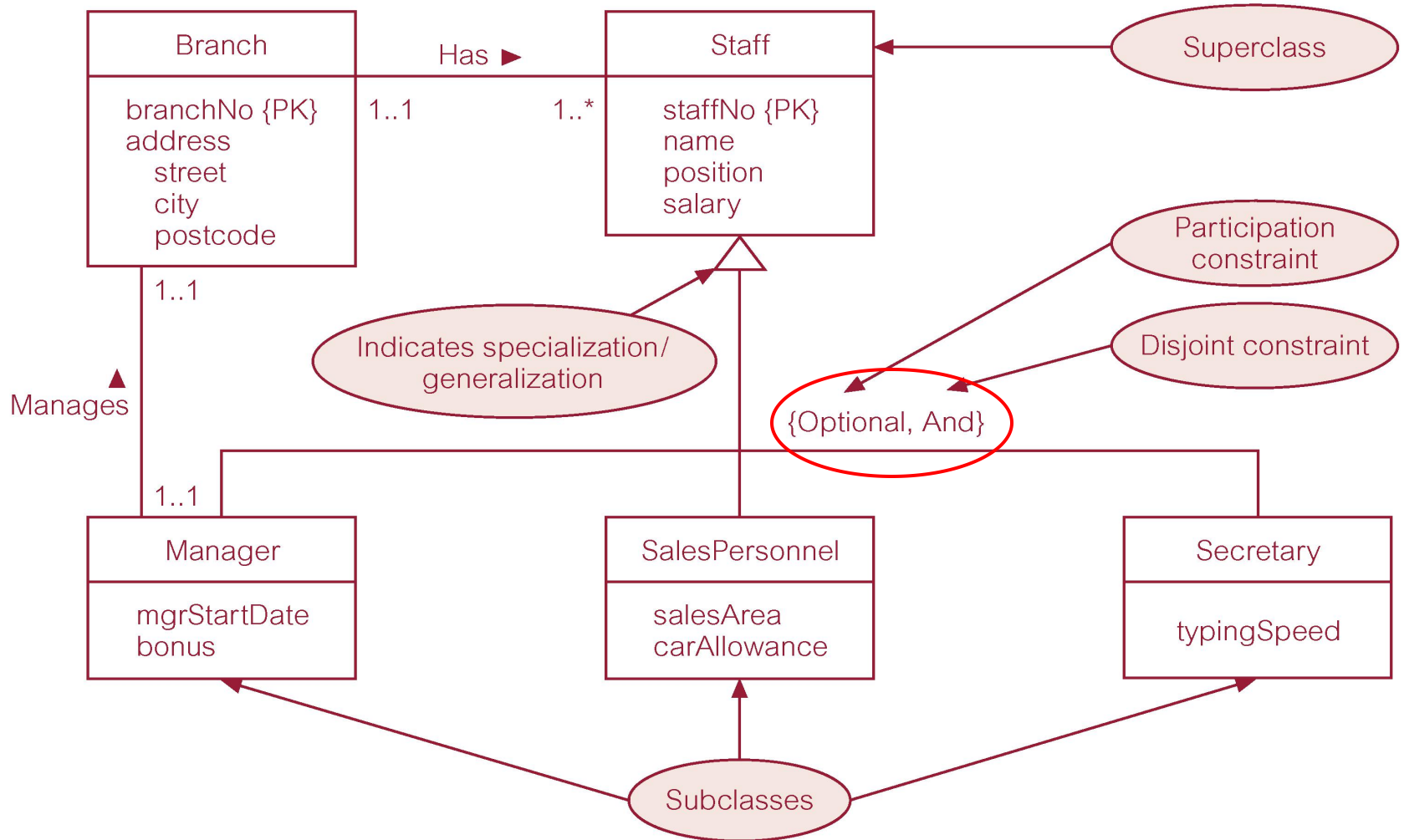
二、特殊化/概化

◆ 特殊化和概化中的参与约束和不相交约束是独立的，这就导致**四种类型的约束**：

- 强制不相交 (Mandatory, OR)
- 可选不相交 (Optional, OR)
- 强制**非**不相交 (Mandatory, AND)
- 可选**非**不相交 (Optional, AND)

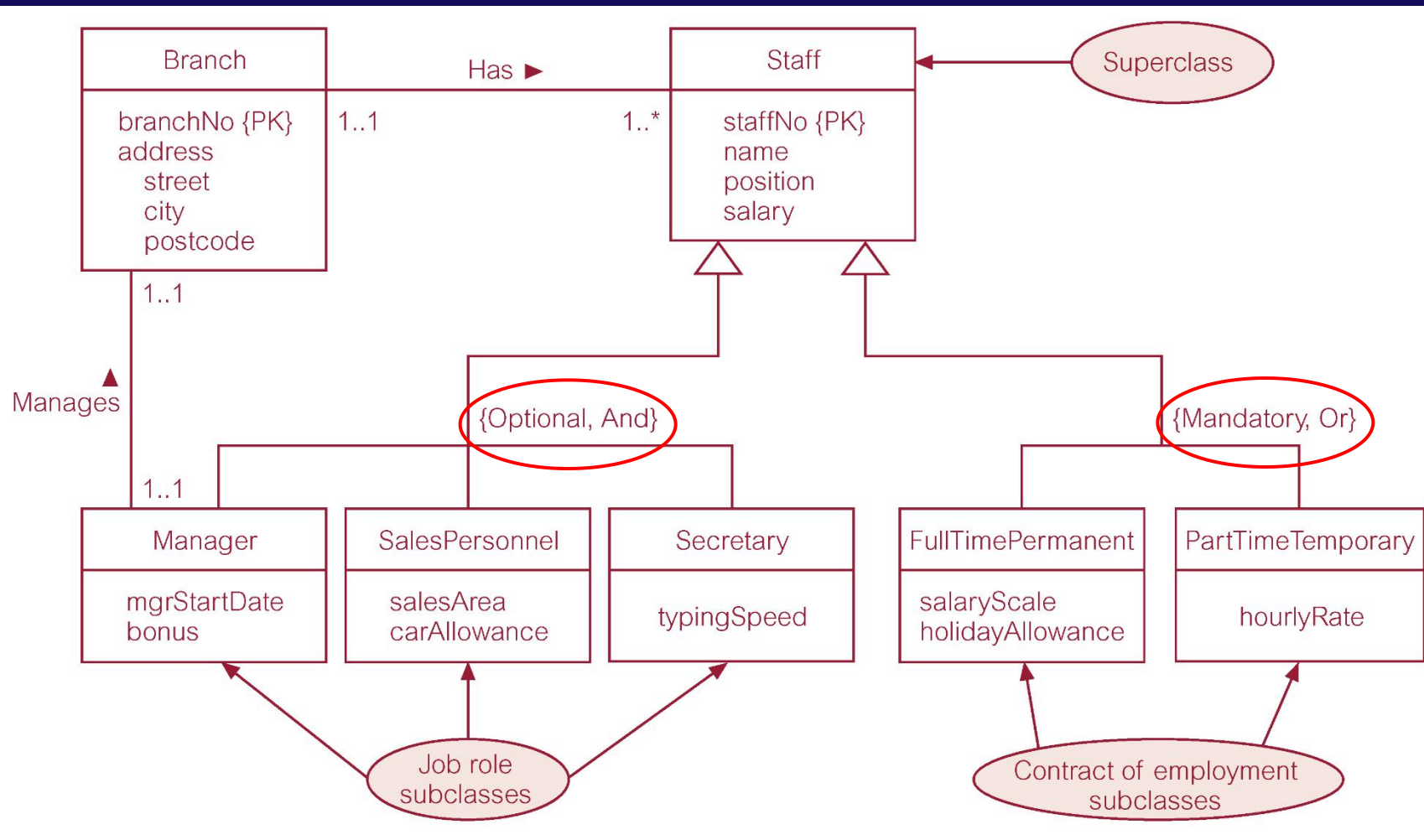
二、特殊化/概化

例1 (可选非不相交)



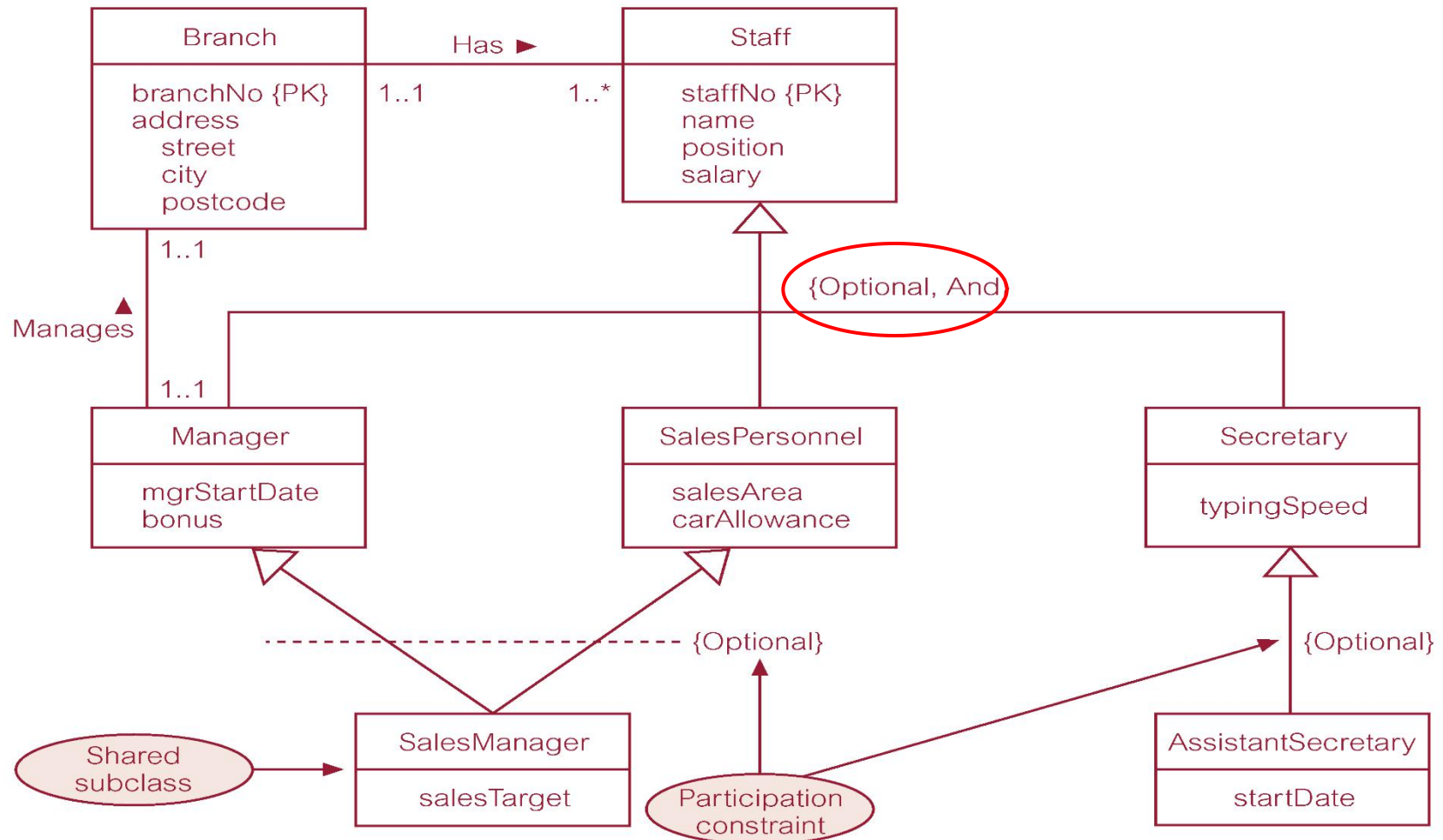
二、特殊化/概化

例2：（可选非不相交） / （强制不相交）



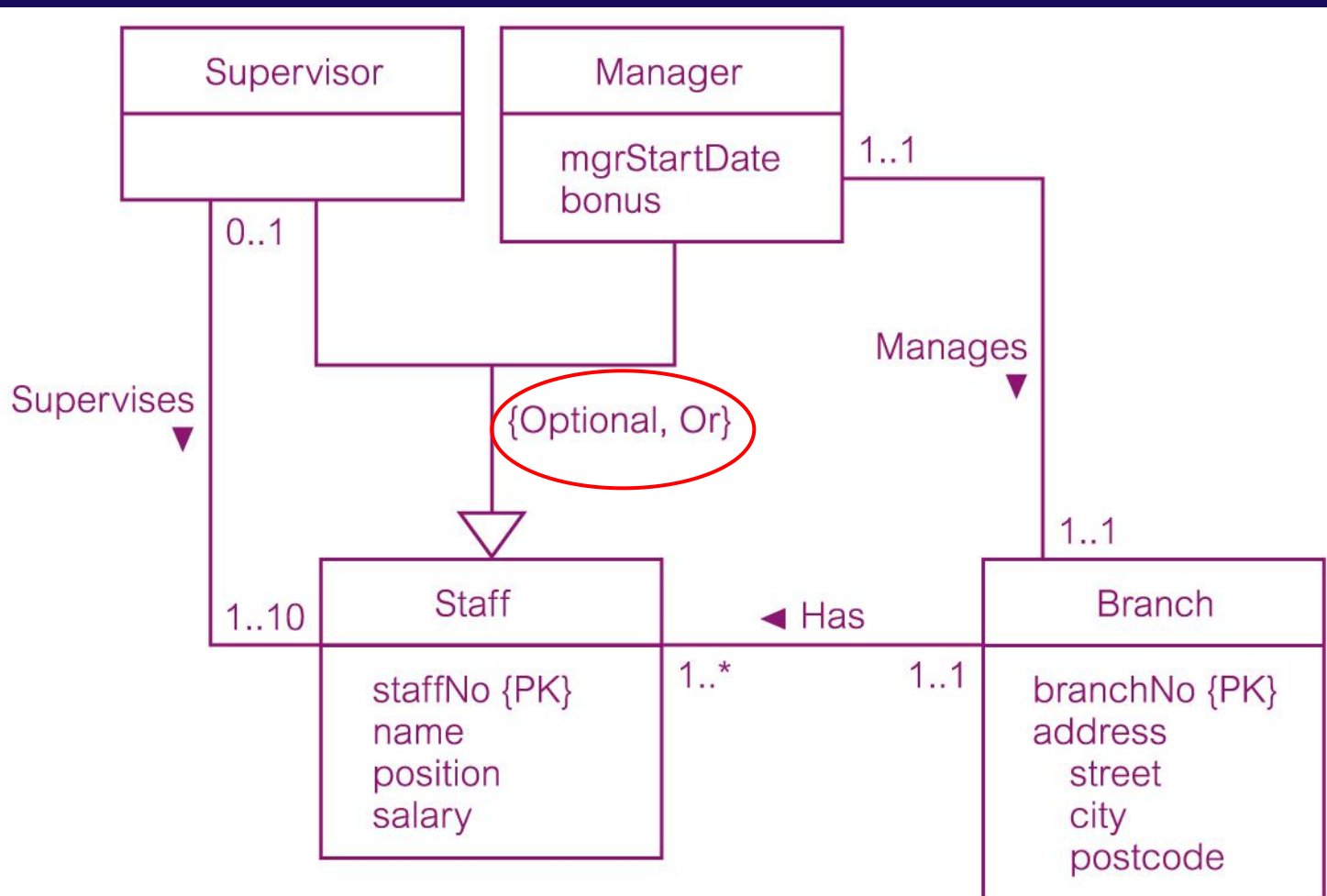
二、特殊化/概化

例3：(可选非相交)



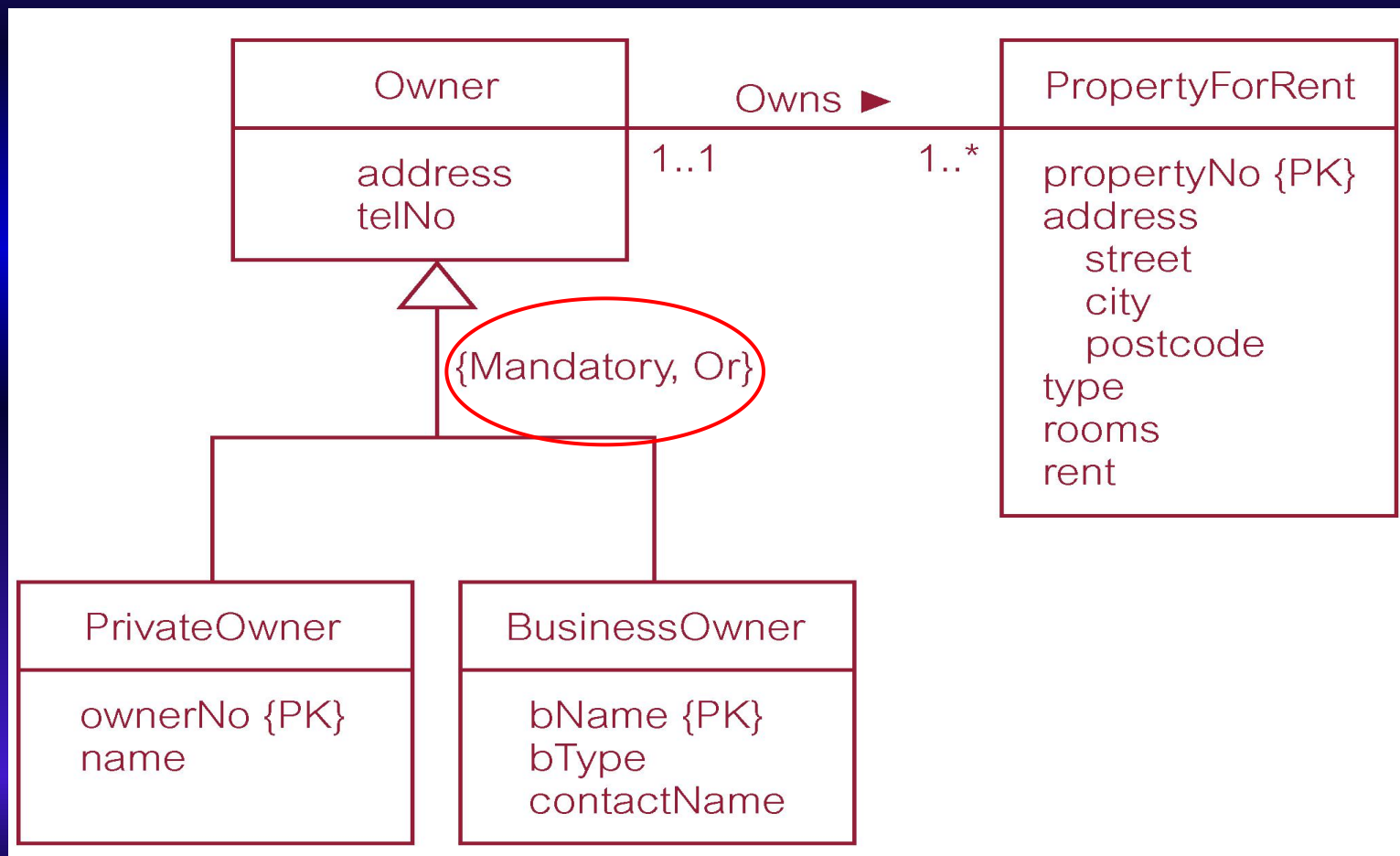
二、特殊化/概化

例4 (可选不相交)



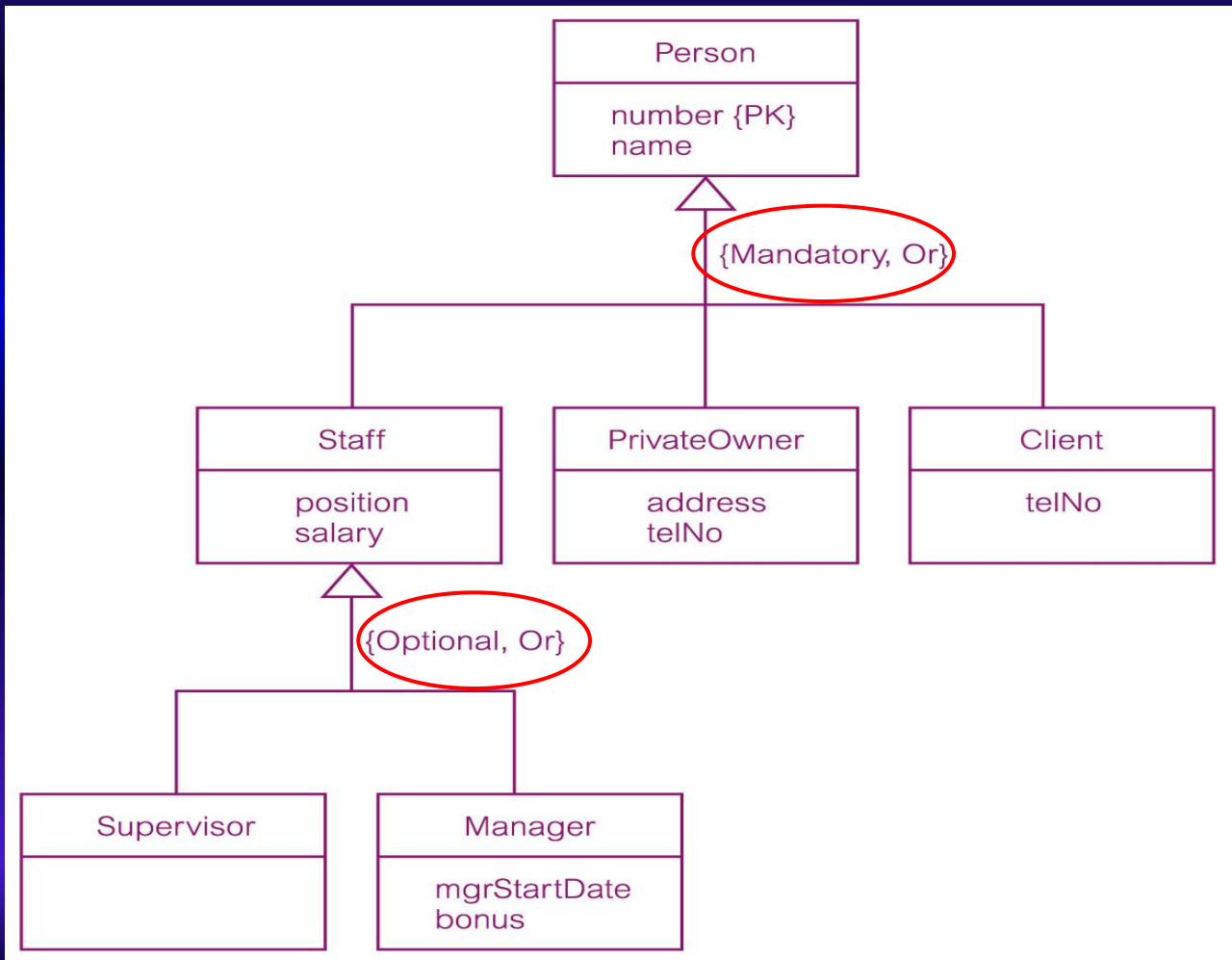
二、特殊化/概化

例5 (强制不相交)



二、特殊化/概化

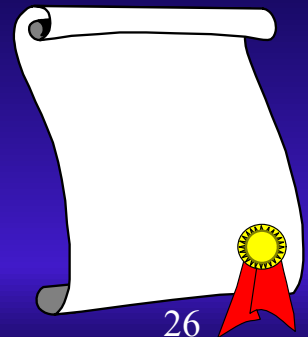
例6：（强制不相交） / （可选不相交）





本讲主要内容

- 一. 增强的ER模型 (EER)
- 二. 特殊化/概化
- 三. 聚合与组合
- 四. 将ER模型转换为关系模型
- 五. 可选的ER建模表示法





三、聚合与组合

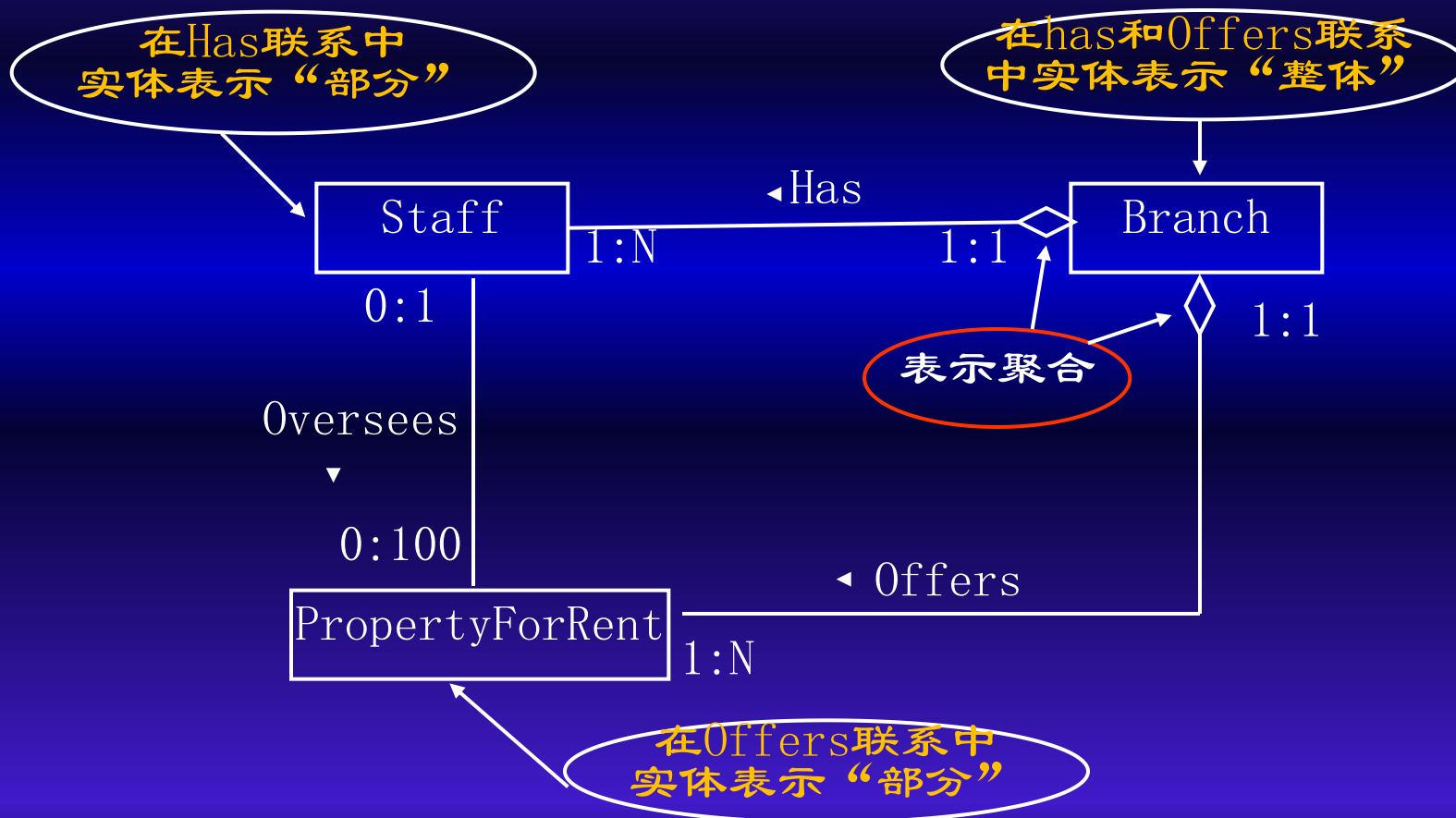
1、聚合 (aggregation)

表示实体类型之间的“具有” (has-a) 和“属于” (is-part-of) 联系，这些实体中有一个表示整体，其他的表示部分

比如：汽车和轮子两个实体类型，轮子实体是汽车实体的一部分。

三、聚合与组合

聚合示例：





三、聚合与组合

2、组合 (composition)

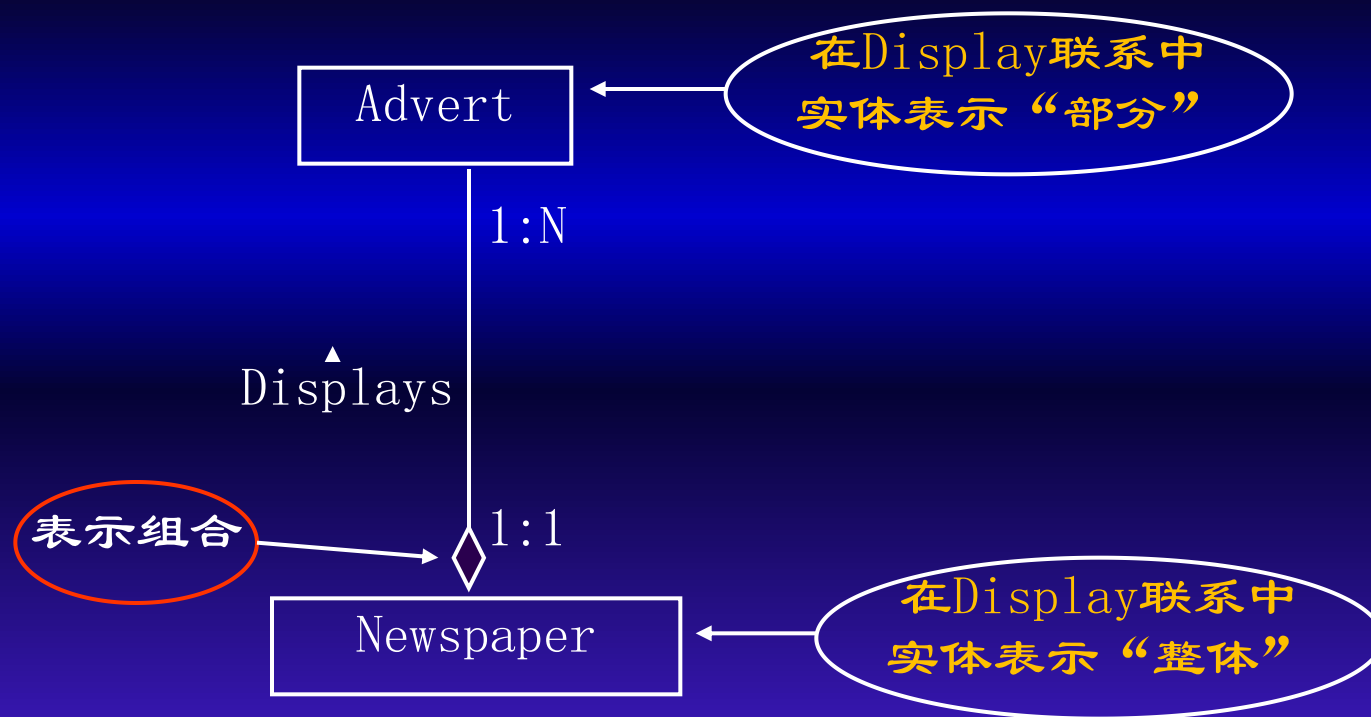
一种特殊形式的聚合，即“整体”对“部分”存在强拥有权，且两者具有一致的生存期

在组合中，“整体”负责管理和控制部分，这意味着组合必须控制它的部分的创建和销毁

比如：楼房和房间两个实体类型，楼房实体被破坏则楼房实体不能存在。

三、聚合与组合

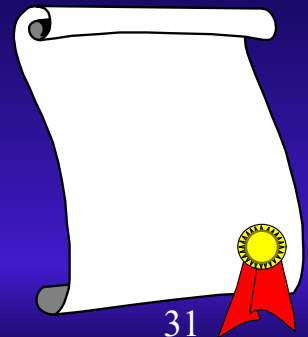
组合示例：





本讲主要内容

- 一. 增强的ER模型 (EER)
- 二. 特殊化/概化
- 三. 聚合与组合
- 四. 将ER模型转换为关系模型*
- 五. 可选的ER建模表示法





四、将ER模型转换为关系模型

(参见教材P206-215)

1、ER结构与关系结构的主要差异

- ◆ 在关系模式中，ER结构中的联系通过主键和外键隐含地表示
- ◆ 在关系模式中，关系的属性不能是多值属性或复合属性。
 - 复合属性用简单的组成属性替换，
 - 多值属性用单独一个关系来表示



四、将ER模型转换为关系模型

2、ER结构与关系结构的对应关系

ER结构	关系结构
实体	表
1:1or1:N联系	外键
M: N联系	联系表和两个外键
n元联系	联系表和n个外键
简单属性	列
复合属性	组成复合属性的简单属性集
多值属性	表和外键
值集	域
关键字属性	主键



四、将ER模型转换为关系模型

3、将ER模型转换为关系模型9步算法

- ◆ Step 1 – 强实体的转换
- ◆ Step 2 – 仅参与一个1:1联系的弱实体的转换
- ◆ Step 3 – 参与1:N或M:N联系的弱实体的转换
- ◆ Step 4 – 1:1 的联系转换
- ◆ Step 5 – 1:N 的联系转换
- ◆ Step 6 – N元联系（包括N:M 的联系）的转换
- ◆ Step 7 – 多值属性的转换
- ◆ Step 8 – 子类不相交的超类/子类联系的转换
- ◆ Step 9 – 子类相交的超类/子类联系的转换



四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step 1 -- 将强实体转换为一张表，单值属性转换为表的列

将E-R图中的每一个强实体映射到关系数据库中的一个表

- ◇ 用实体名来命名这个表。
- ◇ 表的列代表了连接到实体的所有简单单值属性（可能是通过复合属性连接到实体的，但复合属性本身并不变成表的列）；
- ◇ 实体的候选关键字映射为该表的候选键；
- ◇ 实体的主关键字映射为该表的主键；
- ◇ 实体实例映射为表的行。



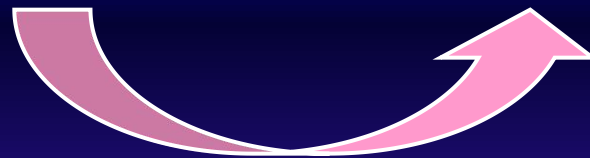
四、将ER模型转换为关系模型

例如：将强实体和属性转换为关系

Student
sid{PK}
student_name
lname
fname
midinitial

students

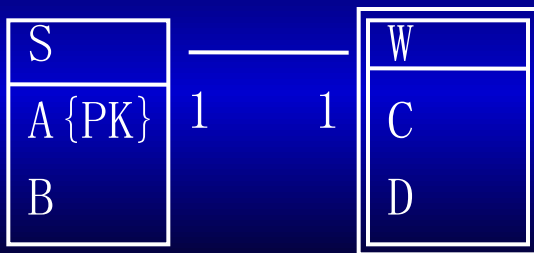
<u>sid</u>	lname	fname	midinitial





四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step two -- 将仅参与一个1:1联系的弱实体W中的所有属性加入到强实体的对应的表属性中，得到一张新表T。



T

<u>A</u>	B	C	D

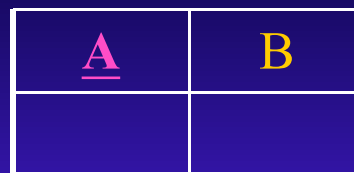
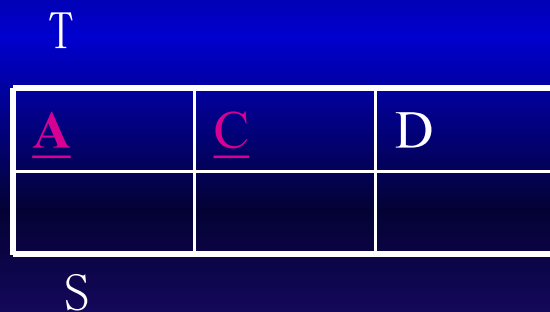
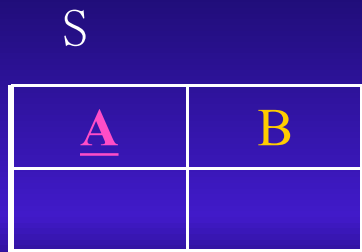
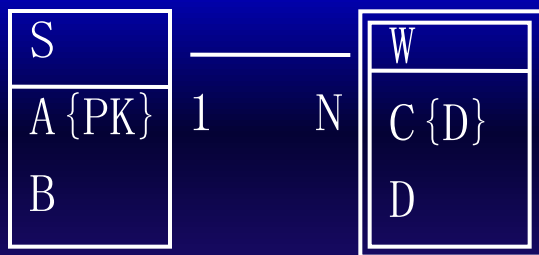
S

<u>A</u>	B



四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step three -- 将参与一个1:N 联系的弱实体W，转换为一张表T，表中包括弱实体的所有的单值属性或复合属性的组成属性。T的主键=W的主关键字+S的分辨符(Discriminator)

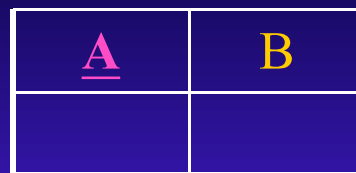
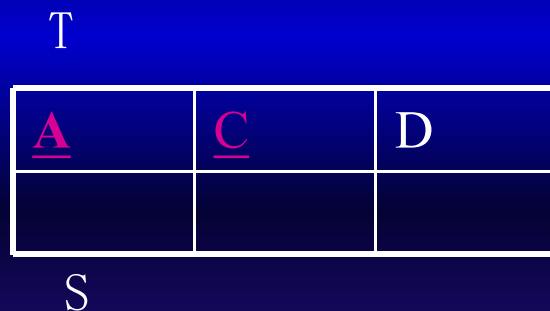
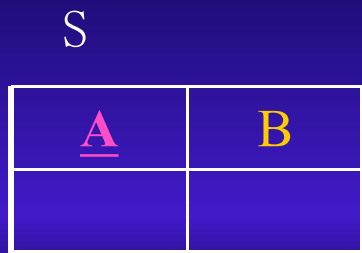
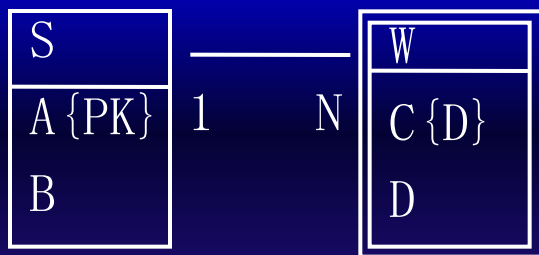


四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step three -- 将参与一个1:N或M:N或多个联系的弱实体W，转换为一张表T，表中包括弱实体的所有的单值属性或复合属性的组成属性。

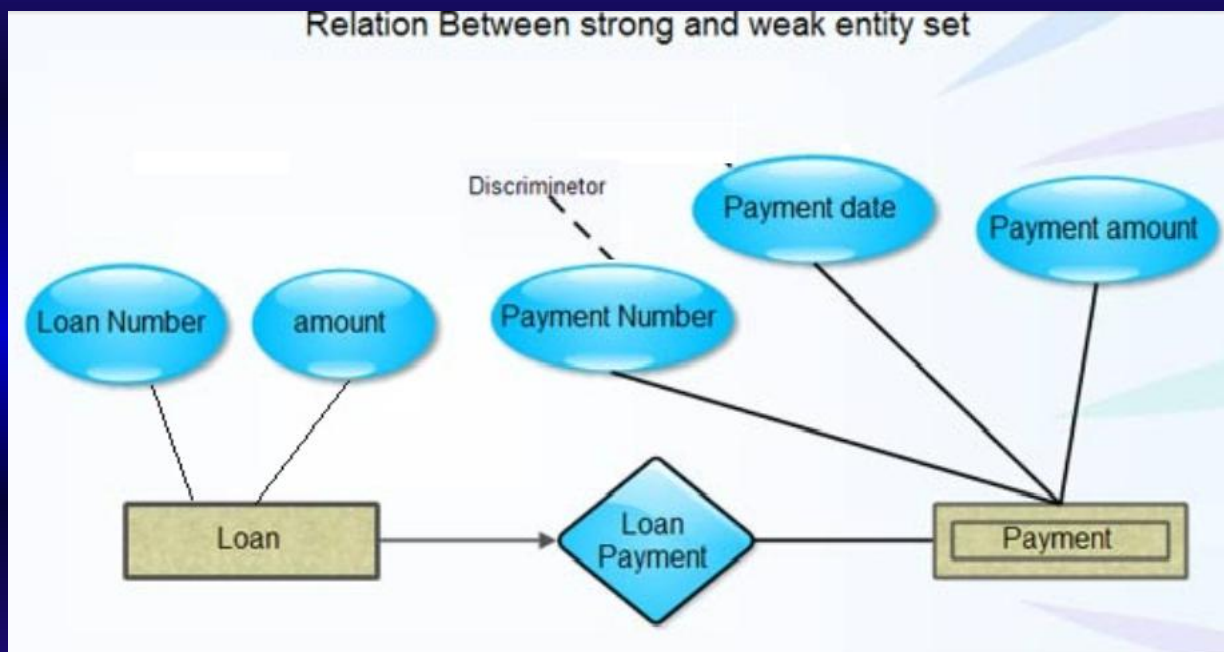
- 若强实体与弱实体S之间是1:N联系，

则 T 的主键 = W 的主关键字 + S 的分辨符 (Discriminator)



四、将ER模型转换为关系模型

1: N的例子

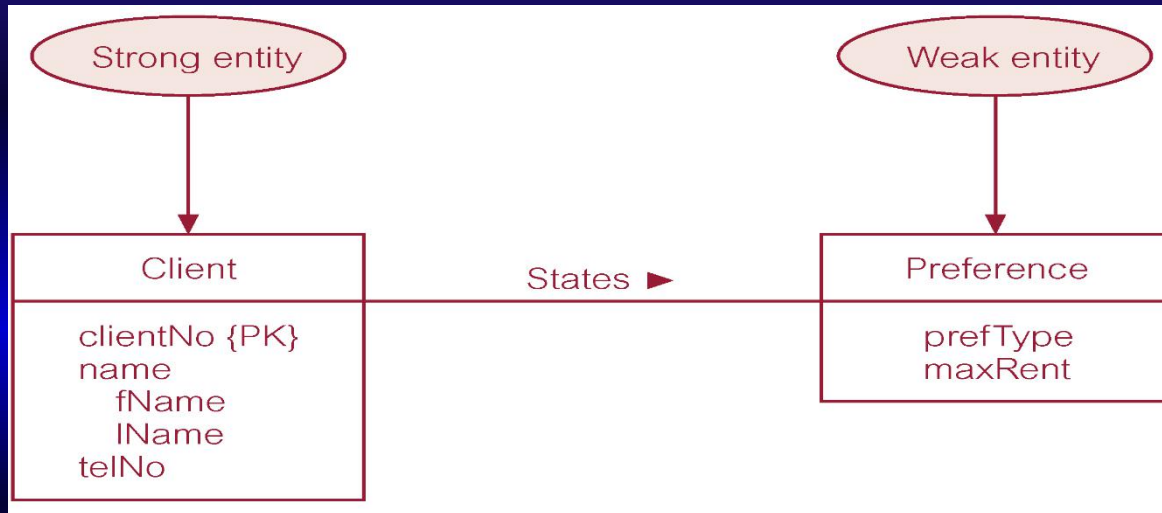


Loan(LoanNumber, Amount)

Payment(LoanNumber, PaymentNumber, Paymentdate ,
PaymentAmount) 外键 LoanNumber

四、将ER模型转换为关系模型

1: N的例子



Client(clientNo, fName, lName, telNo)
Primary Key clientNo

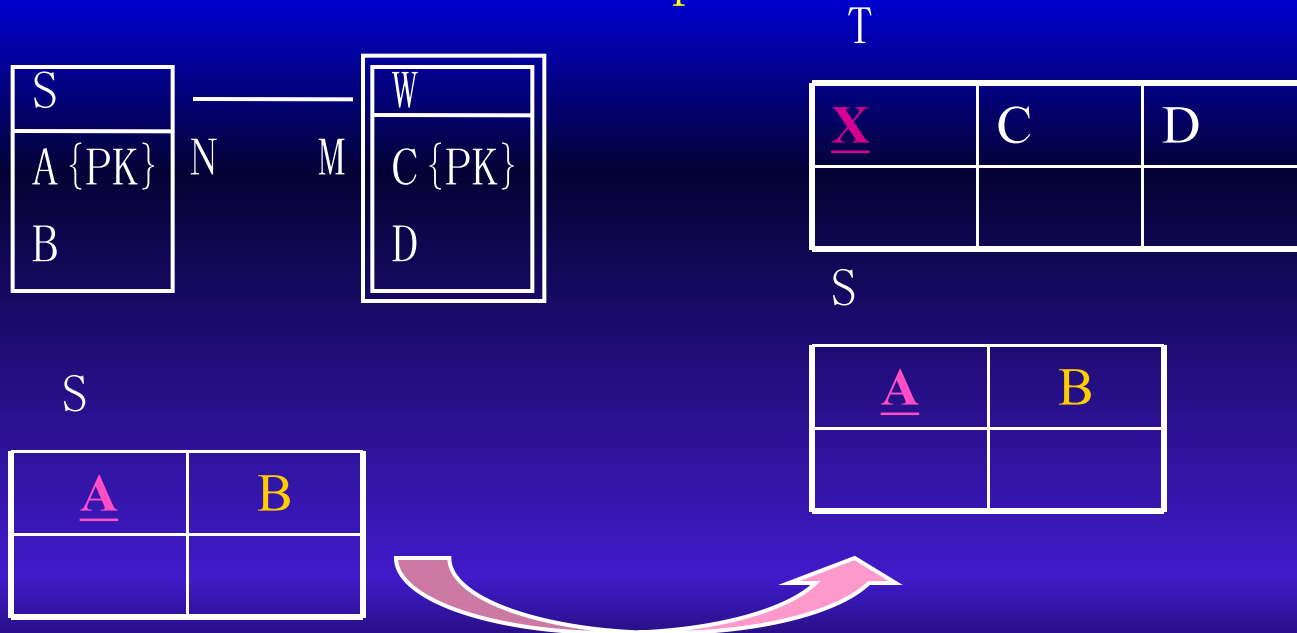
Preference (clientNo, prefType, maxRent)
Primary Key clientNo, prefType
Foreign Key clientNo References Client (clientNo)



四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step three -- 将参与一个1:N或M:N或多个联系的弱实体W，转换为一张表T，表中包括弱实体的所有的单值属性或复合属性的组成属性。

- 若弱实体与强实体S之间是M:N联系，
则T的主键 = 一个新创建的具有唯一值的属性X，
而实体间的联系在step 6 处理





四、将ER模型转换为关系模型

◆ Step four – 对于任意一个1:1联系，根据两个实体的参与特性，分为三种情况：

(1) 两方都强制参与

--- 将两个实体组合为一个关系T，然后将联系属性加入到关系T中

(2) 一方强制参与

--- 将可选方实体的主关键字作为强制方实体的关系的外部关键字，然后将联系属性加入到强制实体的关系中

(3) 两方都可选参与

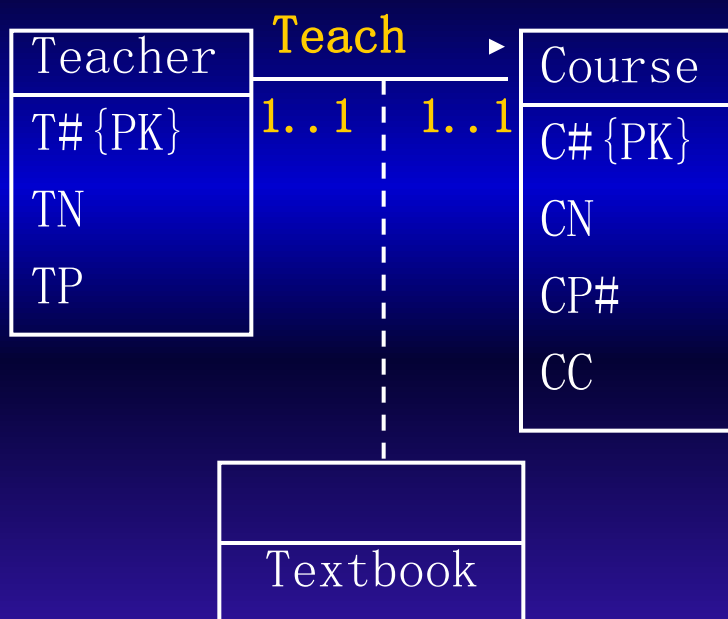
--- 若没有进一步的信息，可随意



四、将ER模型转换为关系模型

(1) 两方都强制参与

--- 将两个实体组合为一个关系



两个实体
对应的关系



Teacher (T#, TN, TP)
Course (C#, CN, CP#, CC)



增加联系

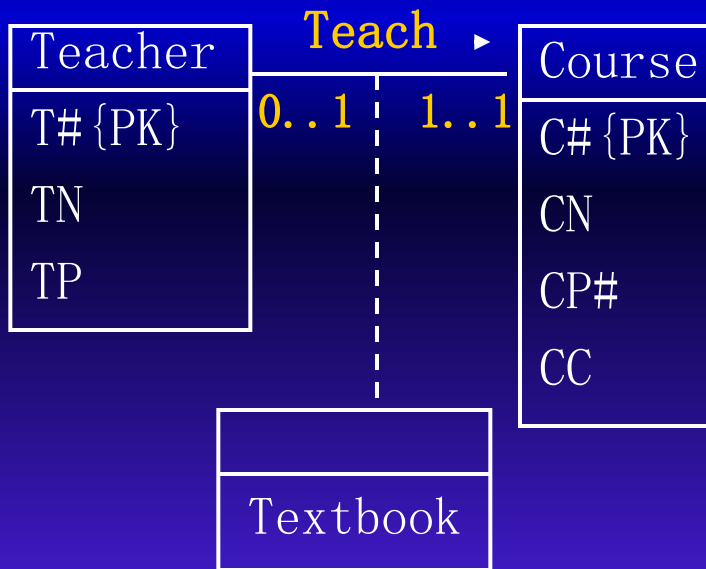
T_C (T#, TN, TP, C#, CN, CP#, CC, Teach)



四、将ER模型转换为关系模型

(2) 一方强制参与

—— 将**可选方实体**的主关键字作为**强制方实体**的关系的外部关键字, 然后将联系属性加入到强制实体的关系中



两个实体
对应的关系



Teacher (T#, TN, TP)
Course (C#, CN, CP#, CC)



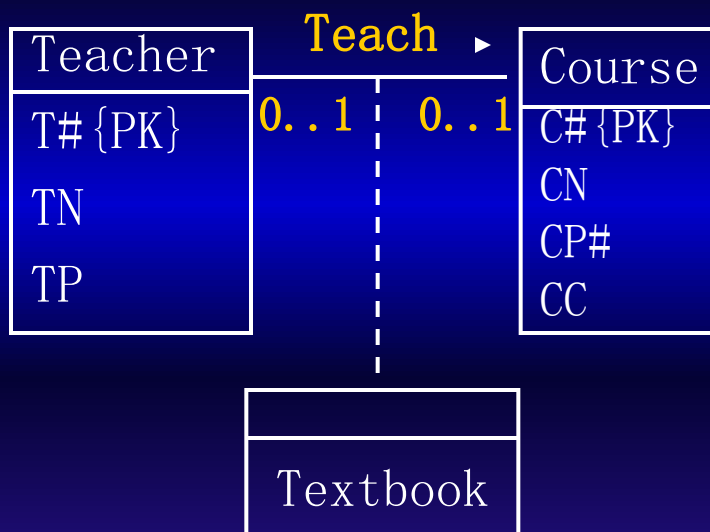
增加联系

Teacher (T#, **C#**, **Textbook**, TN, TP)
Foreign Key C# References Course (C#)
Course (C#, CN, CP#, CC)

四、将ER模型转换为关系模型

(3) 两方都可选参与

--- 若没有进一步的信息，可选任一可选实体当作强制实体，使用方法（2）转换



两个实体
对应的关系

Teacher (T#, TN, TP)
Course (C#, CN, CP#, CC)

Teacher (T#, TN, TP)
Course (C#, **T#**, **Textbook**, CN, CP#, CC)
Foreign Key T# References Teacher (T#)

OR

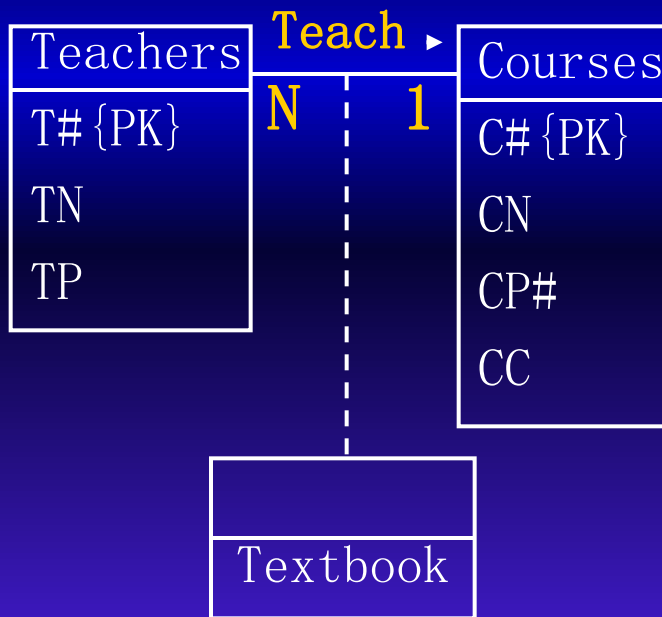
Teacher (T#, **C#**, **Textbook**, TN, TP)
Foreign Key C# References Course (C#)
Course (C#, CN, CP#, CC)

增加联系



四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step five -- 对于任意一个1:N联系，一方实体的主关键字作为多方实体关系的外部关键字，该联系的任何属性也安排在多方



Teachers (T#, TN, TP)
Courses (C#, CN, CP#, CC)



Teachers (T#, **C#**, TN, TP, **Textbook**)
Foreign Key C# References Course (C#)
Courses (C#, CN, CP#, CC)



四、将ER模型转换为关系模型

例如：



Staff (staffNo)

Primary Key staffNo

PropertyForRent (propertyNo)

Primary Key propertyNo

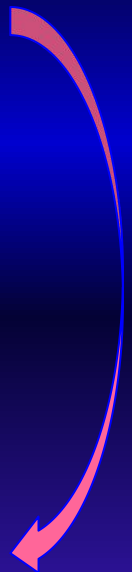
Staff (staffNo)

Primary Key staffNo

PropertyForRent (propertyNo, staffNo)

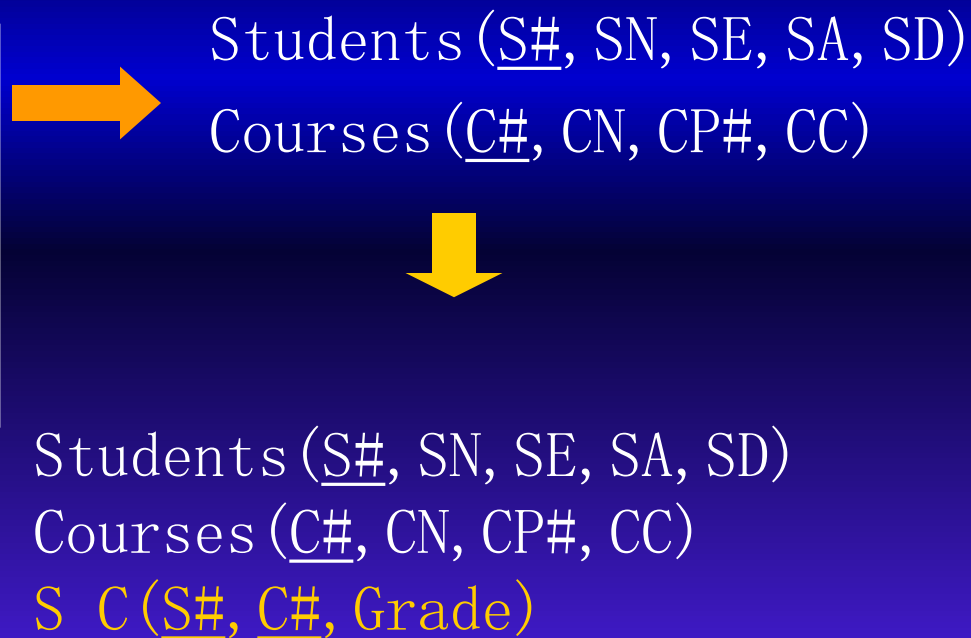
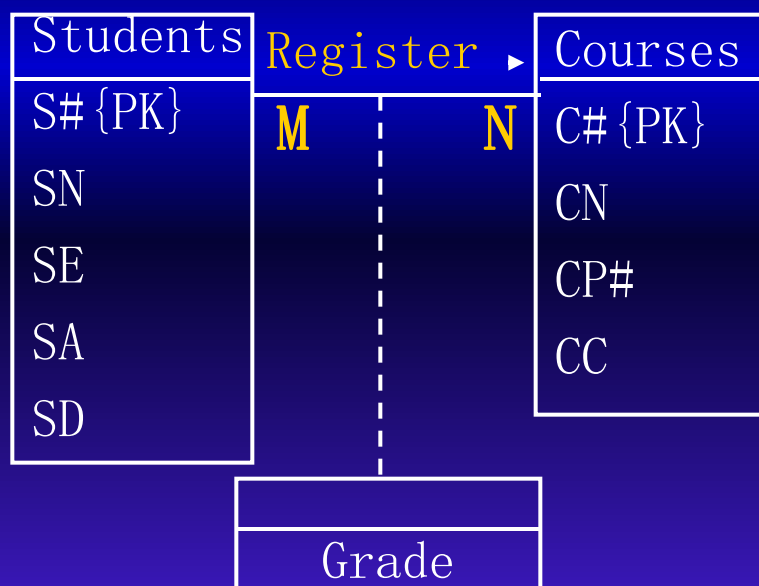
Primary Key propertyNo

Foreign Key staffNo References Staff (staffNo)



四、将ER模型转换为关系模型

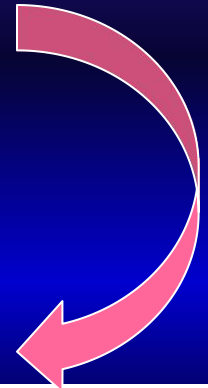
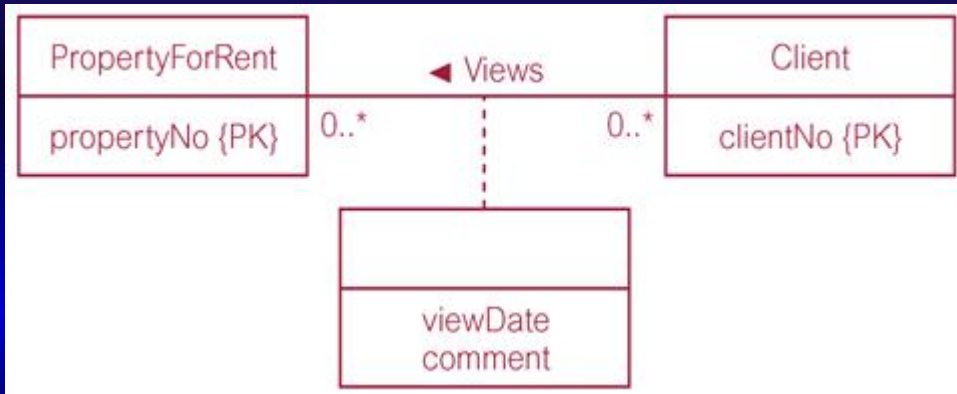
- ◆ Step six -- 对于任意一个M:N联系或N元联系，生成一个表示该联系的关系R，关系R包含该联系的所有属性以及作为R的外部关键字出现的所有属主实体的主关键字





四、将ER模型转换为关系模型

示例：M:N联系



Client (clientNo, fName, lName, telNo, prefType, maxRent, staffNo)

PropertyForRent (propertyNo, street, city, postcode, type, rooms, rent)

Primary Key clientNo Foreign Key staffNo references Staff(staffNo)

Primary Key propertyNo

Viewing (clientNo, propertyNo, dateView, comment)

Primary Key clientNo, propertyNo

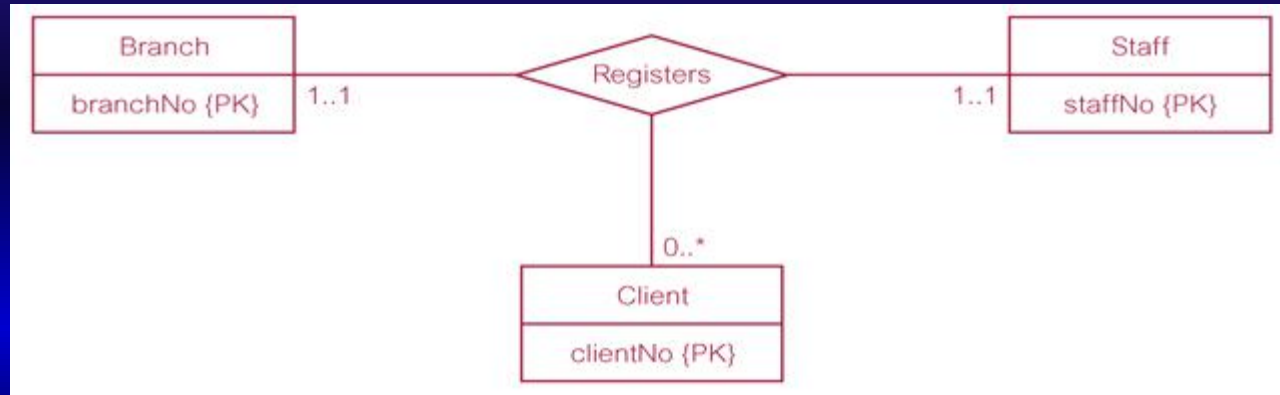
Foreign Key clientNo references Client(clientNo)

Foreign Key propertyNo references PropertyForRent(propertyNo)



四、将ER模型转换为关系模型

示例：N元联系



Staff (staffNo, fName, lName, position, sex, DOB, supervisorStaffNo)

Primary Key staffNo

Foreign Key supervisorStaffNo **references** Staff(staffNo)

Branch (branchNo, street, city, postcode)

Primary Key branchNo

Client (clientNo, fName, lName, telNo, prefType, maxRent, staffNo)

Primary Key clientNo

Foreign Key staffNo **references** Staff(staffNo)

Registration (clientNo, branchNo, staffNo, dateJoined)

Primary Key clientNo, branchNo, staffNo

Foreign Key branchNo **references** Branch(branchNo)

Foreign Key clientNo **references** Client(clientNo)

Foreign Key staffNo **references** Staff(staffNo)



四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step seven – 将多值属性生成为一个表示该属性的关系，并把该属性的属主实体的主关键字作为该关系的外部关键字

employees
eid {PK}
emp_address
Staddress
City
State
Zipcode
hobbies [1..5]

employees

<u>eid</u>	staddress	city	state	zipcode

hobbies

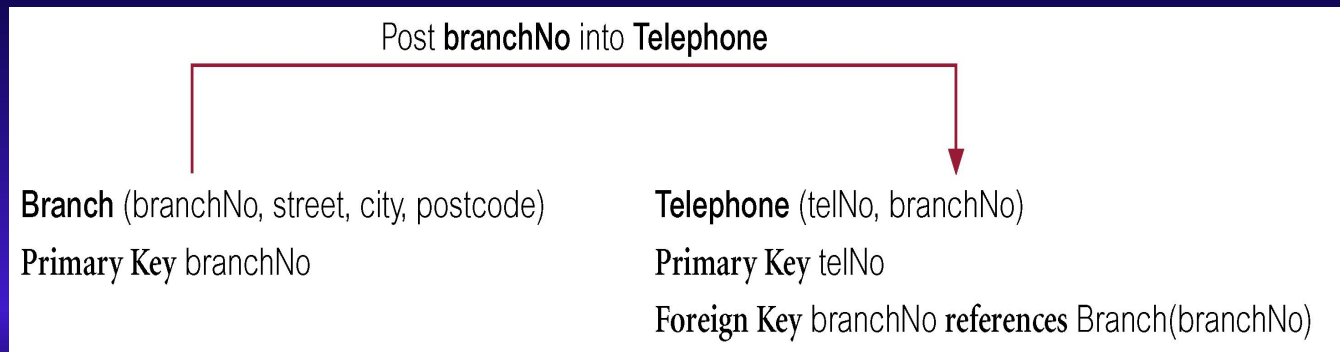
<u>eid</u>	<u>hobby</u>





四、将ER模型转换为关系模型

示例：





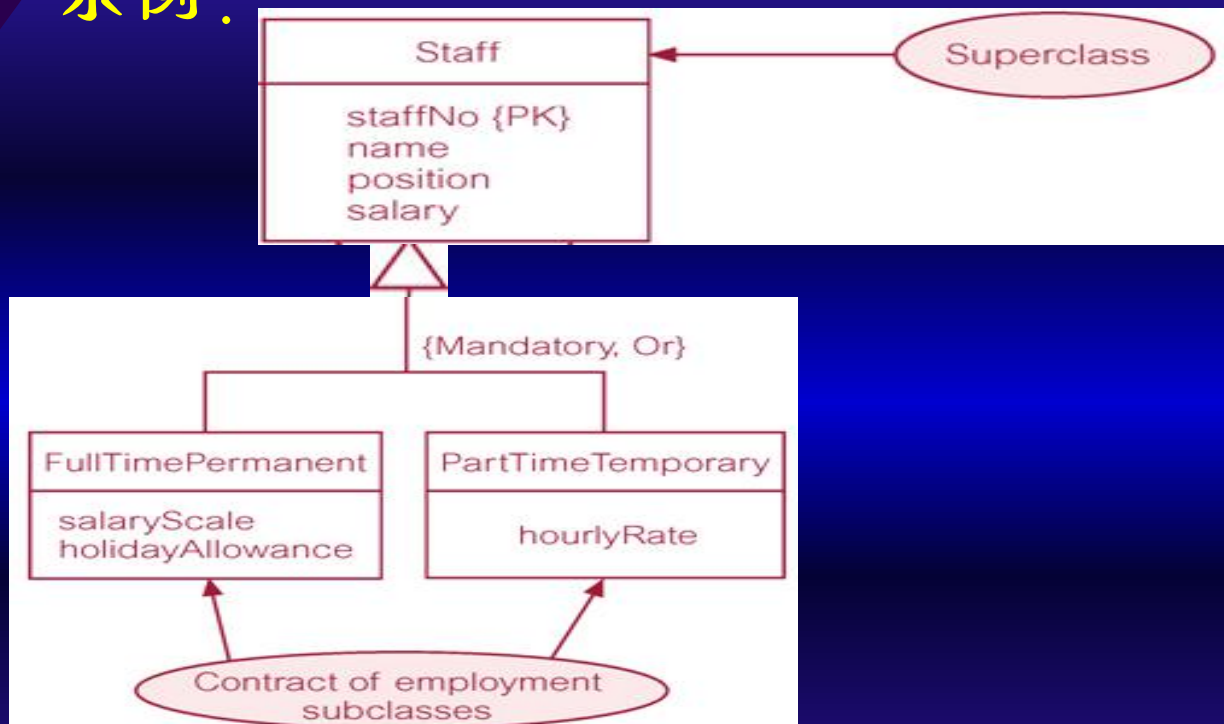
四、将ER模型转换为关系模型

- ◆ Step eight – 对于每个具有**强制参与且不相交子类的超类/子类联系**-- {Mandatory, Or}
 - 对于每个子类 S_i ，创建一个新表 T_i ；
 - 将超类的简单属性和复合属性的简单组合属性放入 T_i 的属性集中；
 - 将 S_i 的简单属性和复合属性的简单组合属性放入 T_i 的属性集中；
 - 标识主键和候选键。

超类不创建表，各组合的超类/子类一个表

四、将ER模型转换为关系模型

示例：



FullTimePermanent (staffNo, name, position, salary, salaryScale, holidayAllowance)
Primary Key staffNo

PartTimeTemporary (staffNo, name, position, salary, hourlyRate)
Primary Key staffNo



四、将ER模型转换为关系模型

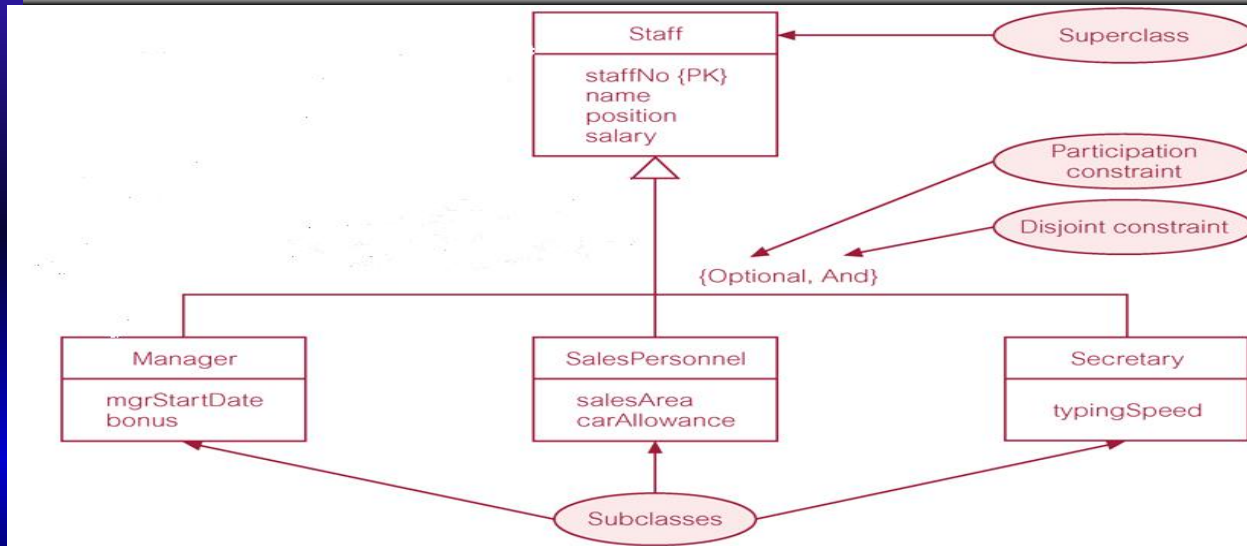
◆ Step nine – 对于每个具有相交子类或可选参与且不相交子类的超类/子类联系

- 对于超类，创建一个新表 0 ；
- 将超类的简单属性和复合属性的简单组合属性放入 0 的属性集中；
- 标识 0 的主键和候选键；
- 对于每个子类 S_i ，创建一个新表 T_i ；
- 将 S_i 的简单属性和复合属性的简单组合属性放入 T_i 的属性集中；
- 将 0 的主键放入 T_i 的属性集中，作为 T_i 的外键

超类创建一个表，各子类一个表

四、将ER模型转换为关系模型

例：



Staff (staffNo, name, position, salary)

Primary Key staffNo

Manager (managerNo, mgrStartDate, bonus, staffNo)

Primary Key managerNo

Foreign Key staffNo References Staff (staffNo)

SalesPersonnel (salesPersonnelNo, salesArea, carAllowance, staffNo)

Primary Key salesPersonnelNo

Foreign Key staffNo References Staff (staffNo)

Secretary (secretaryNo, typingSpeed, staffNo)

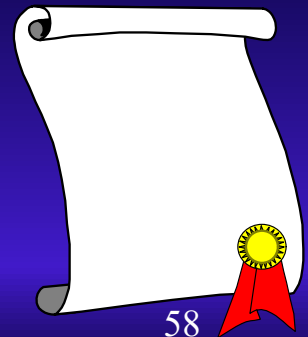
Primary Key secretaryNo

Foreign Key staffNo References Staff (staffNo)



本讲主要内容

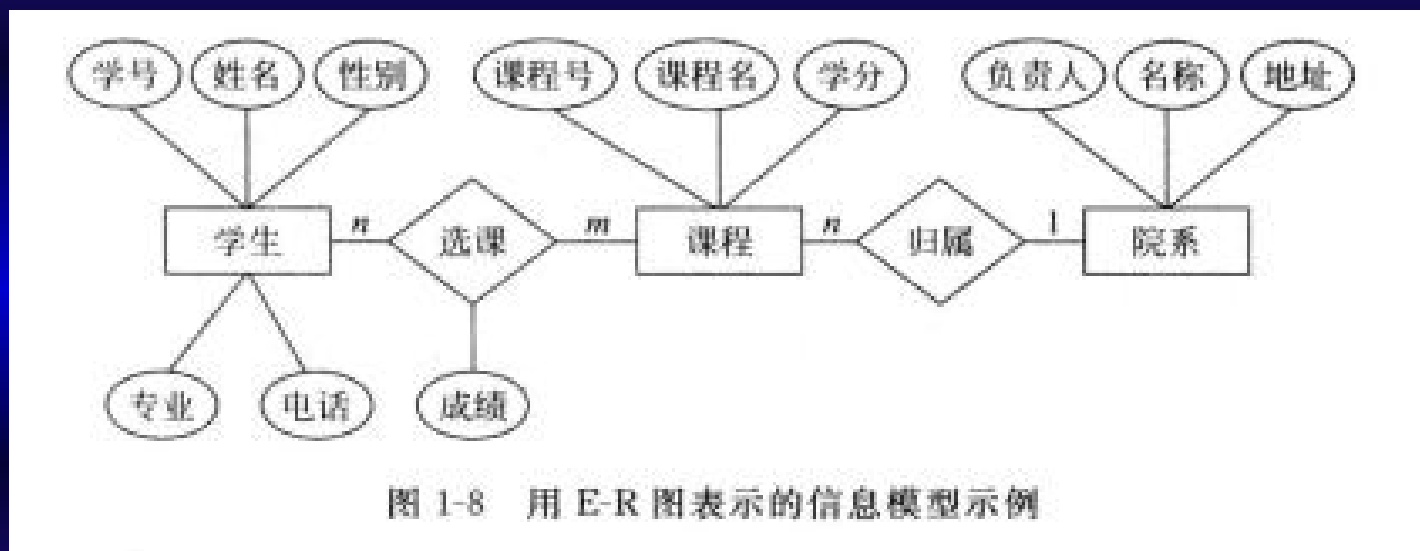
- 一. 增强的ER模型 (EER)
- 二. 特殊化/概化
- 三. 聚合与组合
- 四. 将ER模型转换为关系模型
- 五. 可选的ER建模表示法





五、可选的ER建模表示法

◆ 使用Chen表示法的ER建模



◆ 使用Crow Feet表示法的ER建模



Questions?





本讲主要目标



学完本讲后，你应该能够了解：

- 1、ER模型的局限性和增强的ER模型的三个最有用的建模概念：特殊化 / 概化、聚合和组合；
- 2、特殊化是通过识别实体成员的区别特征来最大化实体成员之间差异的过程；
- 3、概化是通过识别实体的共同特征来最小化实体之间差异的过程；
- 4、特殊化/概化过程；特殊化/概化上的两类约束—参与约束和不相交约束；特殊化/概化的图形化表示；
- 5、将ER模型转换为关系模型的转换规则
- 6、可选的ER建模表示法。



问题讨论

- 1、1:1或1:N的二元联系是否也可以转换为独立的关系？
- 2、如何将一元联系转换为关系？





练习

教材：《数据库系统原理教程》（第2版）

P228

1) 7

