



UNIT 14 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模型由实体、属性和联系三个因素构成；
- 2、实体、属性和联系的一些术语：实体类型、实体实例、单值属性、多值属性、复合属性、导出属性、主关键字、候选关键字、复合关键字、联系类型、联系实例、联系属性、联系类型的度、递归联系，以及它们的图形化标识方法；
- 3、属性的基数、弱实体、强实体的概念；
- 4、ER模型的结构化约束是指参与一个联系的实体类型上存在的约束，二元联系通常分为一对一、一对多、多对多三种联系；
- 5、ER模型的不正确使用可能产生一些问题：连接陷阱、扇形陷阱、深坑陷阱。

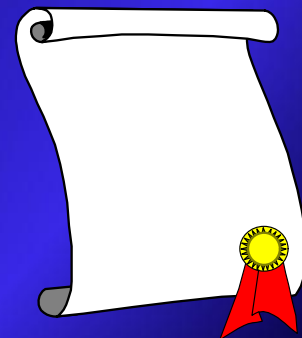


本讲主要内容

- 一. 为什么需要ER模型 (图)
- 二. ER模型的基本概念
- 三. 弱实体类型和强实体类型
- 四. 结构化约束
- 五. ER模型的问题

(参见教材P10-13)

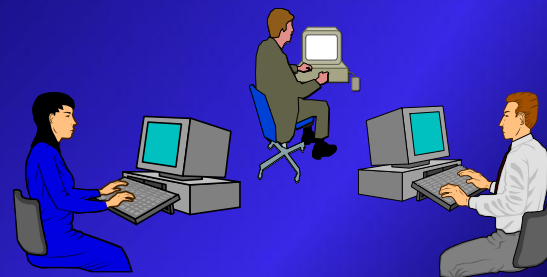
(参见教材P207-215)



一、为什么需要ER模型（图）

◆现实世界是复杂的

如何将现实世界的不规则的手工信息处理方式转换为规则的计算机信息处理方式？



一、为什么需要ER模型（图）

◆隔行如隔山及自然语言的多义性



一、为什么需要ER模型（图）

◆多层建模（概念模型, 关系模型）

需要一个简明易懂、
无二义性且能描述
信息处理现状的语
言（概念模型）

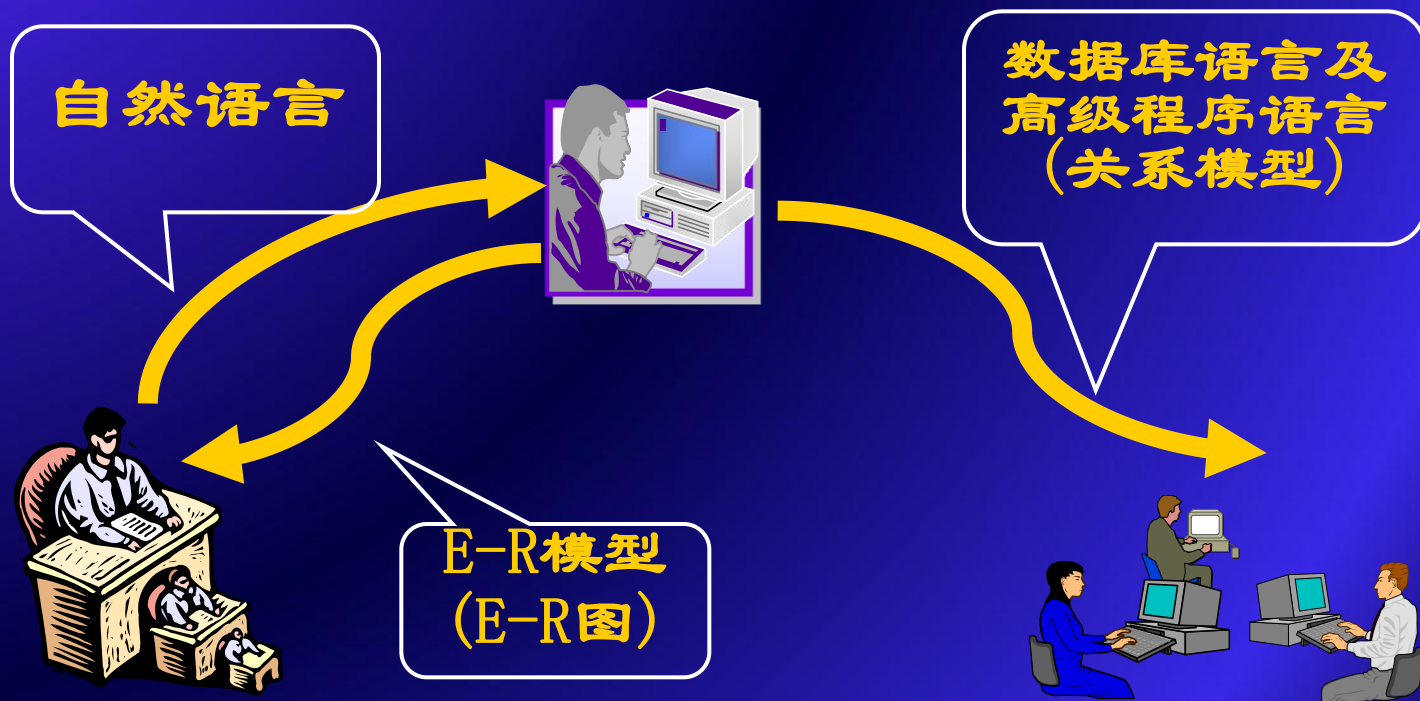


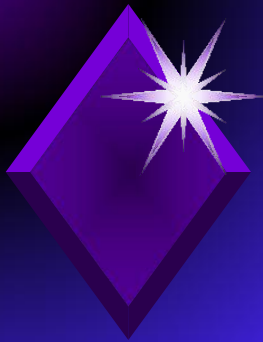
数据库语言及
高级程序语言
（关系模型）



一、为什么需要ER模型（图）

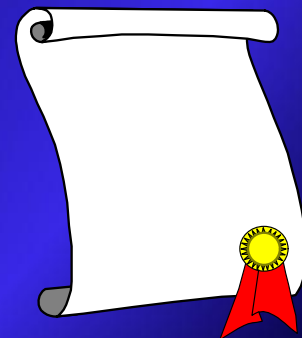
◆ E-R模型作为概念模型

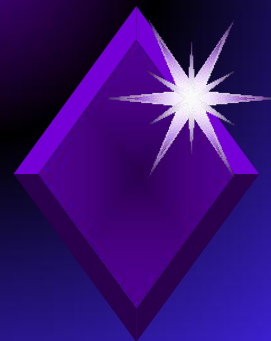




本讲主要内容

- 一. 为什么需要ER模型 (图)
- 二. ER模型的基本概念
- 三. 弱实体类型和强实体类型
- 四. 结构化约束
- 五. ER模型的问题





二、ER模型的基本概念

1、现实世界与ER模型的概念对应

现实世界

E-R模型

关系模型

事物



实体



关系

特征



属性



属性

联系



联系



关系





二、ER模型的基本概念

2、实体类型（参见P10）

◆ 实体类型 (entity type)

—— 一组具有相同属性的对象，这些对象能独立存在

◆ 实体实例 (entity instance/occurrence)

—— 对应于实体类型下的一个取值，实体实例是可区别的



二、ER模型的基本概念

◆ 实体类型可以是物理上的，也可以是概念上的

Physical existence

Staff	Part
Property	Supplier
Customer	Product

Conceptual existence

Viewing	Sale
Inspection	Work experience



二、ER模型的基本概念

例如：

学生是一个实体类型，它由学生集合{学生1，学生2，...，学生n}构成；

每一个学生，如学生i，是学生实体的一个实体实例；

为了描述学生的特征，并使每一个学生实例能相互区别，可以用（学号，姓名，性别，年龄，所属系）这个属性集描述学生，这个属性集就是学生的实体类型。



二、ER模型的基本概念

3、属性

◆属性中几个基本概念：

属性 (attribute)

—— 实体类型或联系类型所具有的某一特性

属性域 (attribute domain)

—— 单个属性或多个属性所允许的值的集合

简单属性 (simple attribute)

—— 由单个部分组成的属性，可独立地存在

复合属性 (composite/component attribute)

—— 共同描述一个性质的一组简单属性



二、ER模型的基本概念

◆属性的类型：

单值属性 (single-valued attribute)

—— 在一个实体实例中只有单独一个值

多值属性 (multi-valued attribute)

—— 在一个实体实例中可以取多个值的属性

导出属性 (derived attribute)

—— 由相关的一个属性或一组属性的值导出，
在同一个实体类型中该属性并不是必要的



二、ER模型的基本概念

◆属性作为关键字的类型：

候选关键字 (candidate key)

—— 能唯一标识每个**实体实例**的最小属性组

主关键字 (primary key)

—— 实体类型中被选来唯一标识每个实体实例的候选关键字

复合关键字 (composite key)

—— 包括二个或更多属性的候选关键字



二、ER模型的基本概念

例如：

对于雇员实体，使用属性：雇员号、爱好和地址来描述，其中：

每一个雇员有唯一的**雇员号标识**，是**候选关键字**；且**雇员号**可选作**主关键字**；

属性地址由邮政编码、州、城市和门牌号码这样一组属性来共同描述，因此，**地址是复合属性**；

一个雇员有多个爱好和兴趣，属性**爱好是多值属性**。



二、ER模型的基本概念

4、联系类型

联系类型 (relationship type)

—— 实体类型间的一组有意义的关联

联系实例 (relationship occurrence)

—— 一个可唯一标识的关联，涉及参与该联系
的每个实体类型的一个实例

联系类型的度 (degree of a relationship type)

—— 参与联系的实体类型的个数。度为2的联系
称为二元联系；度为3的称为三元联系；度为3
或更高的联系，称为多元联系

递归联系 (recursive relationship)

—— 是这样一种联系类型，其同一个实体类型
参与的次数大于1，并且每次参与具有不同角色。
递归联系也称为一元联系

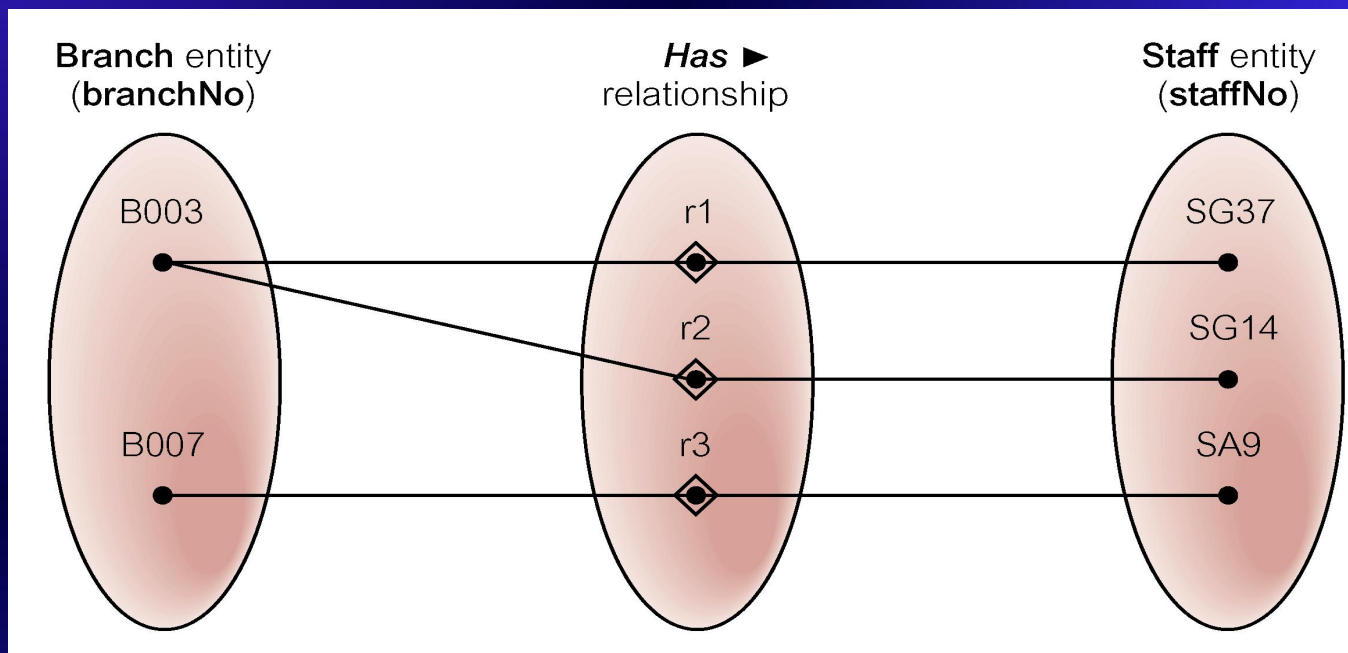


二、ER模型的基本概念

联系类型举例

例：一个称为Has的联系类型，表示Branch实体和Staff实体之间的一种关联。

表示Has联系类型的语义网：





二、ER模型的基本概念

5、简单E-R图

➤ 实体类型的图形化表示

- 每个**实体类型**都用一个矩形表示，在矩形里面标有该实体类型的名字，名字通常用名词。

Staff

Branch

- 每个**联系类型**都表现为连接相关实体类型的一条线，在线上标明该联系的名字。通常用一个动词或动词短语
- **例：二元联系Has**



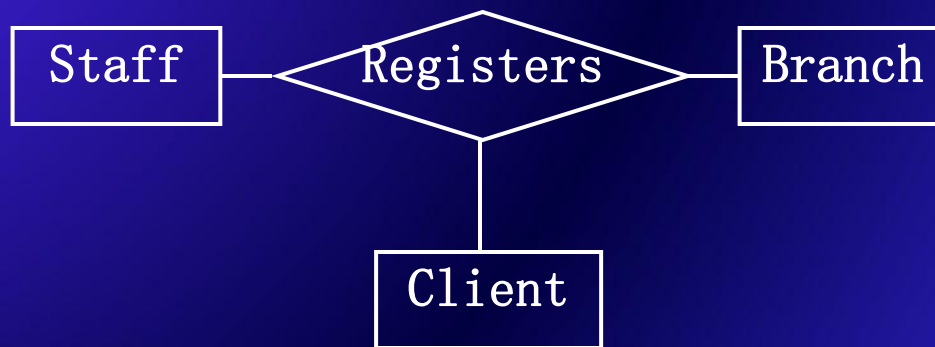
分支机构拥有职员

二元联系Has



二、ER模型的基本概念

- 例：三元联系Registers

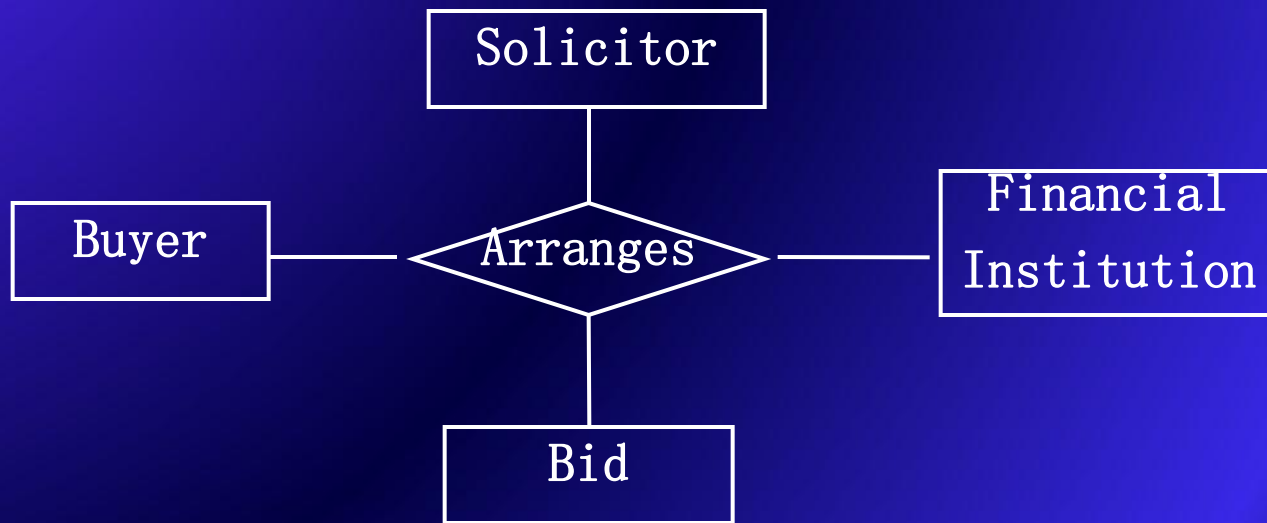


职员在某分支机构中注册了一名客户

三元联系Registers

二、ER模型的基本概念

- 例：四元联系



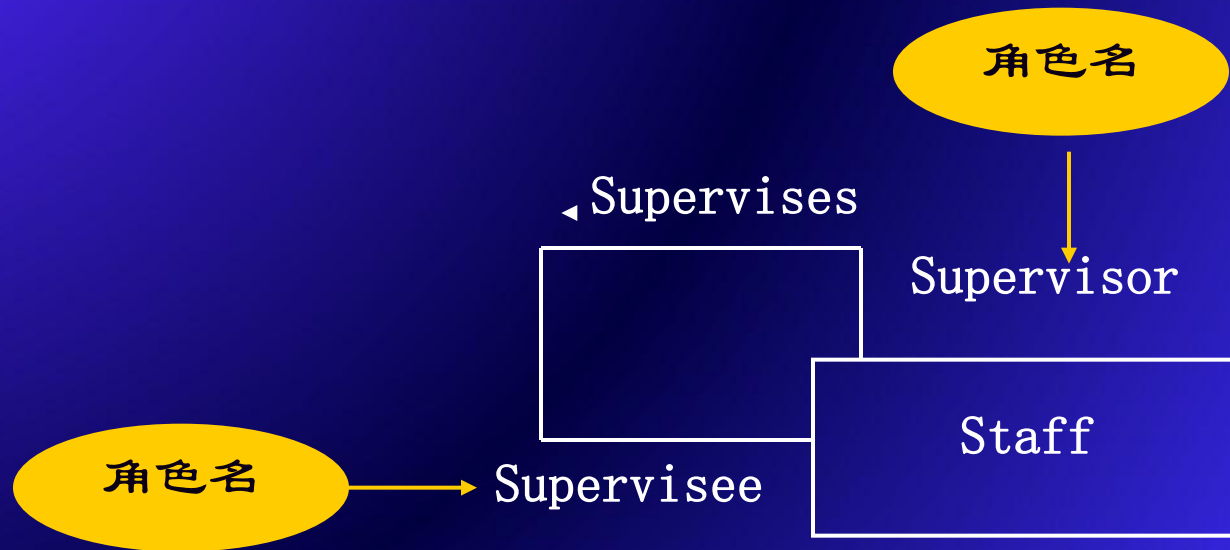
法律顾问建议买主通过一个金融机构进行投标

四元联系Arranges



二、ER模型的基本概念

- 一元联系（递归联系）



包括Supervisor和Supervisee角色的递归联系Supervises
也是一元联系

二、ER模型的基本概念

- 两个实体之间存在多于一种联系时可使用角色名



通过两个具有角色名的不同联系Manages和Has关联的实体

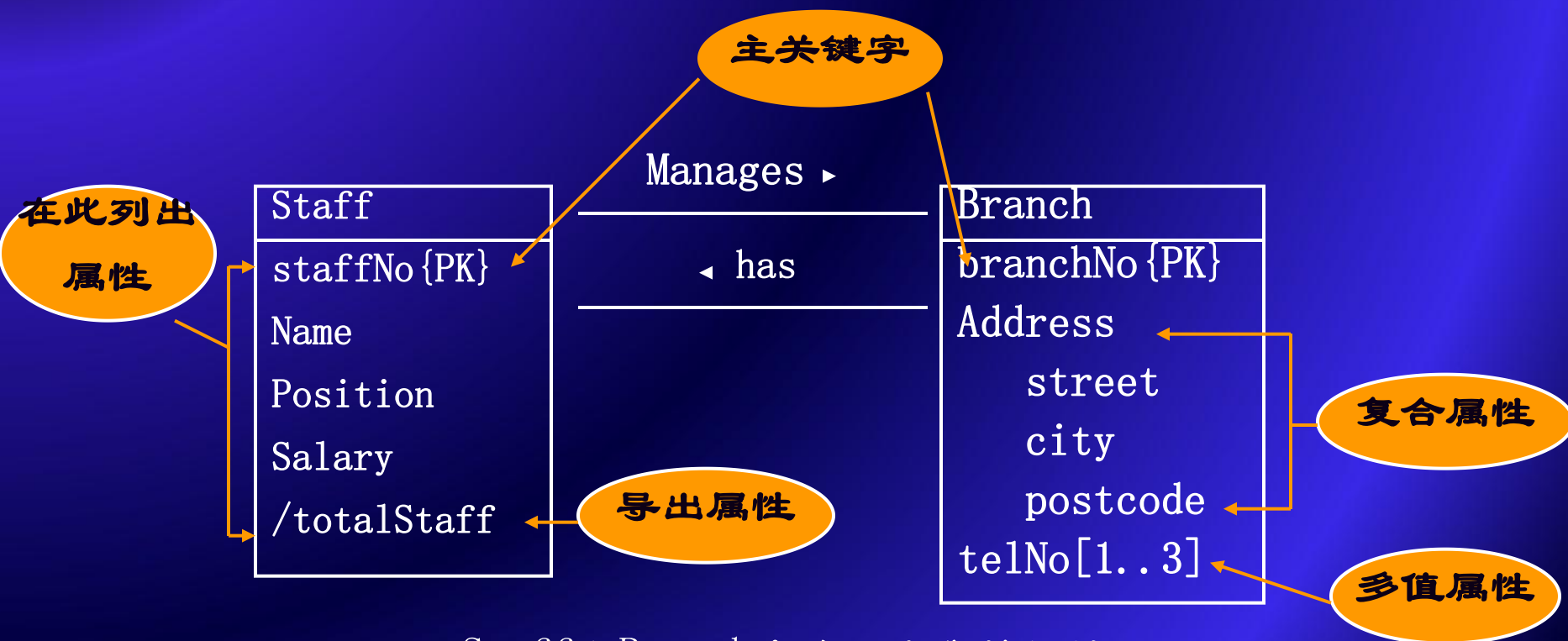


二、ER模型的基本概念

- 属性的图形化表示（参见教材P214-215）
 - 在一个实体类型中显示其属性时，将实体类型的矩阵分为两个部分：上部分是实体的名字，下部分列出实体属性的名字。
 - 对于主关键字属性，第一个列出，并在其名字后面标记{PK}，在部分主关键字属性的名字后标记{PPK}
 - 对于候选关键字属性的名字后面标记{AK}
 - 简单属性和单值属性没有必要标记
 - 对于复合属性，在其名下以右缩进形式列出子属性名
 - 对于多值属性，在属性名后面注明它的取值范围
 - 对于导出属性，在属性名前加上前缀“/”
 - 联系的属性，采用与实体类型相同的符号，但用虚线将表示联系属性的矩形与联系类型名连接起来

二、ER模型的基本概念

Staff和Branch实体及它们的属性表示如图：

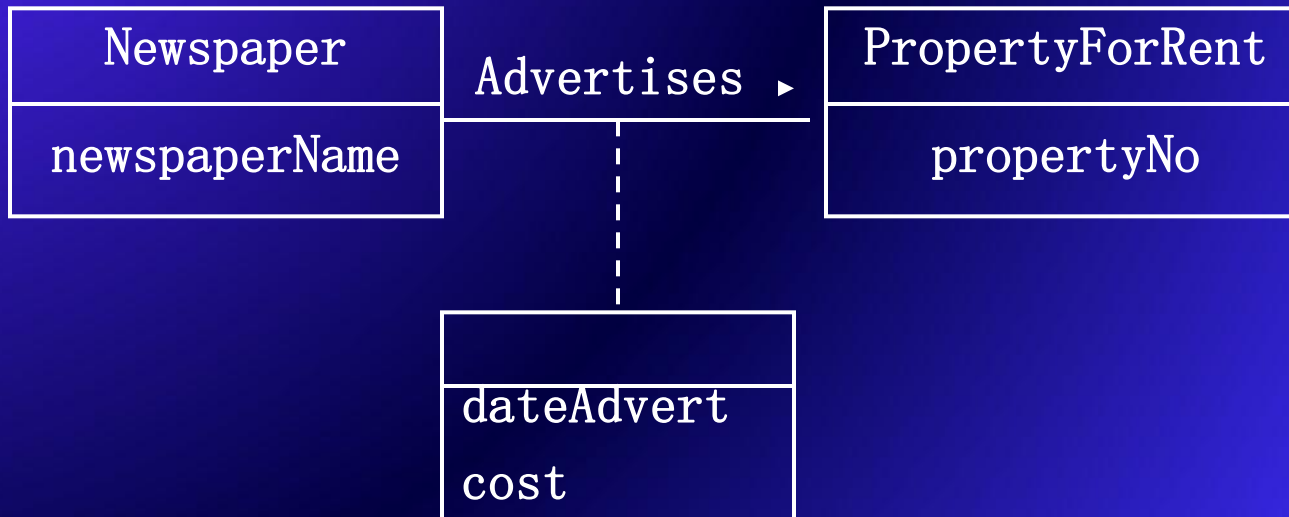


Staff和Branch实体及它们的属性



二、ER模型的基本概念

在报纸上宣传待出租的房产的图形化表示

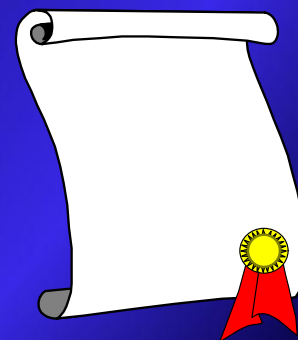


具有dateAdvert和cost属性的Advertises联系



本讲主要内容

- 一. 为什么需要ER模型 (图)
- 二. ER模型的基本概念
- 三. 弱实体类型和强实体类型
- 四. 结构化约束
- 五. ER模型的问题



三、弱实体类型和强实体类型

学生基本信息表的表样

学生基本信息登记表

姓 名		照	片
曾用名			
性 别			
民 族		政治面貌	
出生日期		学 号	
身份证编码			
系 别		联系电话	
年 级		特 长	
主要家庭成员			
关系	姓名	工作单位	
主要学习经历			
起止日期	就读学校	毕业/肄业	证明人



三、弱实体类型和强实体类型

问题：

学生实体常用属性“学号”、“姓名”、“性别”、“出生日期”、“籍贯”、……、“主要家庭成员”、“主要学习经历”等描述，而“主要家庭成员”和“主要学习经历”本身就是一张表，这样的**表中套表**的情况并不少见。



如何用E-R模型
(图)描述学
生实体?



三、弱实体类型和强实体类型

◆强实体类型(Strong entity type)

强实体又叫父实体，属主实体，支配实体。它是不依赖于其他的实体类型存在的实体。

◆弱实体类型(Weak entity type)

弱实体又叫子实体，依赖实体，从属实体。弱实体是依赖于其他实体类型而存在的实体。

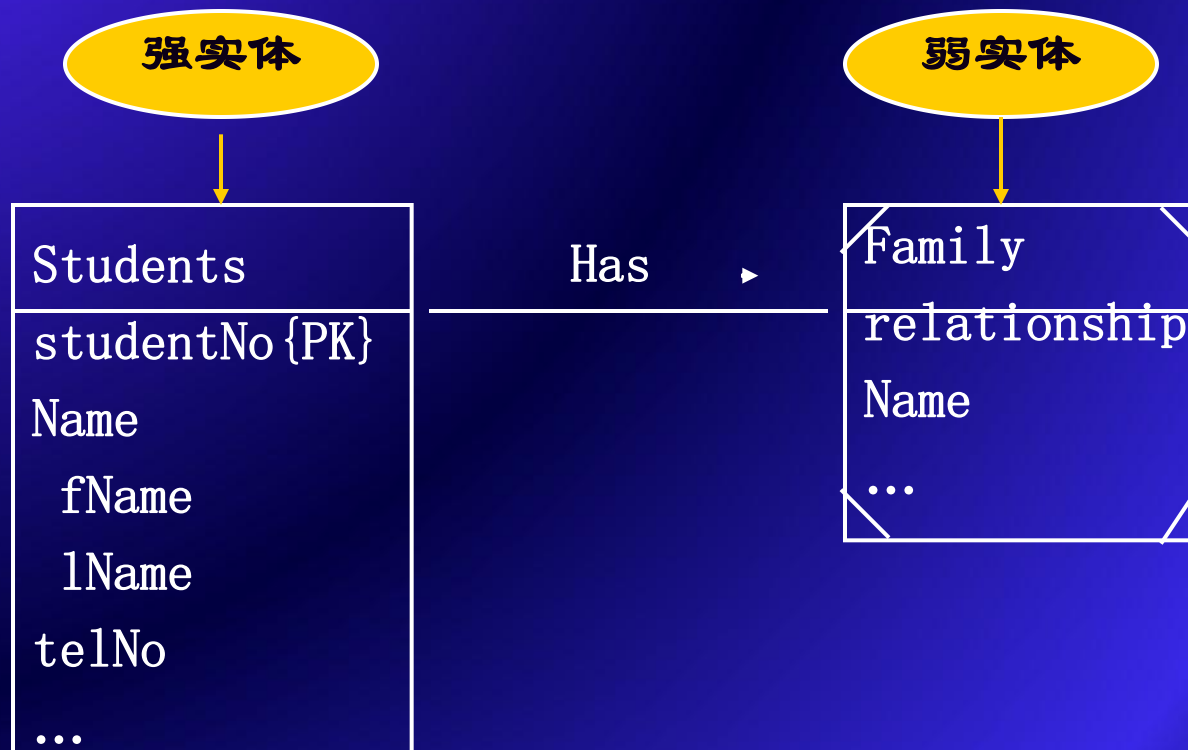
例如，教师与教师的个人简历

Client与Preference

弱实体类型的一个特征是，仅使用该实体类型的属性无法唯一标识每个实体实例

三、弱实体类型和强实体类型

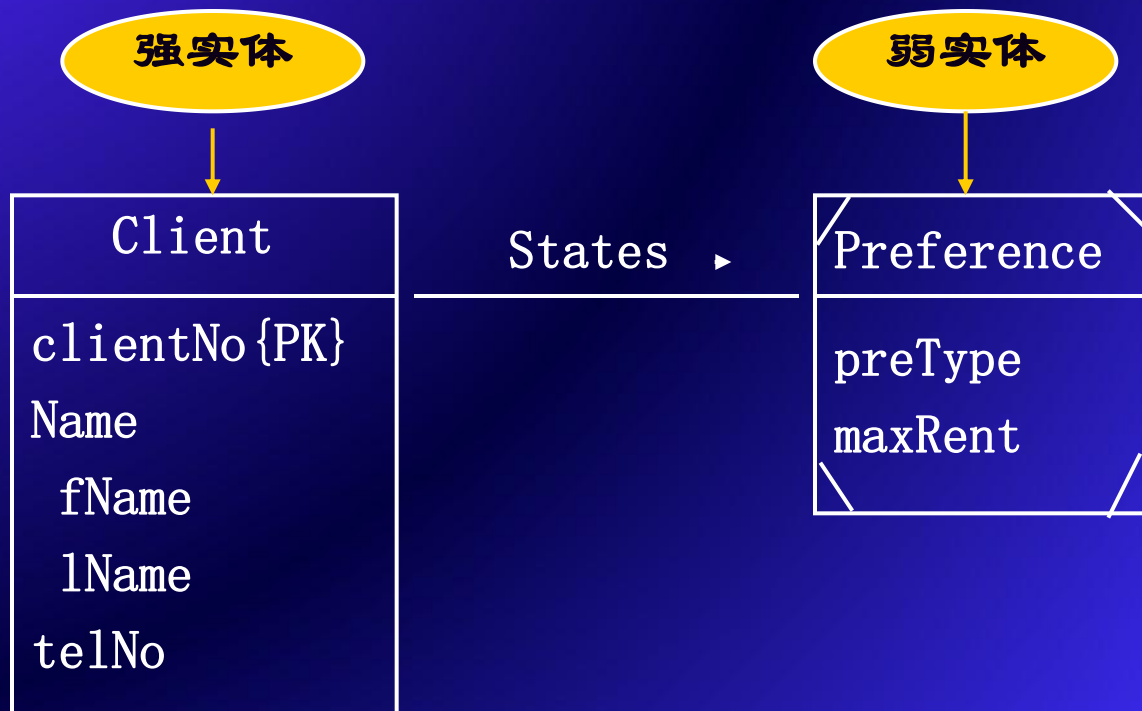
◆强实体类型和弱实体类型表示示例1



强实体类型Students和弱实体类型Family

三、弱实体类型和强实体类型

◆强实体类型和弱实体类型表示示例2

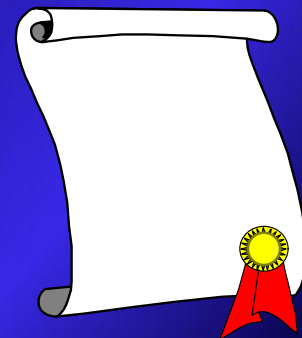


强实体类型Client和弱实体类型Preference



本讲主要内容

- 一. 为什么需要ER模型 (图)
- 二. ER模型的基本概念
- 三. 弱实体类型和强实体类型
- 四. 结构化约束
- 五. ER模型的问题





四、结构化约束

1、结构化约束

--- **ER模型的结构化约束**是指参与一个联系的实体类型上存在的约束

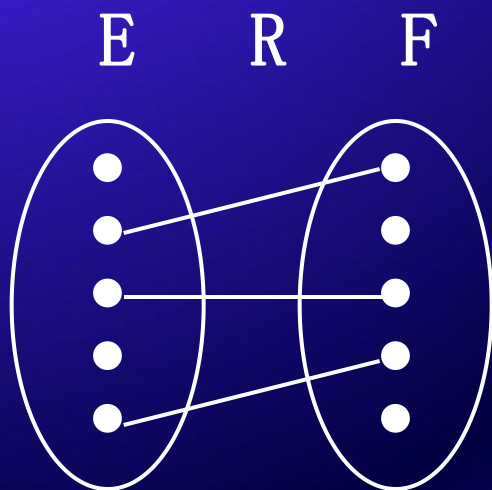
- 二元联系通常分为**一对一**、**一对多**、**多对多**三种联系类型；
- 联系上的主要约束为**多样性**；它指的是在一个特定的联系中，一个参与实体类型的某个实例，可能与另一个参与实体类型发生关联的实例的数目（或**范围**）
- 多样性事实上由两个独立的约束组成，即**基数约束**和**参与约束**



四、结构化约束

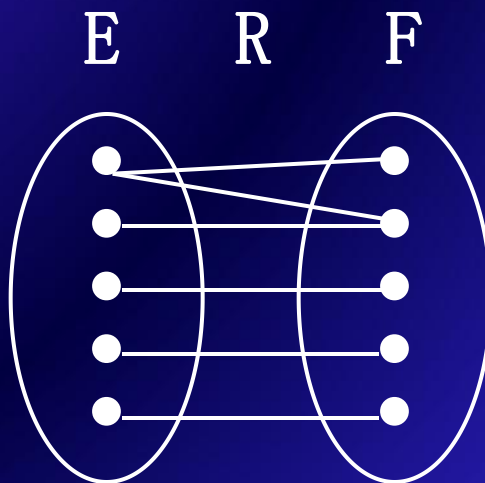
2、二元联系的三种联系类型

——二元联系就是两个集合之间的联系



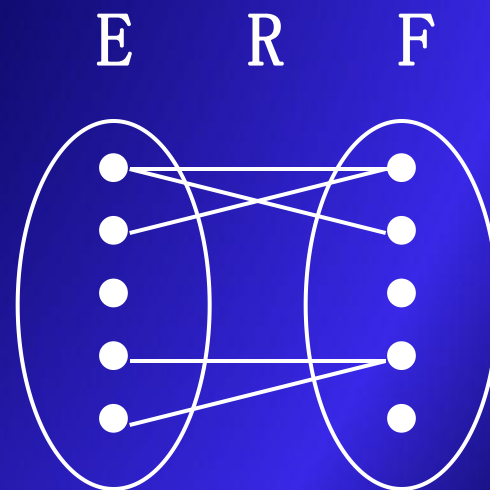
一对一联系

1 : 1



一对多联系

1 : *



多对多联系

* : *



四、结构化约束

二元联系的三种联系类型的实例

◆ 1:1 (一对一) (例1)

- 由一名职员来管理一个分支机构;

◆ 1:* 或 1:N (一对多) (例2)

- 一名职员负责管理多处可供出租的房产

◆ *: * 或 M:N (多对多) (例3)

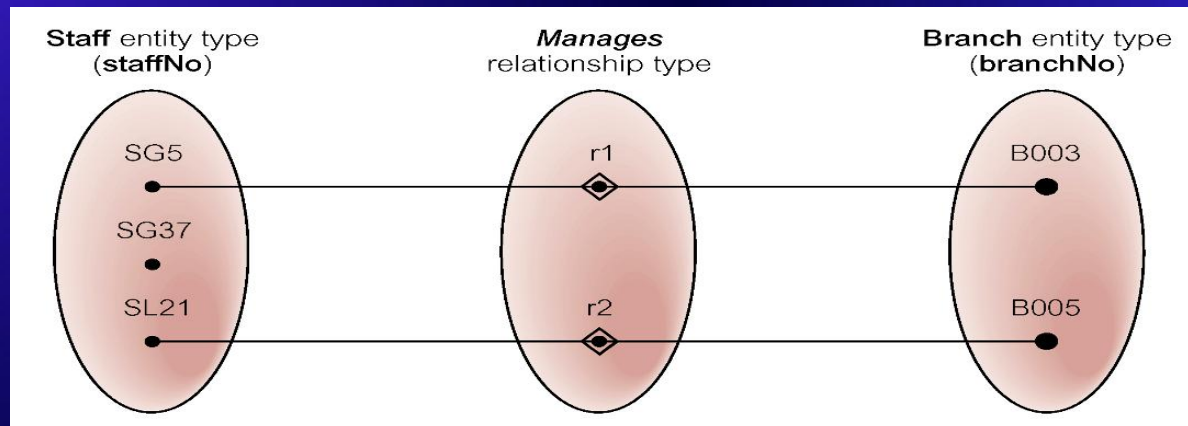
- 可以在多家报纸上刊登多个房产出租广告



四、结构化约束

3、二元联系的三种联系类型的E-R图

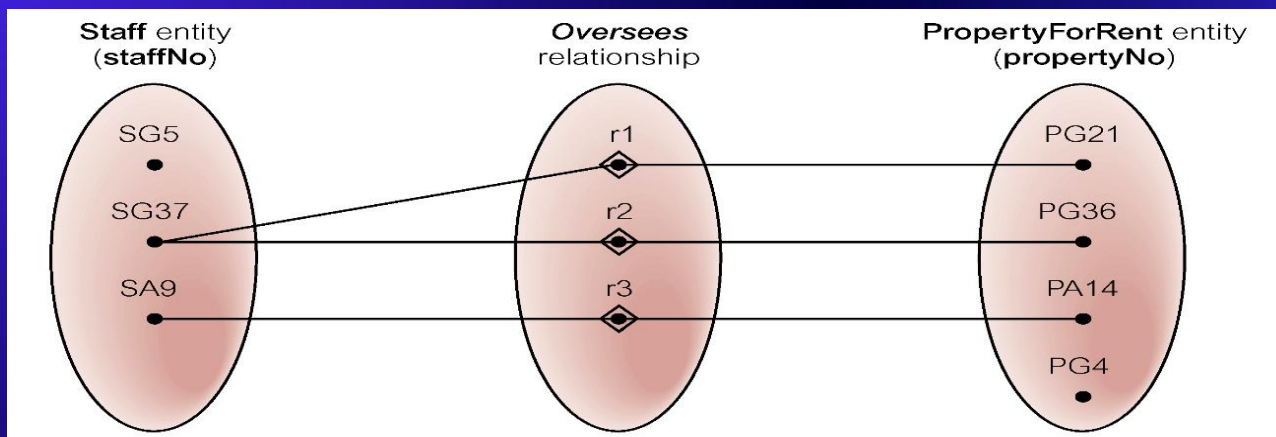
- 由一名职员来管理一个分支机构 (例1)



Staff--Manages--Branch的**一对一**联系

四、结构化约束

- 一名职员负责管理多处可供出租的房产(例2)

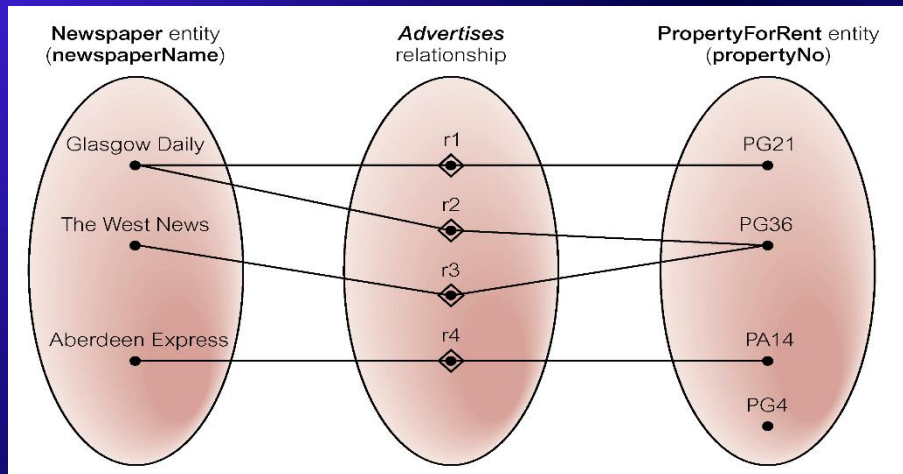


Staff--Oversees--PropertyForRent的一对多联系



四、结构化约束

- 可以在多家报纸上刊登多个房产出租广告(例3)



Newspaper — Advertises — PropertyForRent
的多对多联系



四、结构化约束

4、多样性 (multiplicity)

-- 联系上主要的约束称为多样性。在一个特定的联系中，一个参与实体类型的某个实例，可能与另一个参与实体类型发生关联的实例的数目（或范围）。

范围表示为 $x..y$ ，其中 x 为最小参与数目（用 0 表示 0，用 1 表示大于 0）， y 为最大参与数目（用 1 表示 1，用 * 或 N 表示大于 1）。

四、结构化约束

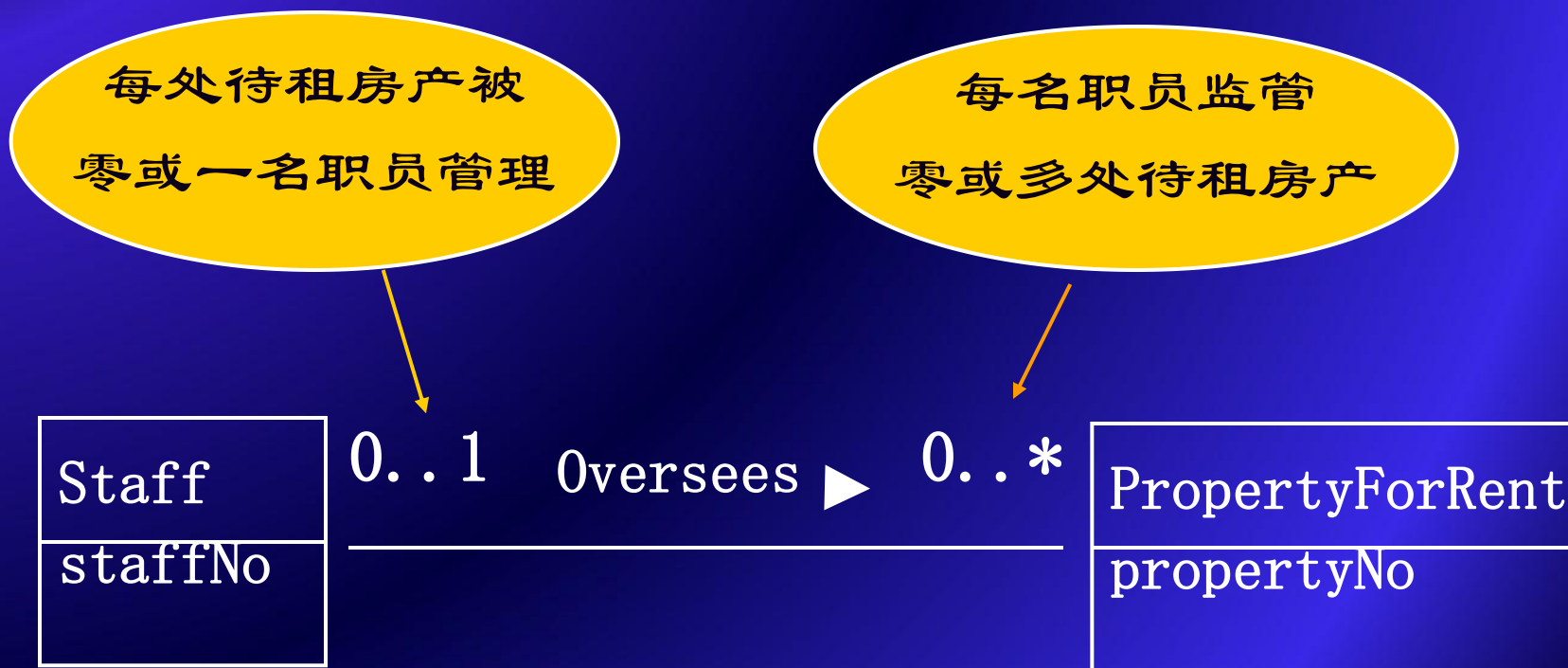
5、二元联系的多样性E-R图(例1)



Staff Manages Branch 一对一联系的多样性

四、结构化约束

二元联系的多样性E-R图(例2)



Staff Oversees PropertyForRent 一对多联系的多样性

四、结构化约束

二元联系的多样性E-R图(例3)

每处待租房产
可在零或多种报纸上
进行宣传

每种报纸可宣传一或
多处待租房产

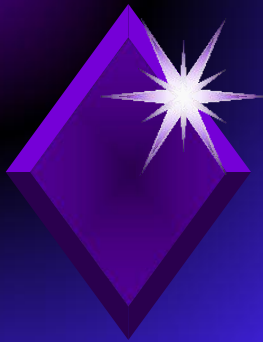
Newspaper
newspaperName

0..* Advertises ▶ 1..*

PropertyForRent
propertyNo

Newspaper Advertises PropertyForRent

多对多联系的多样性



四、结构化约束

6、基数约束和参与约束

多样性事实上由两个独立的约束组成，即基数约束和参与约束

- **基数约束** (cardinality constraints)

——描述一个特定联系类型中的一个实体**最多**可参与联系的实例数目 (最大基数)

- **参与约束** (participation constraints)

——说明**是否**所有的实体实例都参与了联系 (最小基数)

- **强制参与** (mandatory participation)

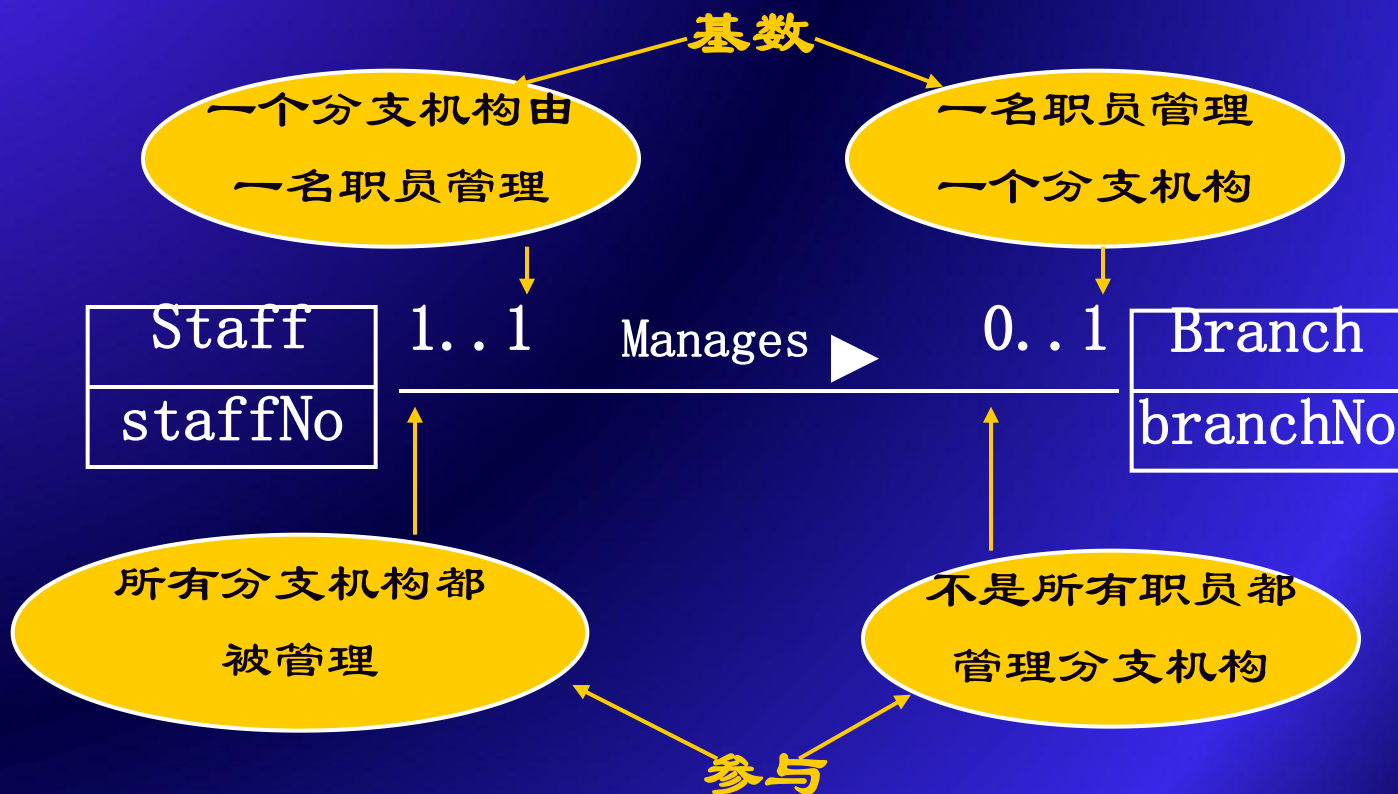
—— 一个实体类型的所有实例都参与联系 (最小基数为1)

- **可选参与** (optional participation)

——一个实体类型的部分实例参与约束 (最小基数为0)

四、结构化约束

7、二元联系的基数约束与参与约束E-R图(例1)



Staff Manages Branch 一对一联系的基数约束和参与约束

四、结构化约束

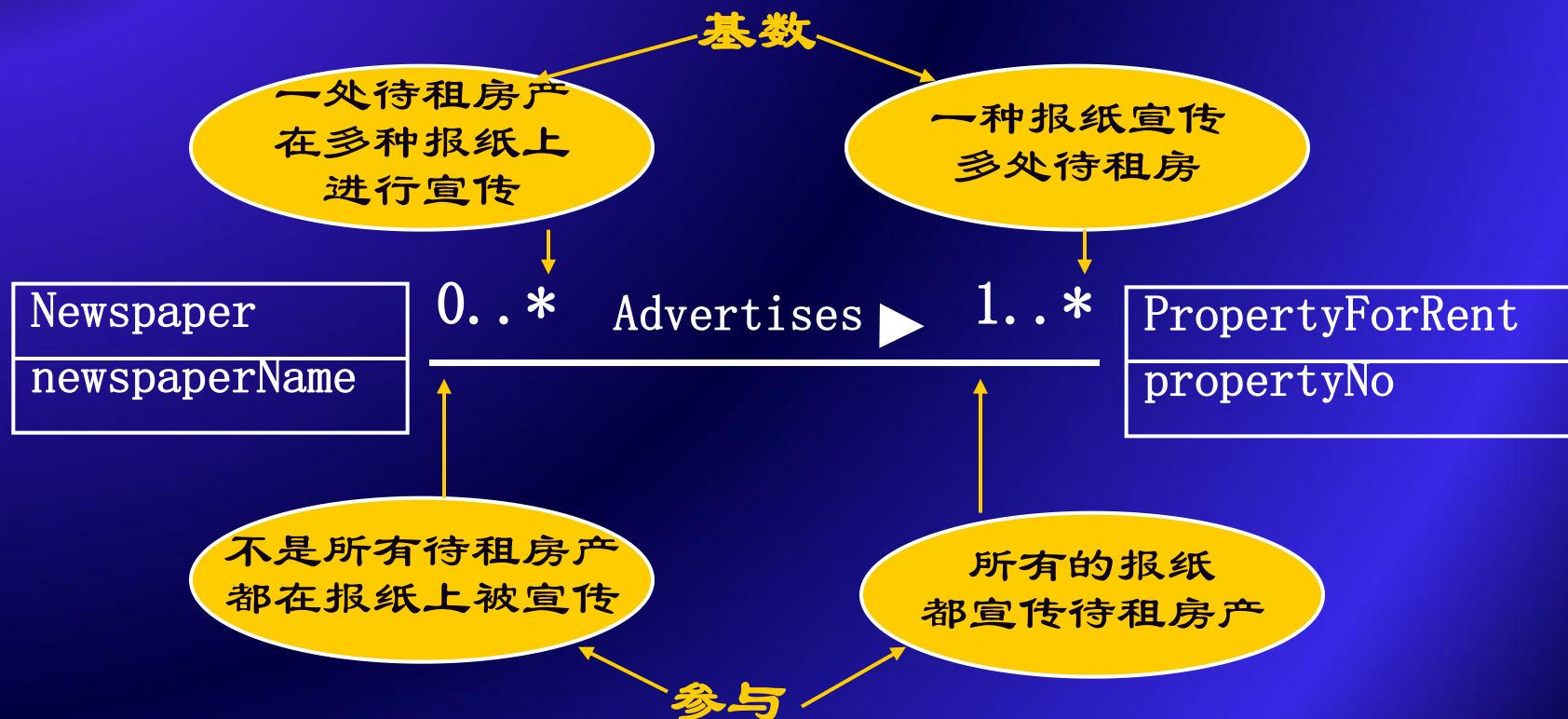
二元联系的基数约束与参与约束E-R图(例2)



Staff Oversees PropertyForRent 一对多联系的基数约束与参与约束

四、结构化约束

二元联系的基数约束与参与约束E-R图(例3)



Newspaper Advertises PropertyForRent

多对多联系的基数约束与参与约束



四、结构化约束

8、多元联系的多样性

——在一个 n 元联系中，考虑某个实体类型，当其他 $(n-1)$ 个实体类型的值确定后，它可能的实例数目（或范围）

例：



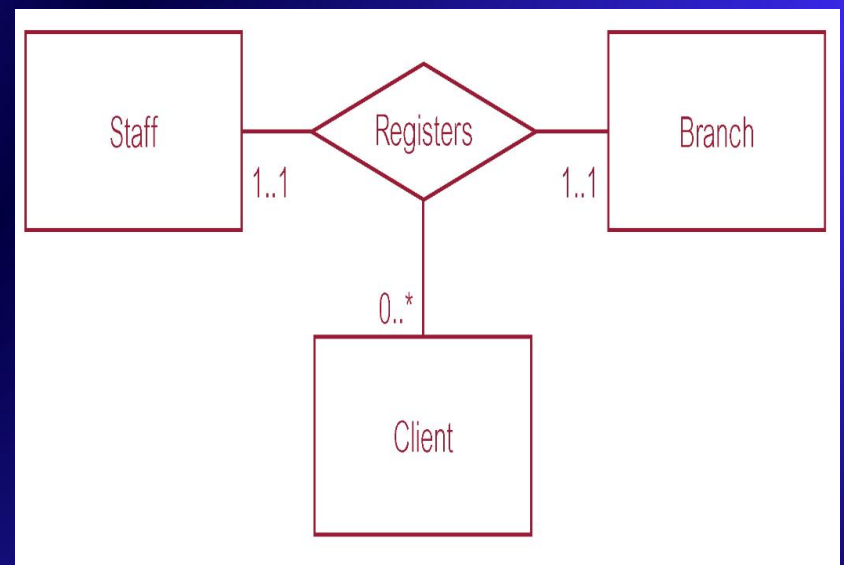
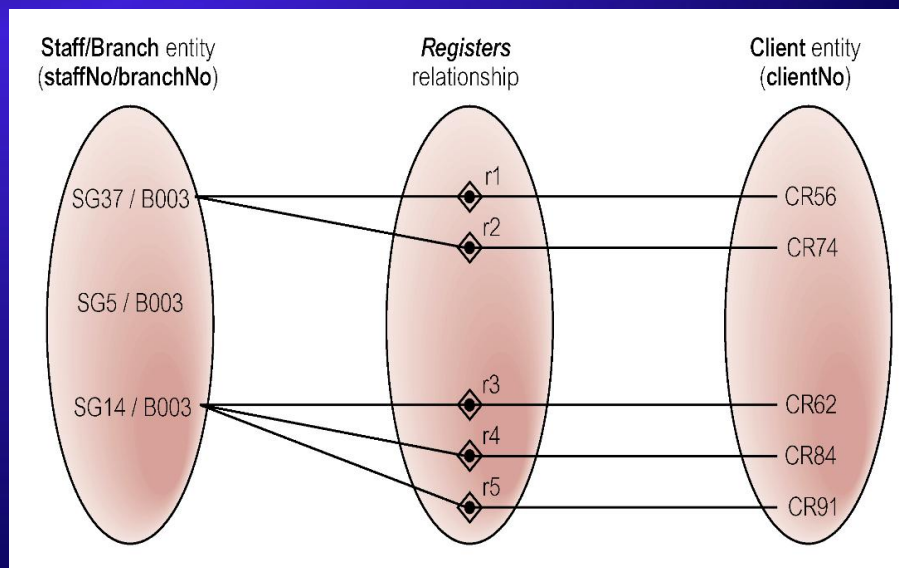
职员在某分支机构中注册了一名客户

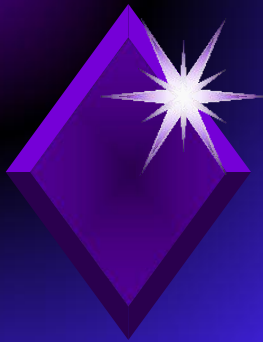
三元联系Registers



四、结构化约束

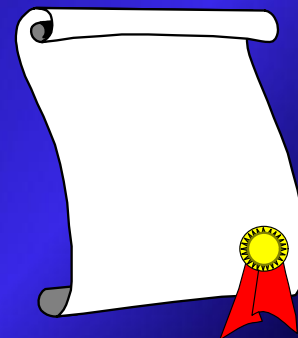
多元联系的多样性示例





本讲主要内容

- 一. 为什么需要ER模型 (图)
- 二. ER模型的基本概念
- 三. 弱实体类型和强实体类型
- 四. 结构化约束
- 五. ER模型的问题





五、ER模型的问题

1、连接陷阱(connection trap)

由于对特定联系含义的错误理解而引起的问题。
主要研究两类：**扇形陷阱**和**深坑陷阱**

- **扇形陷阱**(fan trap)

当用模型来表示实体间的联系时，某些**特殊实体实例间的道路是不明确的**

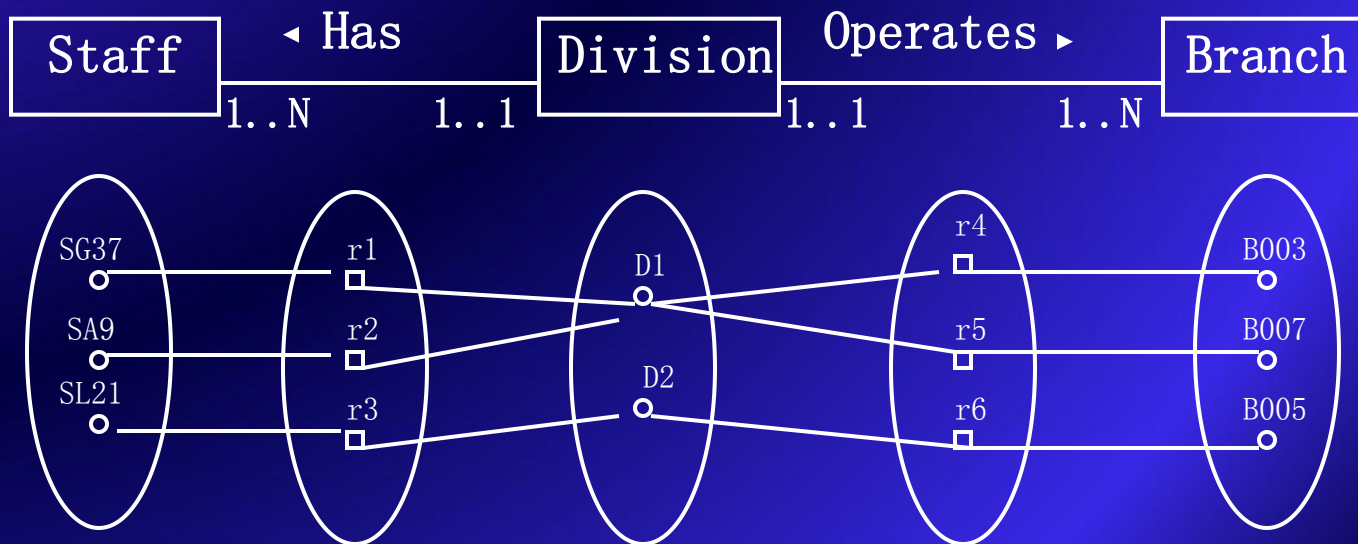
- **深坑陷阱**(chasm trap)

当一个模型暗示某些实体类型之间存在联系，而这些实体实例间却**不存在相应的道路**

ER模型的问题

2、扇形陷阱(fan trap)

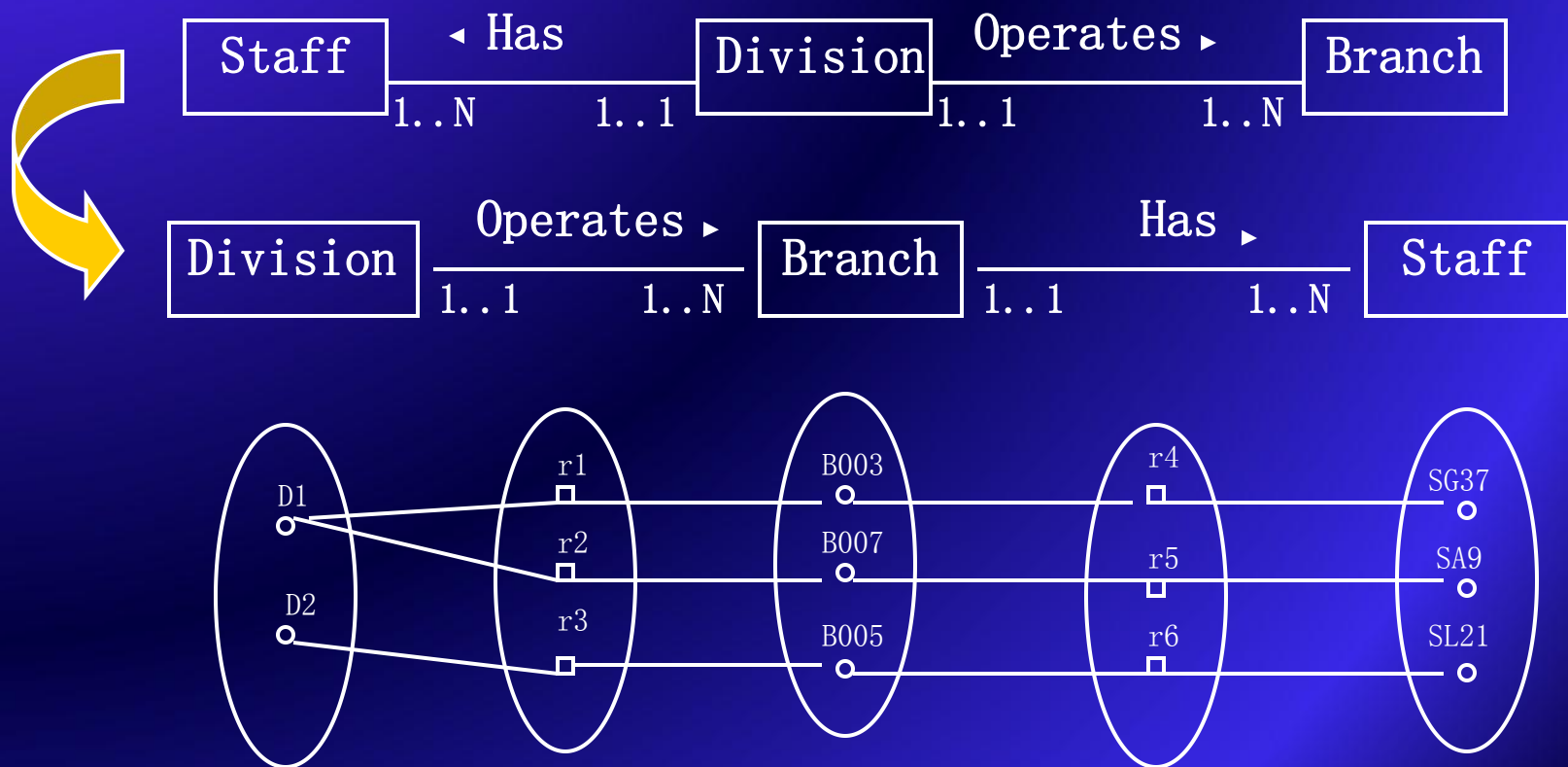
当一个实体与其他实体之间存在二个或更多的一对多联系时，就可能存在扇形陷阱。Division实体有两个一对多联系Has和Operates. **试回答问题**：职员SG37在哪个分支机构工作？



E R 模型 的 问 题

解决扇形陷阱问题：

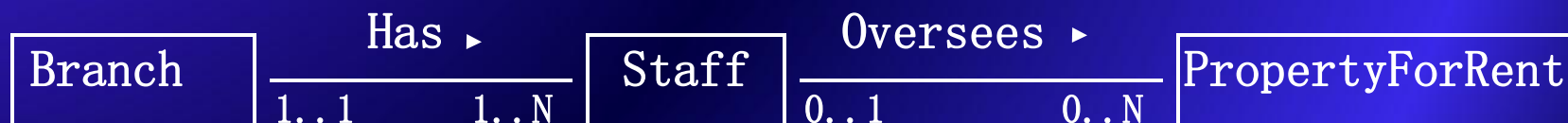
重建 E R 模型来正确表示实体间的关联



ER模型的问题

2、深坑陷阱(chasm trap)

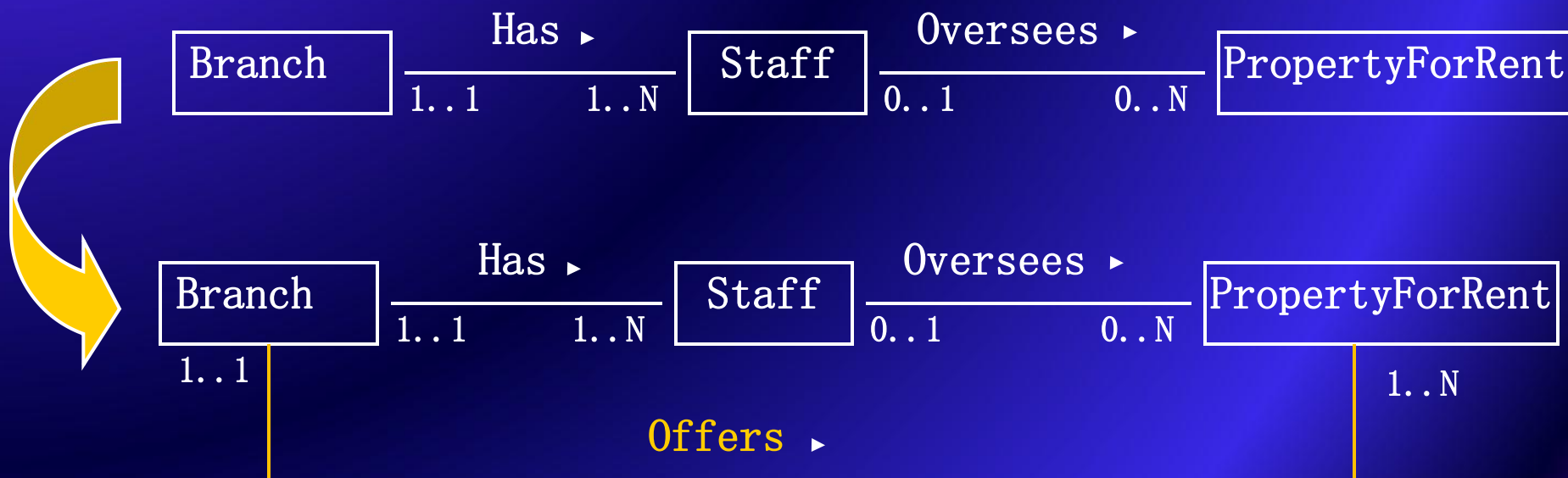
在关联实体的通路上存在一个或多个多样性最小为零的联系时，就可能产生深坑陷阱。**回答问题**：编号为PA14的房产被哪个分支机构管理？



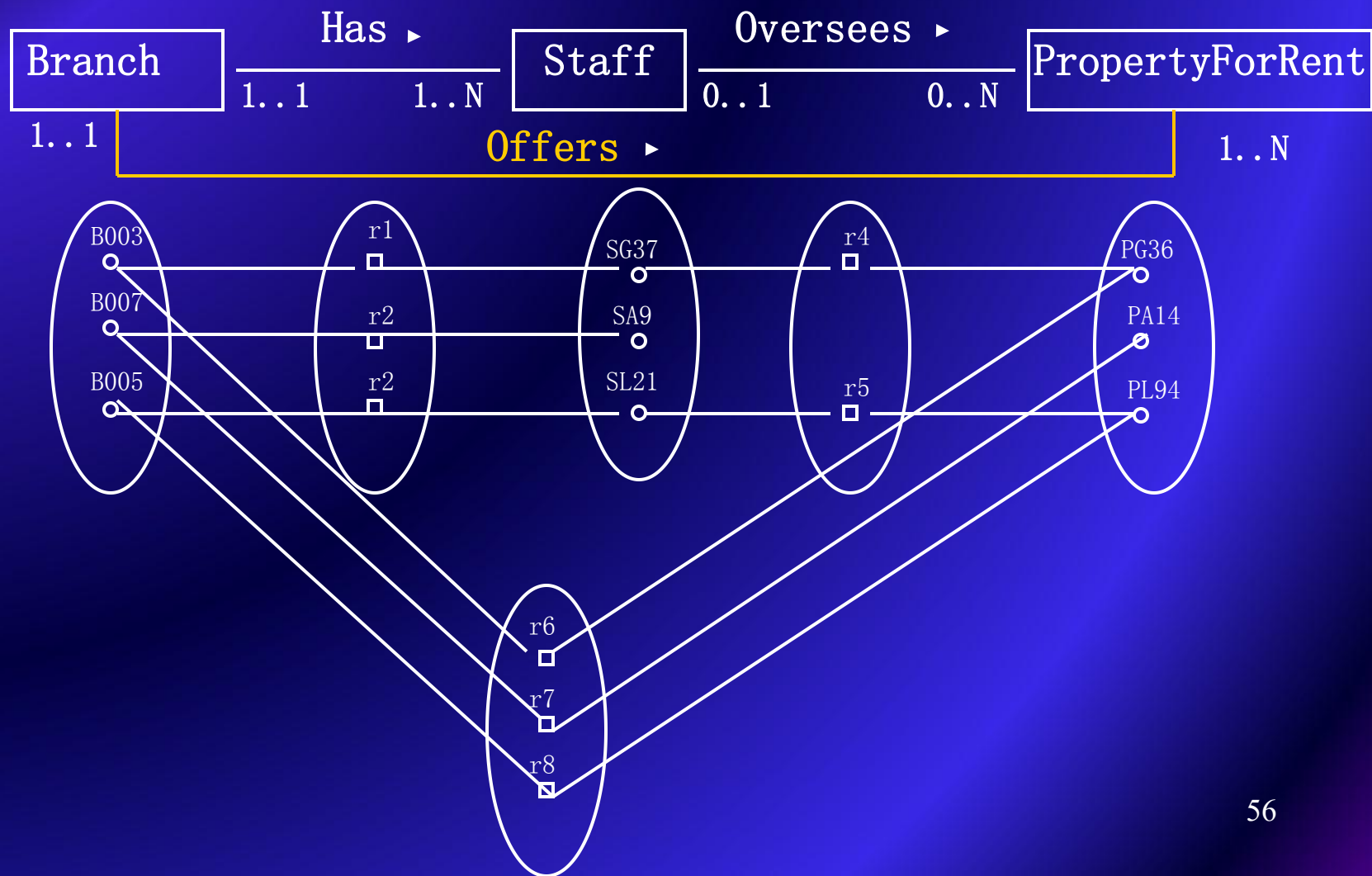
E R 模型 的 问 题

解决深坑陷阱问题：

添加联系以标识遗漏的联系。在这个例子中，是 Branch 实体和 PropertyForRent 实体间的 Offers 联系



ER 模型的问题





Questions?





本讲主要目标



学完本讲后，你应该能够了解：

- 1、ER模型由实体、属性和联系三个因素构成；
- 2、实体、属性和联系的一些术语：实体类型、实体实例、单值属性、多值属性、复合属性、导出属性、主关键字、候选关键字、复合关键字、联系类型、联系实例、联系属性、联系类型的度、递归联系，以及它们的图形化标识方法；
- 3、属性的基数、弱实体、强实体的概念；
- 4、ER模型的结构化约束是指参与一个联系的实体类型上存在的约束，二元联系通常分为一对一、一对多、多对多三种联系；
- 5、ER模型的不正确使用可能产生一些问题：连接陷阱、扇形陷阱、深坑陷阱。



问题讨论

1、如何区分弱实体和多值属性？





练习

教材：《数据库系统原理教程》（第2版）

P35

1) 7

2) 9

