

数据库设计

E-R模型图

授课教师：秦建斌

邮箱：qinjianbin@szu.edu.cn

深圳大学 计算机与软件学院

回顾

关系数据理论

关系规范化理论；

范式；

范式分解。

为数据库设计提供理论
指南

数据库设计

概念结构：E-R

模型的设计；

逻辑结构：E-R

模型转换为关系模
型。

数据库设计的方法

数据库编程

嵌入SQL；

过程化SQL；

存储过程；

自定义函数；

触发器等。

数据库设计实践

目录

数据库设计的基本步骤

E-R模型介绍

E-R模型的符号

ER图

扩展的ER模型

ER模型示例

要求：根据数据描述，画出E-R图

数据库设计的基本步骤

数据库设计分6个阶段

需求分析

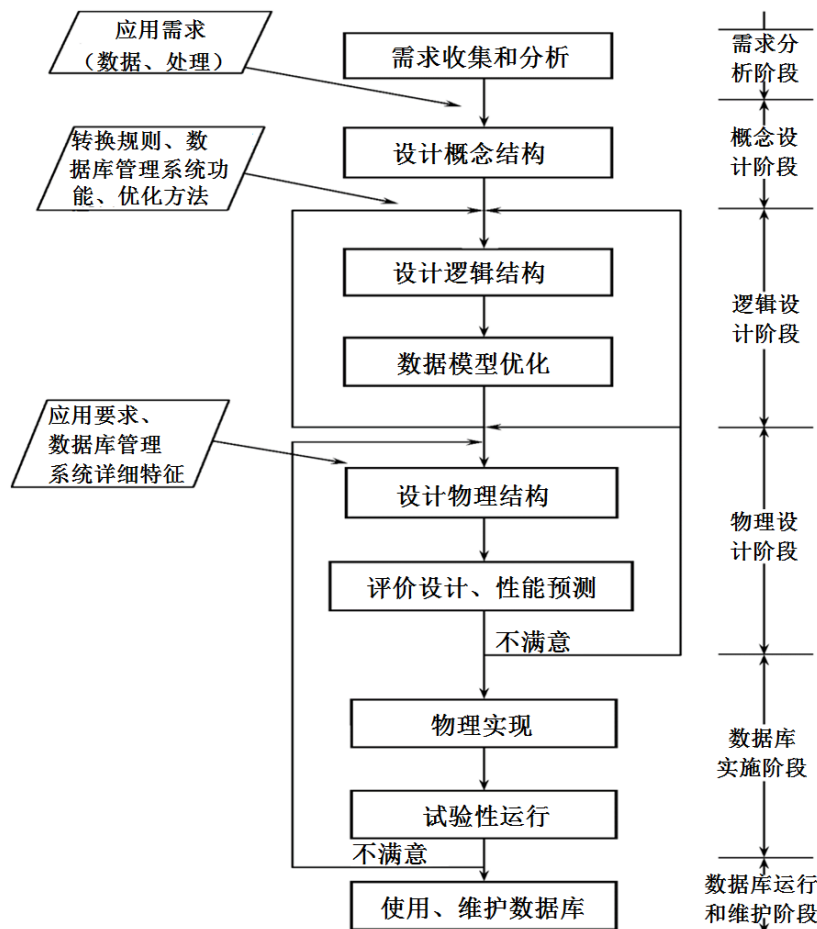
概念结构设计

逻辑结构设计

物理结构设计

数据库实施

数据库运行和维护



数据库设计的基本步骤（续）

1. 需求分析阶段

重点调查“数据”和“处理”，获得用户对数据库的要求

2. 概念结构设计阶段

通过对用户需求进行综合、归纳与抽象，形成一个**独立于**具体数据库管理系统的概念模型

3. 逻辑结构设计阶段

将概念结构转换为**某个数据库管理系统所支持的**数据模型，并对其进行优化

重点：概念结构：E-R模型的设计；

逻辑结构：E-R模型转换为关系模型。

数据库设计的基本步骤

逻辑数据库设计

研究数据项之间的基本属性和相互关系，目的是在数据库的基本数据结构中提供这些项的可靠表示。

Relational table (关系表)

Constraint (约束)

逻辑设计的两个常用方法

The Entity-Relationship approach
(or E-R approach) 实体-联系方法

The Normalization approach 规范化方法

数据库设计的基本步骤（续）

需求分析阶段

重点调查“数据”和“处理”，获得用户对数据库的要求

静态结构需求

- 需要提供哪些信息？
- 应该用什么名字来指代它？
- 不同数据之间存在什么关系？
- 需要施加哪些约束？

动态处理需求

- 对数据库预期的操作是什么？
- 每个操作的运行频率是多少？

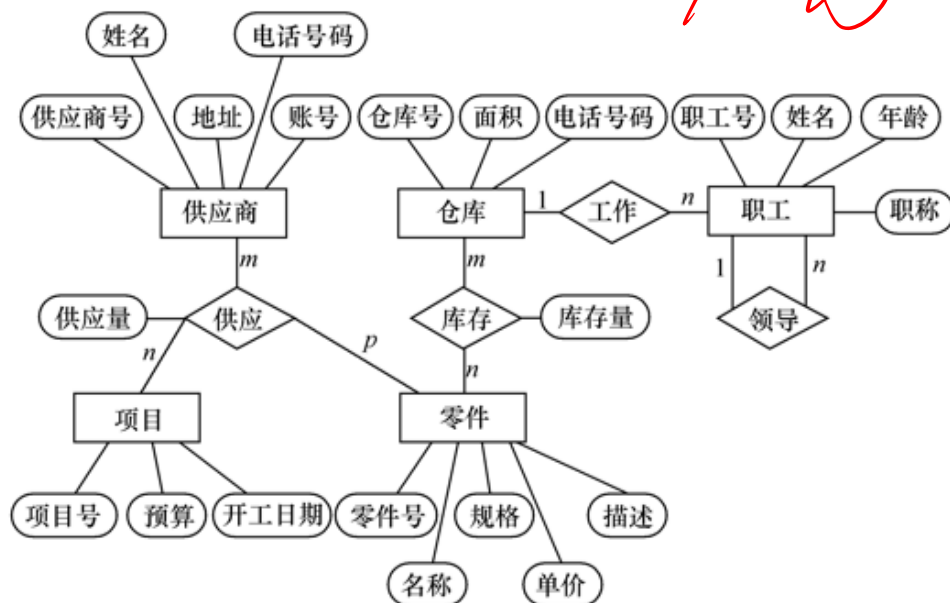
基于需求进行概念设计和逻辑设计（E-R图方法）

E-R模型介绍

E-R (Entity-Relationship) 实体-关系模型

ER模型已经成为概念模式设计的标准工具。

4-15分



(c) 完整的实体-联系图

E-R图提供了表示实体型、属性和联系的方法

下面介绍实体、属性和联系

E-R模型（实体型）

实体型：一个物体或概念（存在的、可区分的）

例子：a person, an organization, an airplane, a course.

强实体型（**Strong Entity**）：可以独立存在

弱实体型（**Weak entity**）：依赖于其他实体型存在

例子：An account in a bank is a strong entity but a transaction could be a weak entity.

实体集：是一组相同类型的实体集合

例子：all persons having an account at a bank, all students at SZU, all cities in the US.

E-R模型（属性）

属性: 对实体型性质的描述

Students: SSN, Name, Address, GPA, Status, ...

Books: Title, ISBN, Authors, Publisher, Year,

简单属性: 取一个单一且不可分割的值.

Examples: SSN, GPA.

复合属性: 可进一步划分为子部分的值

Examples: Name: First_Name , Middle_Name,
Last_Name

Address: Street_Address City State Zipcode

存储的属性、派生属性、键属性

属性取值: 单一取值, 或者取多个值

E-R模型 (关系)

关系: 实体之间的关联。

Example: Given a student s and a course c, there may be a relationship between them: s takes c.

s1 takes c1

s1 takes c2

s2 takes c1

... ..

Students Takes Courses

Takes is a relationship set between Students and Courses.

同一组实体集之间可能存在若干关系。

Employees	Works_in	Departments
	Manages	

E-R模型（关系）

关系的度：参与联系的实体型的数目

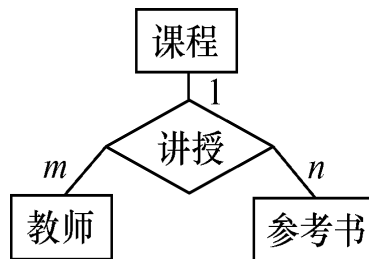
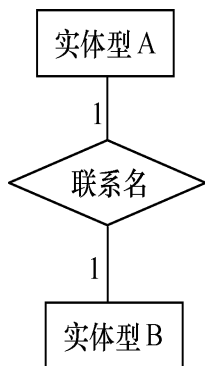
2个实体型之间的联系度为2，也称为二元关系；

选修关系： 学生 课程

3个实体型之间的联系度为3，称为三元关系；

skill_used among Engineers, Skills and Projects

N个实体型之间的联系度为N，也称为N元关系



连线上的数字是什么？

E-R模型（联系）

实体之间的联系

①一对一联系（1: 1）

②一对多联系（1: n ）

③多对多联系（ m : n ）

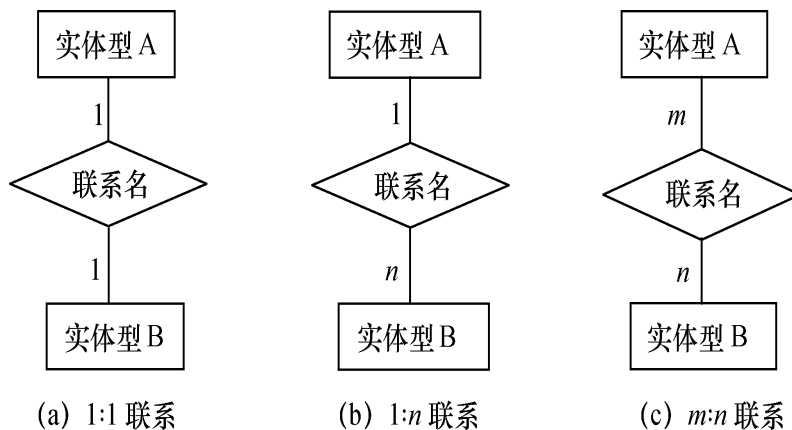


图7.6 两个实体型之间的三类联系

E-R模型（联系）

(2) 两个以上的实体型之间的联系

一般地，两个以上的实体型之间也存在着一对一、一对多、多对多联系。

对于课程、教师与参考书

个实体型，如果一门课程可以有若干个教师讲授，使用若干本参考书，而每一个教师只讲授一门课程，每一本参考书只供一门课程使用，则课程与教师、参考书之间的联系是一对多的，如图7.7(a)所示。

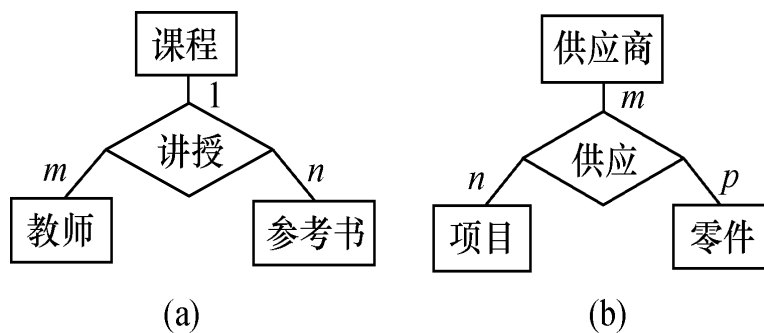
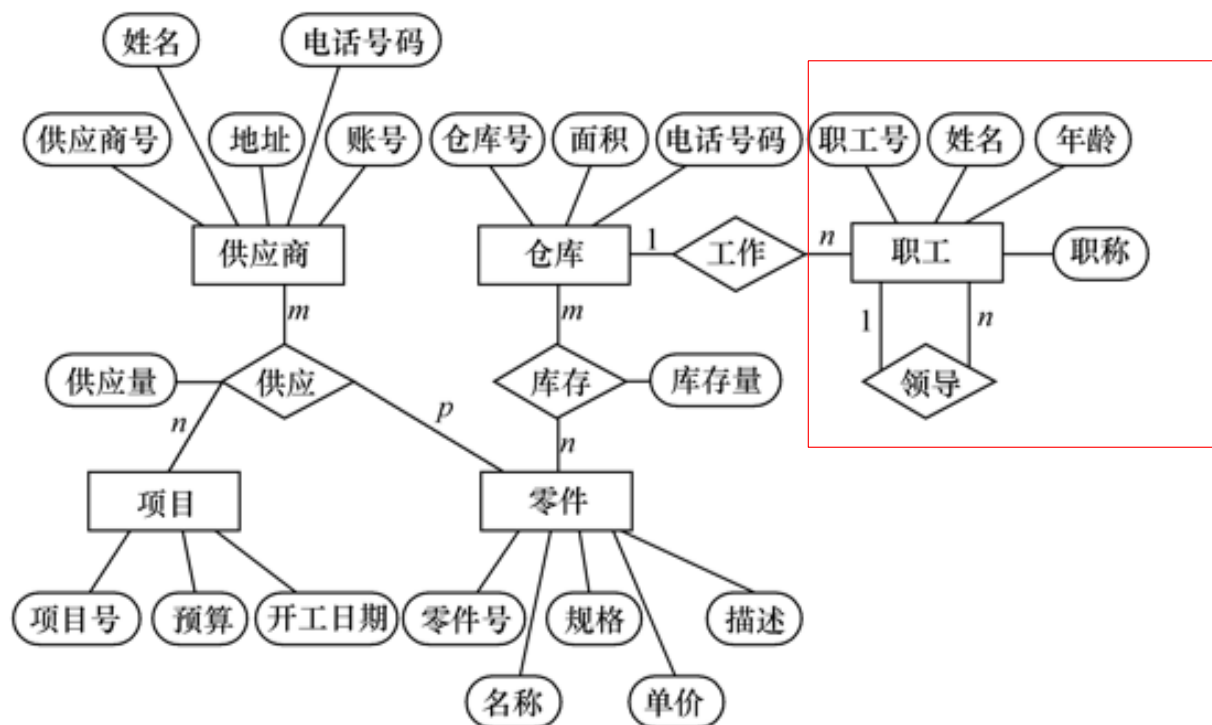


图7.7 三个实体型之间的联系示例

E-R模型 (联系)

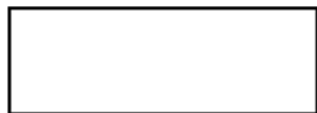
(3) 单个实体型内的联系

同一个实体集内的各实体之间也可以存在一对一、一对多、多对多的联系。



(c) 完整的实体-联系图

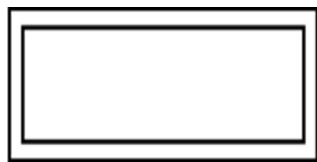
E-R模型 (符号)



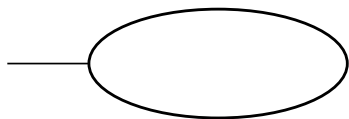
强

实体集 entity set

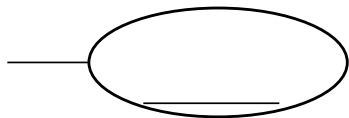
强



弱实体集 weak entity set

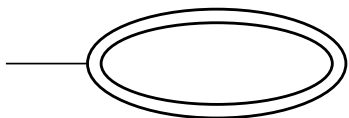


属性 attribute

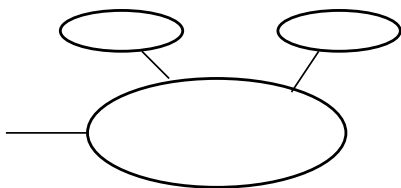


**主键属性
primary key attribute**

E-R模型 (符号)



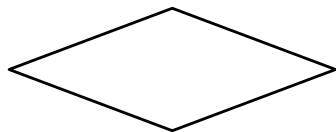
多值属性 数据库不允许
multivalued attribute



复合属性
composite attribute

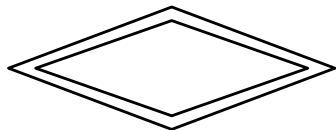


派生属性
derived attribute



关系 **relationship**

E-R模型（符号）



识别关系（与弱实体型连接的关系）

identifying relationship



连接线

**connection with
connectivity x**



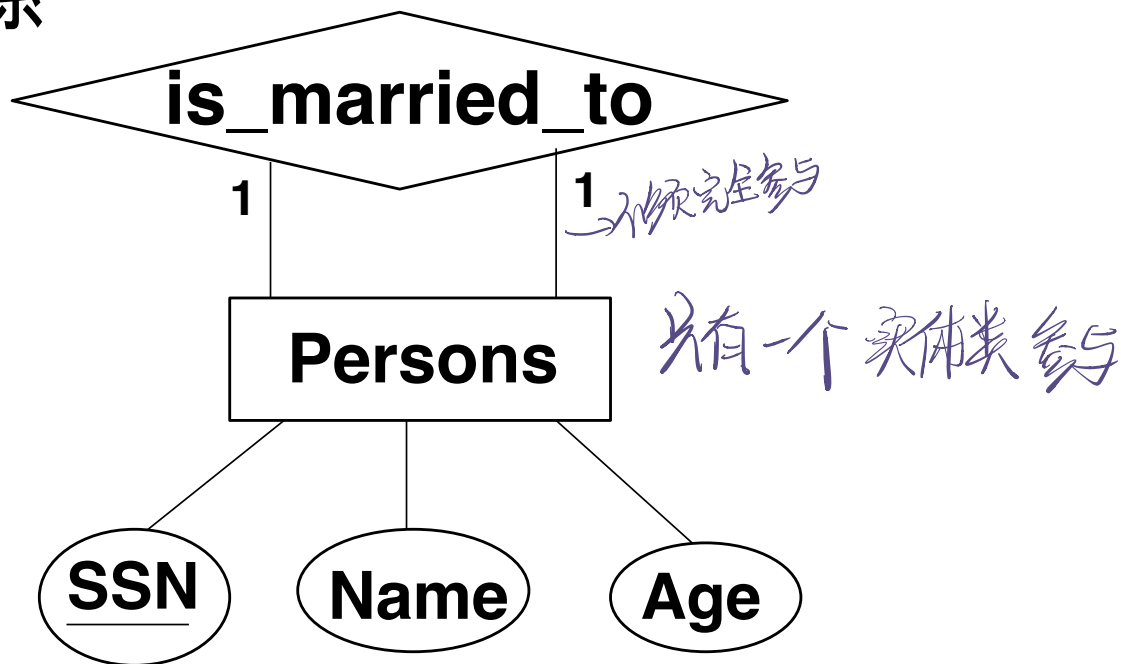
全部参与连接/完全特化连接

total participation connection

E-R图 (几元关系)

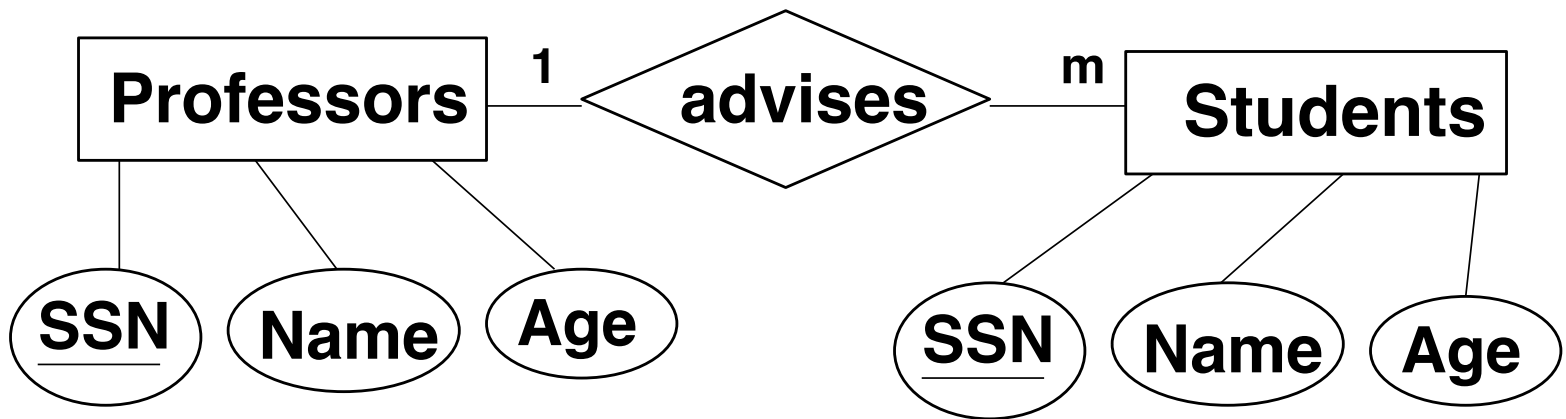
首先确定实体之间是几元关系？

一元关系



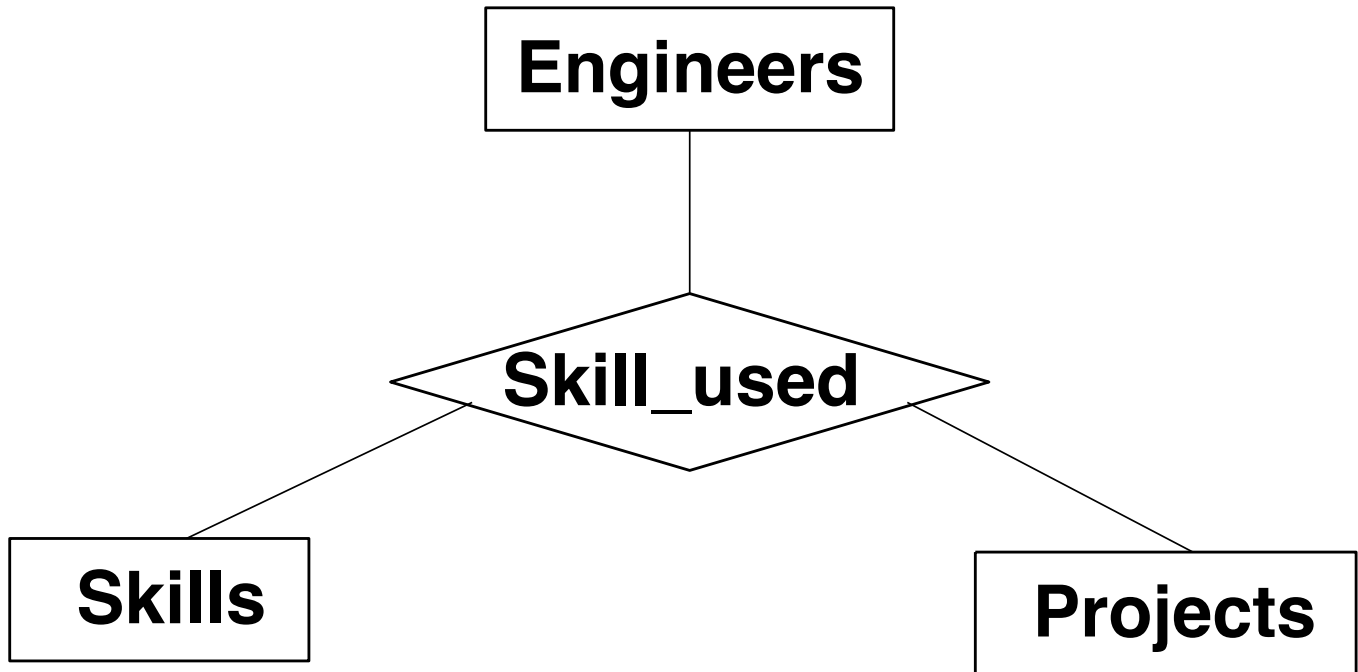
ER 图 (几元关系)

二元关系



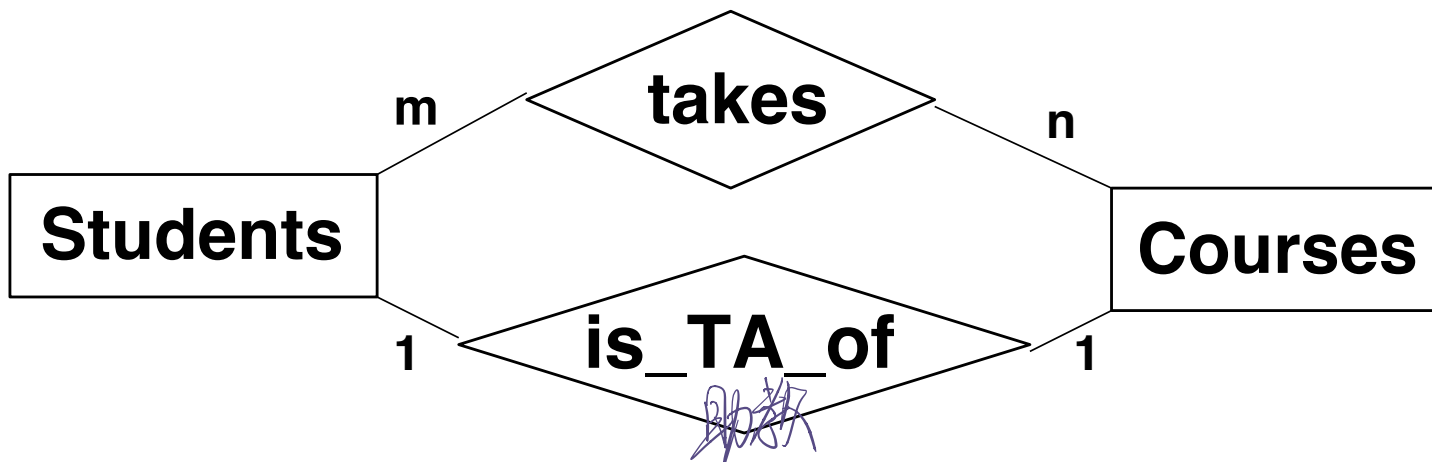
ER 图 (几元关系)

三元关系



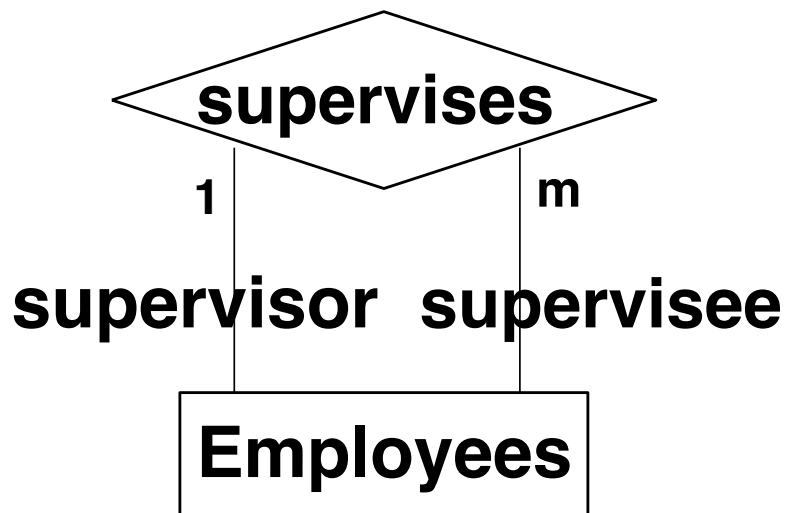
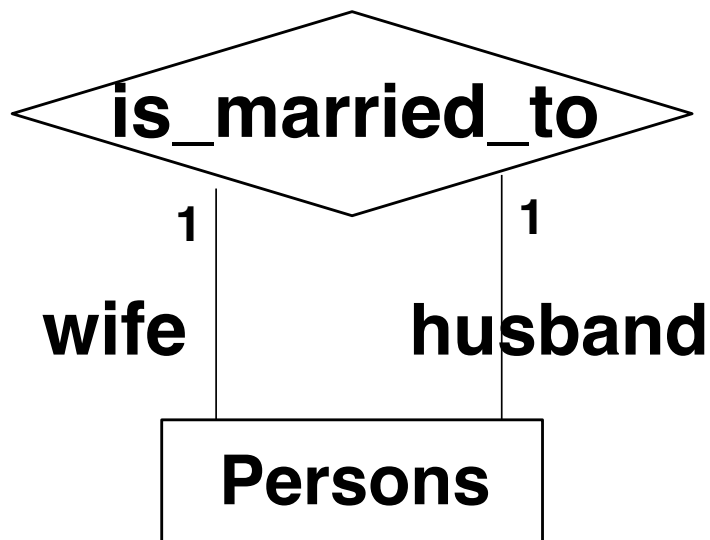
ER 图 (实体的角色)

Case 1: 角色可以通过正确选择的名称来确定。

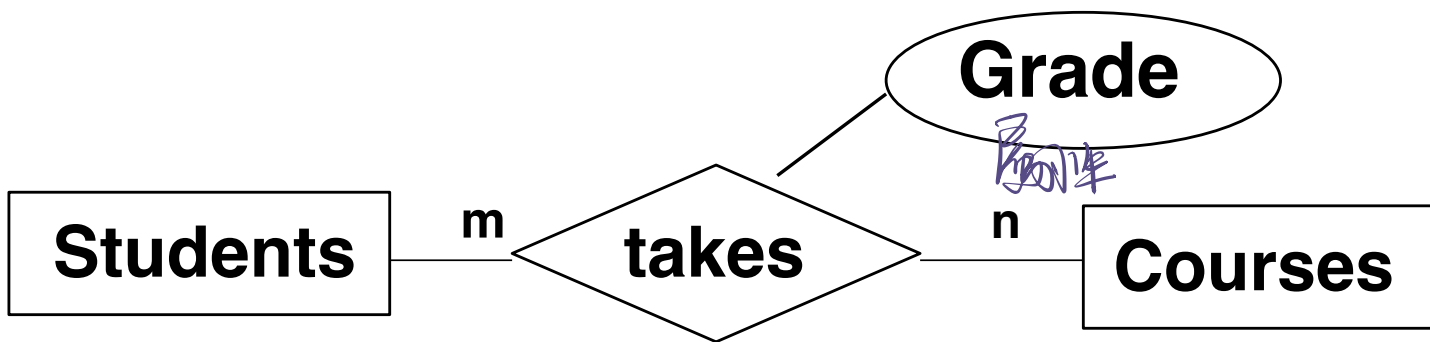


ER 图 (实体的角色)

Case 2: 角色需要明确地给出.



ER 图 (关系的属性)

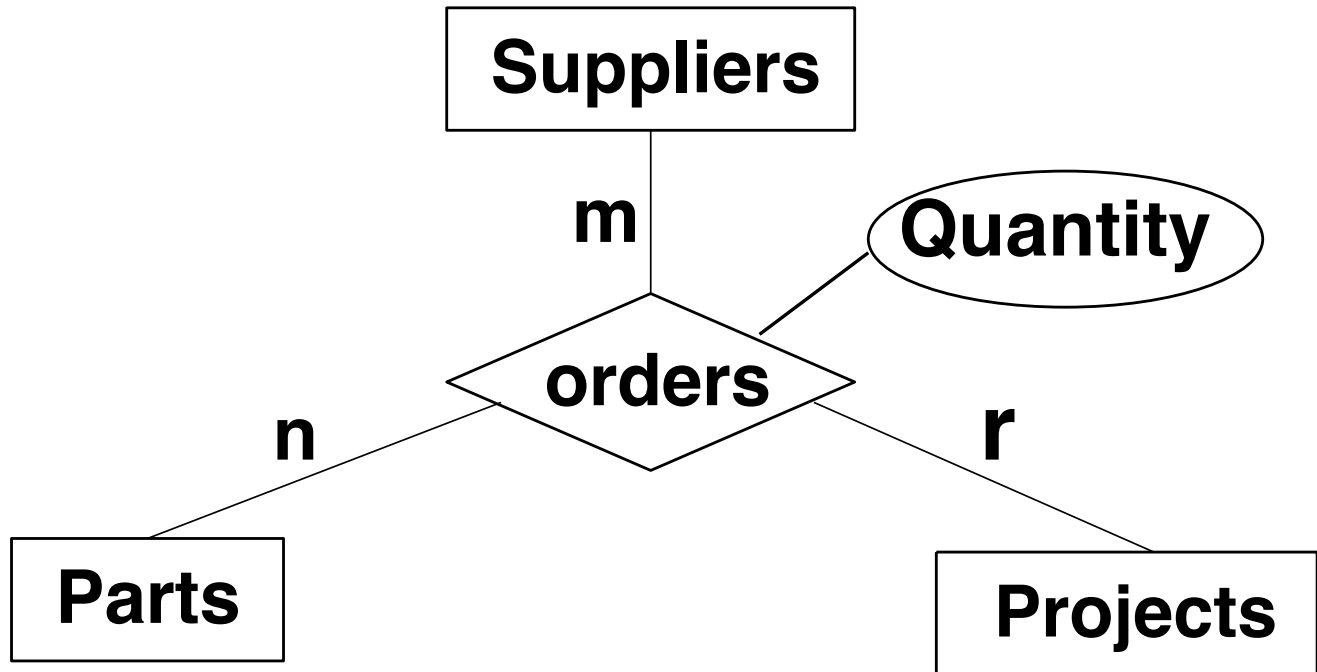


Grade 属性放在哪里?

有关系中两个实体共同决定的属性，放在关系上

ER 图 (关系的属性)

Another example:



E-R模型（示例）

一个实例

某个工厂物资管理的概念模型。物资管理涉及的实体有：

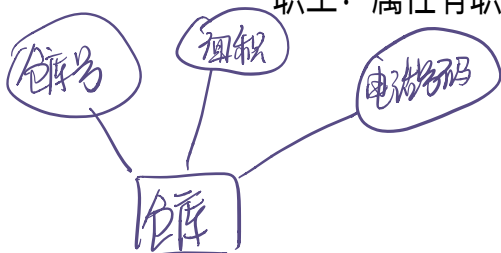
仓库：属性有仓库号、面积、电话号码

零件：属性有零件号、名称、规格、单价、描述

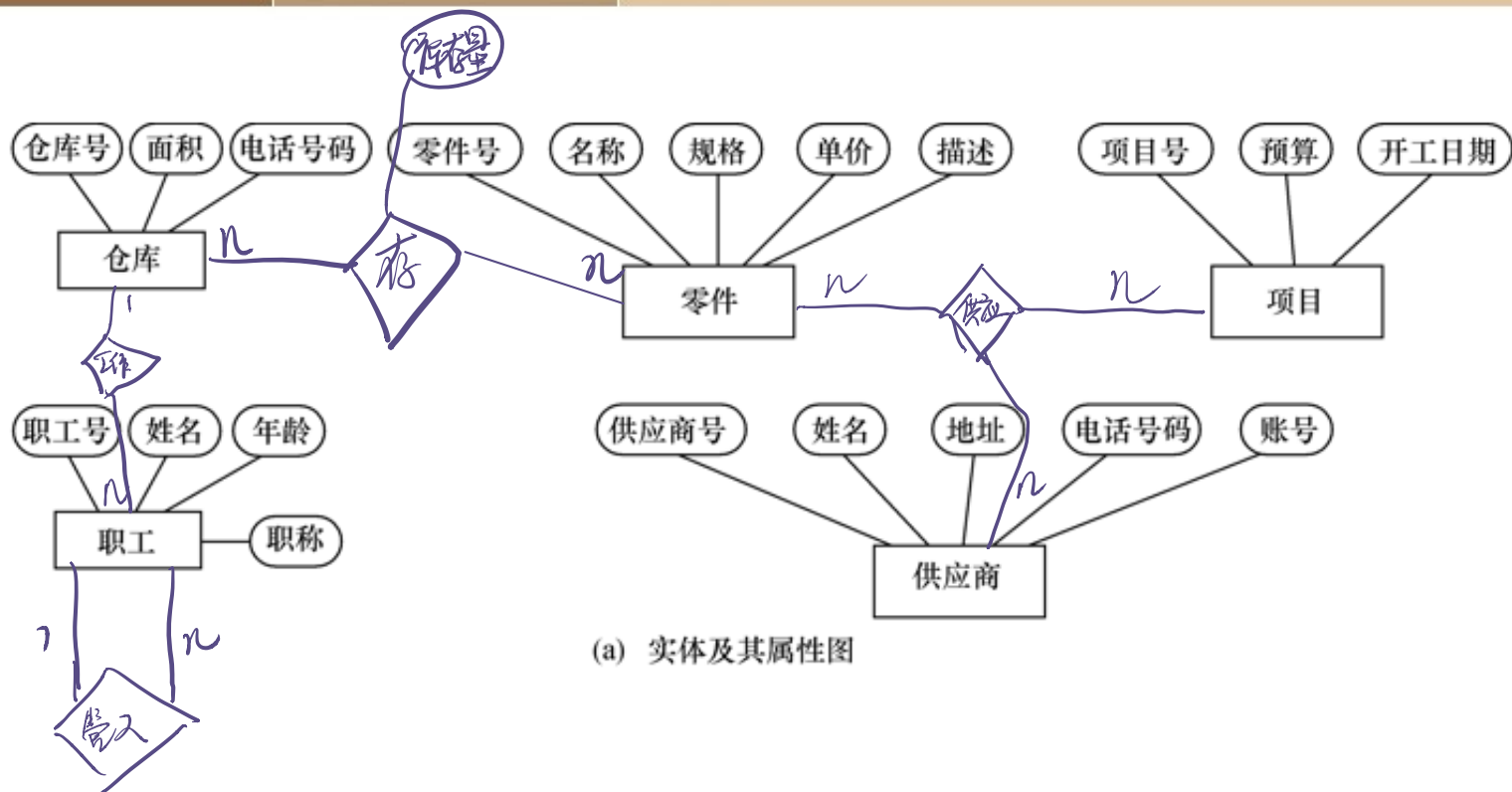
供应商：属性有供应商号、姓名、地址、电话号码、账号

项目：属性有项目号、预算、开工日期

职工：属性有职工号、姓名、年龄、职称



E-R模型 (示例)



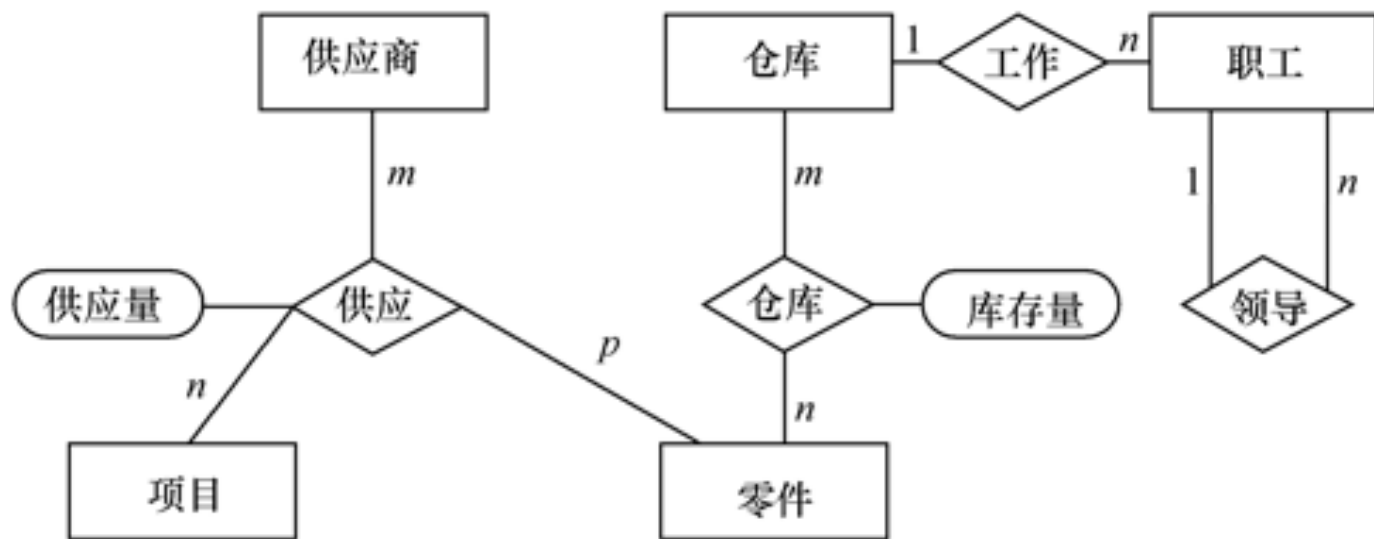
(a) 实体及其属性图

E-R模型（示例）

这些实体之间的联系如下：

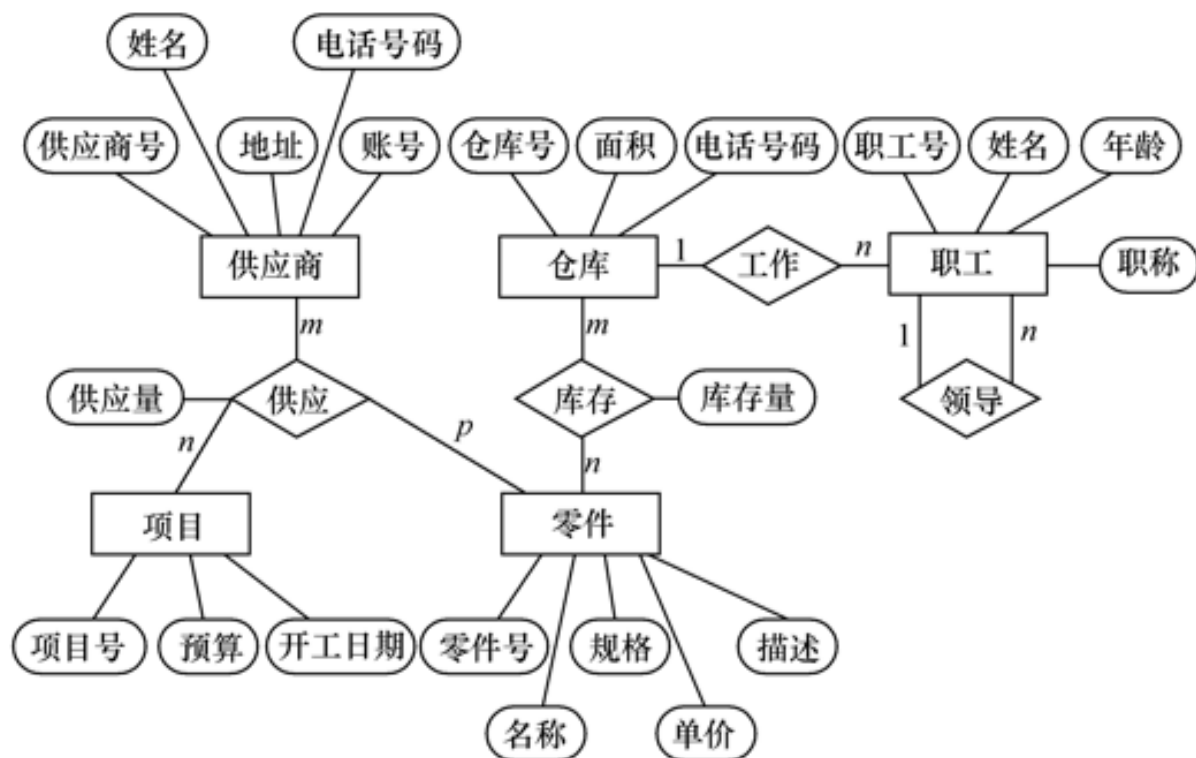
- (1) 一个仓库可以存放多种零件，一种零件可以存放在多个仓库中，因此仓库和零件具有多对多的联系。用 **库存量** 来表示某种零件在某个仓库中的数量。
- (2) 一个仓库有多个职工当仓库保管员，一个职工只能在一个仓库工作，因此仓库和职工之间是一对多的联系。
- (3) 职工之间具有领导与被领导关系。即仓库主任领导若干保管员，因此职工实体型中具有一对多的联系。
- (4) 供应商、项目和零件三者之间具有多对多的联系。即一个供应商可以供给若干项目多种零件，每个项目可以使用不同供应商供应的零件，每种零件可由不同供应商供给。

E-R模型 (示例)



(b) 实体及其联系图

E-R模型 (示例)



(c) 完整的实体-联系图

扩展ER 模型 (EER 模型)

介绍两种扩展:

更精确的连接描述, 基数约束

泛化/特化层次

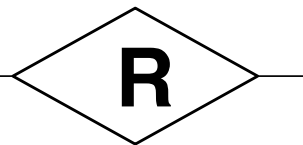
抽象-继承

基数约束(1)

基数约束：说明实型中的任何一个实体可以在联系中出现的
最少次数和最多次数。

取值范围

(min_card, max_card)



$$0 \leq \text{min_card} \leq \text{max_card}$$

解释：E中的每个实体都可能涉及R中min_card和max_card之间的关系。



基数约束(2)

基数在远端画

If $\text{min_card} \geq 1$, E 全部 (强制) 参与关系R, 强制参与约束.

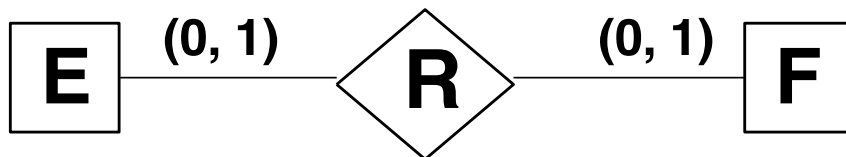
If $\text{min_card} = 0$, E 部分 (选择) 参与 R, 非强制参与约束.



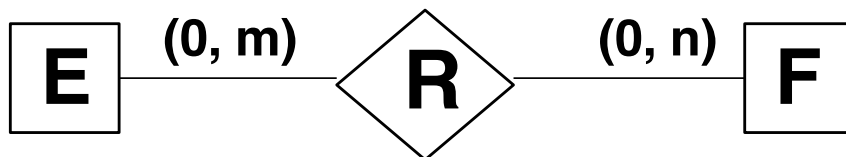
基数约束(3)

1-to-1, 1-to-m, m-to-m关系的描述

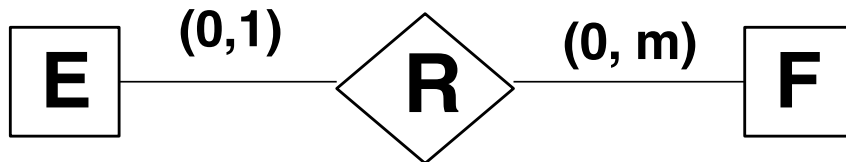
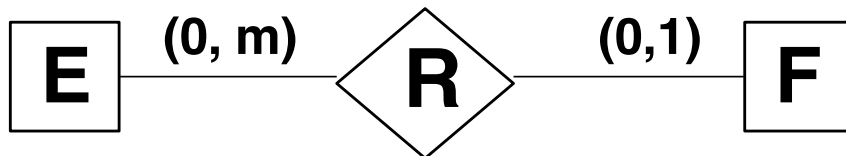
one-to-one:



many-to-many:

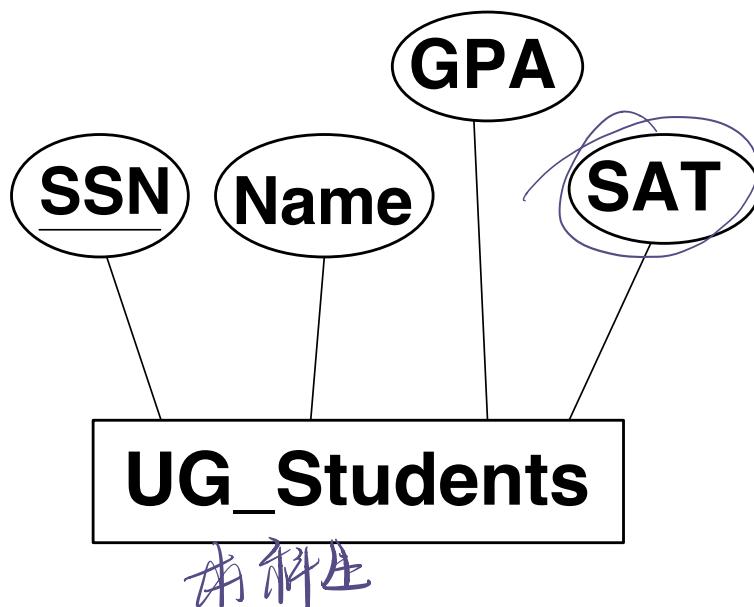
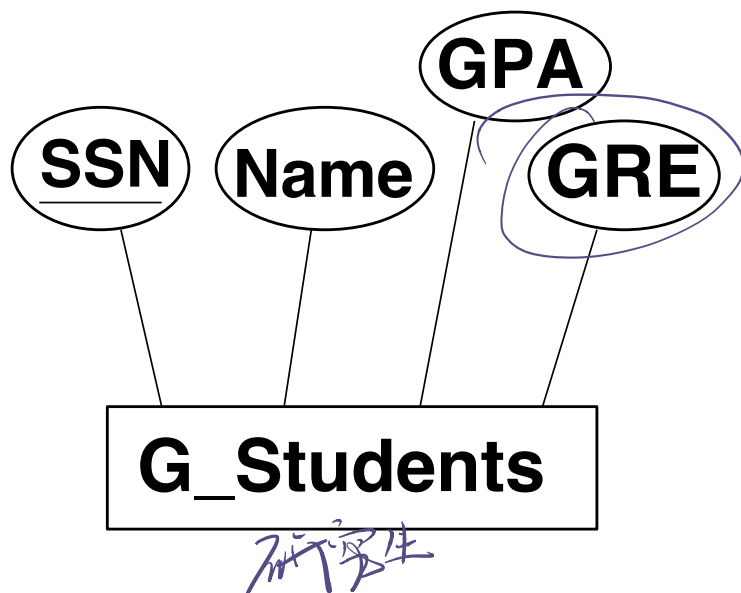


one-to-many:



泛化 (1)

泛化是从给定的语义相关实体集定义广义实体集的过程。

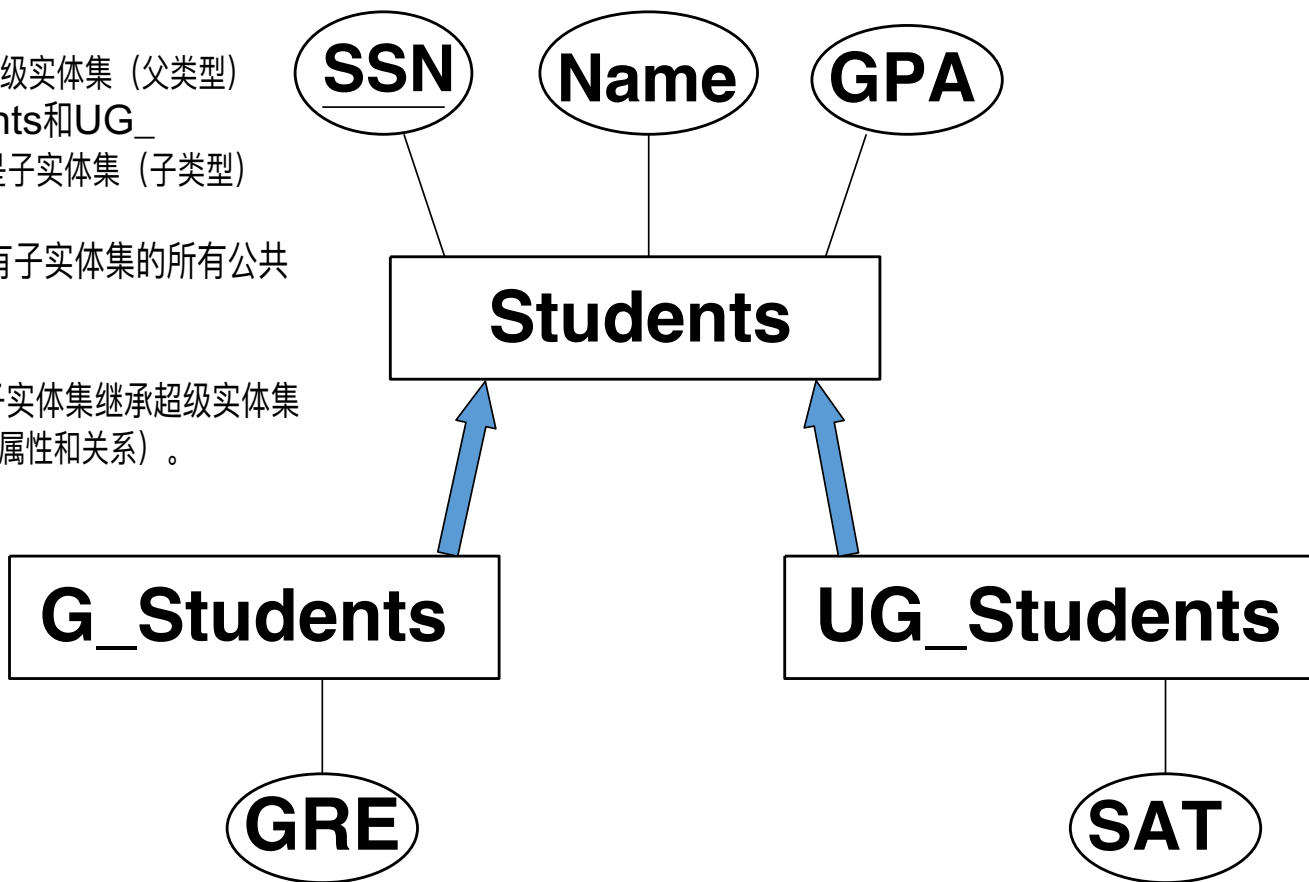


泛化 (2)

学生是一个超级实体集（父类型）
G_Students和UG_Students是子实体集（子类型）

超级实体集有子实体集的所有公共属性。

继承原则：子实体集继承超级实体集的所有属性（属性和关系）。



特化

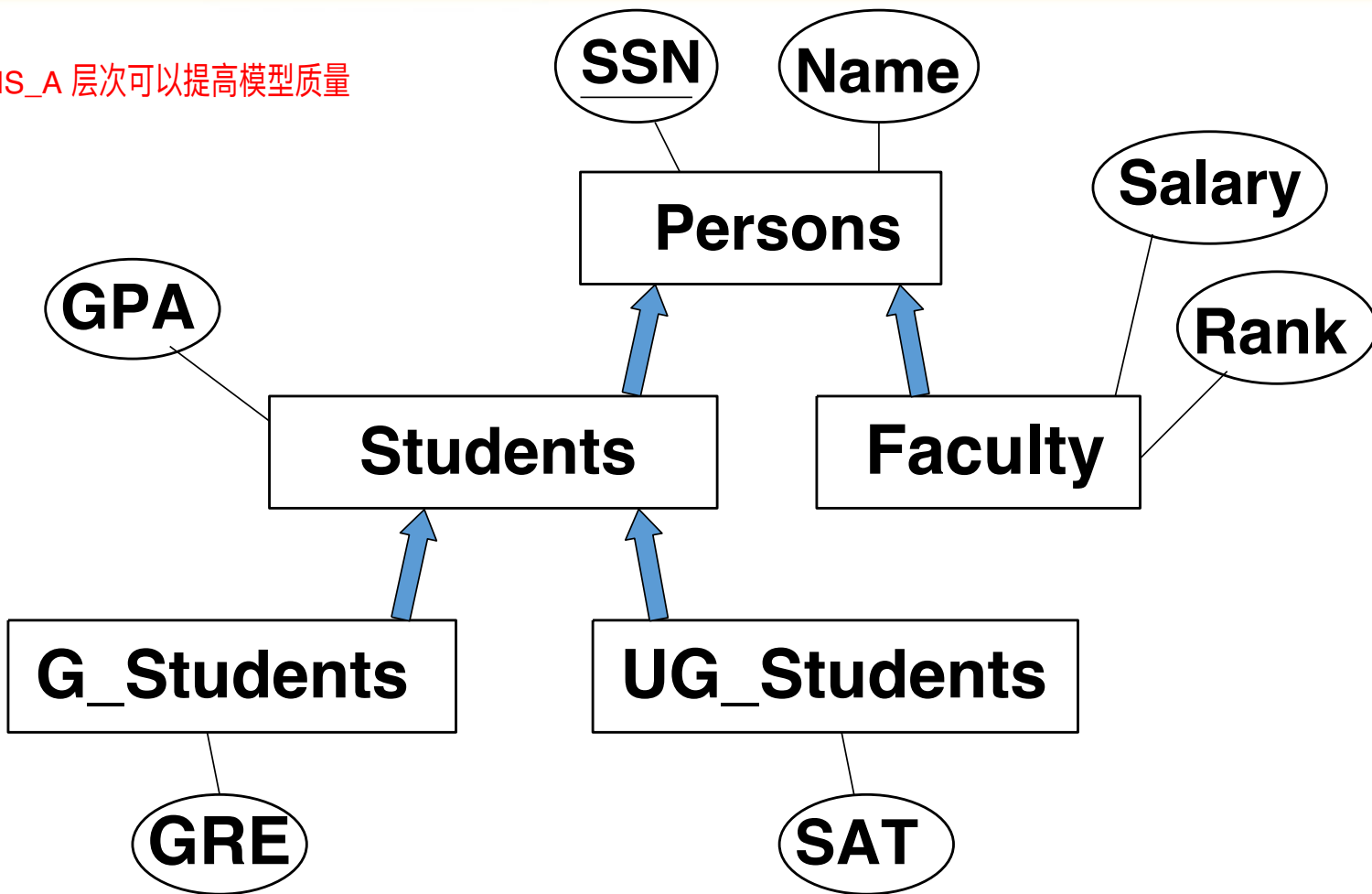
特化：在父实体集中定义子实体集

IS_A 联系：“is a”：子类中的每个实体是父类中的一个实体.

泛化和特化层次称为IS_A 层次.

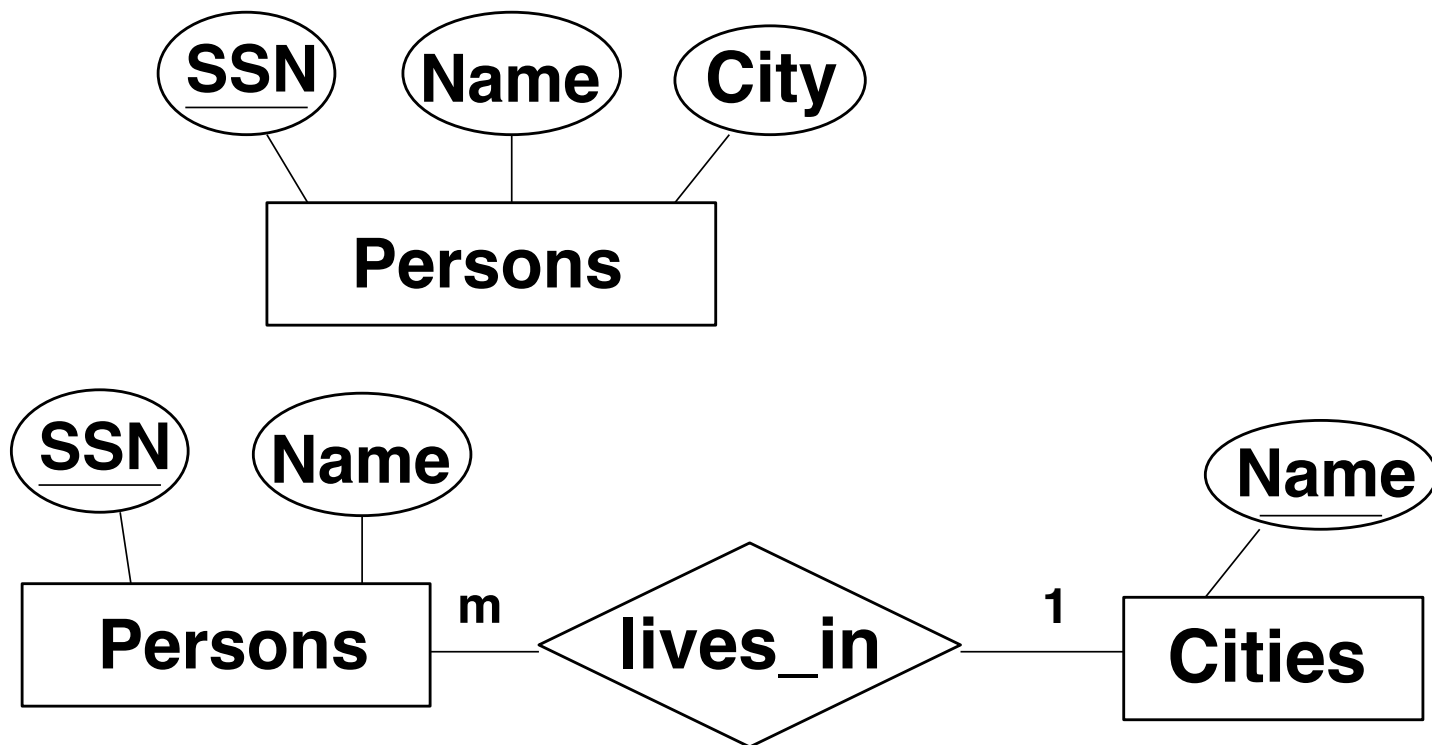
IS_A 层次

IS_A 层次可以提高模型质量

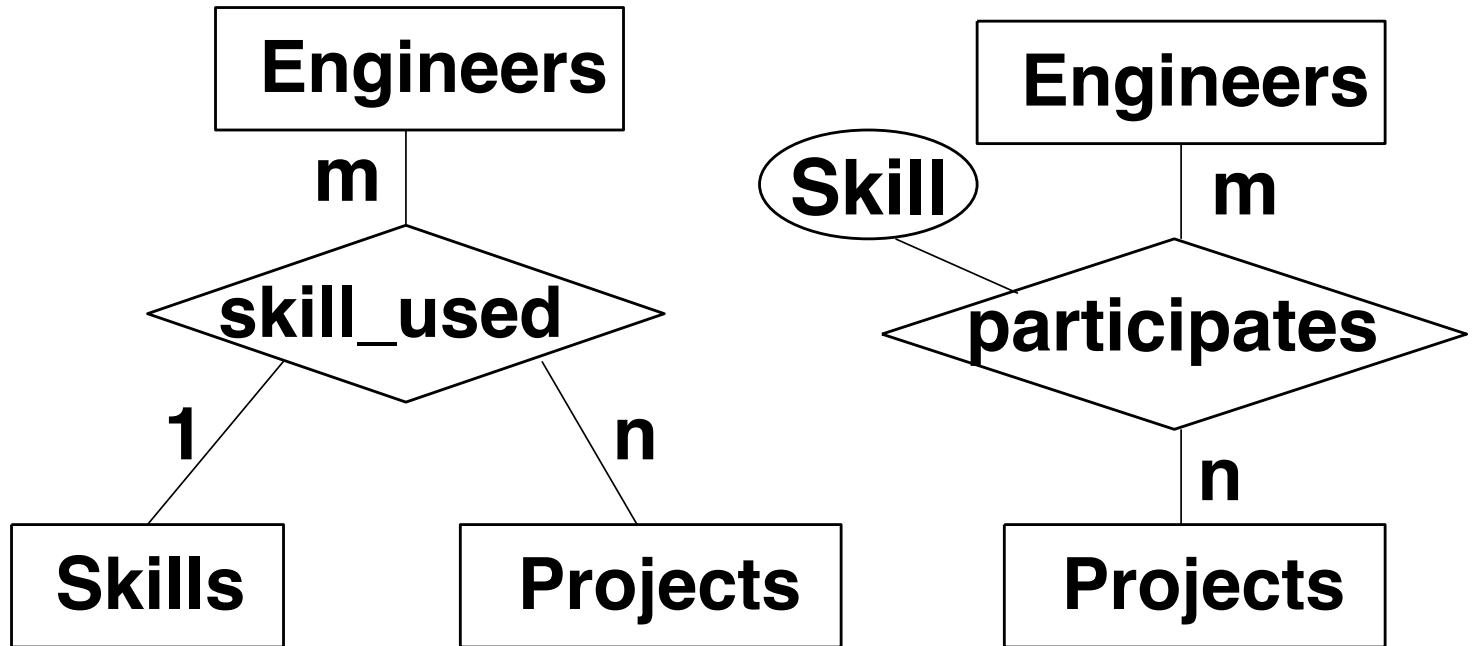


ER 建模的灵活性 (1)

实体和属性



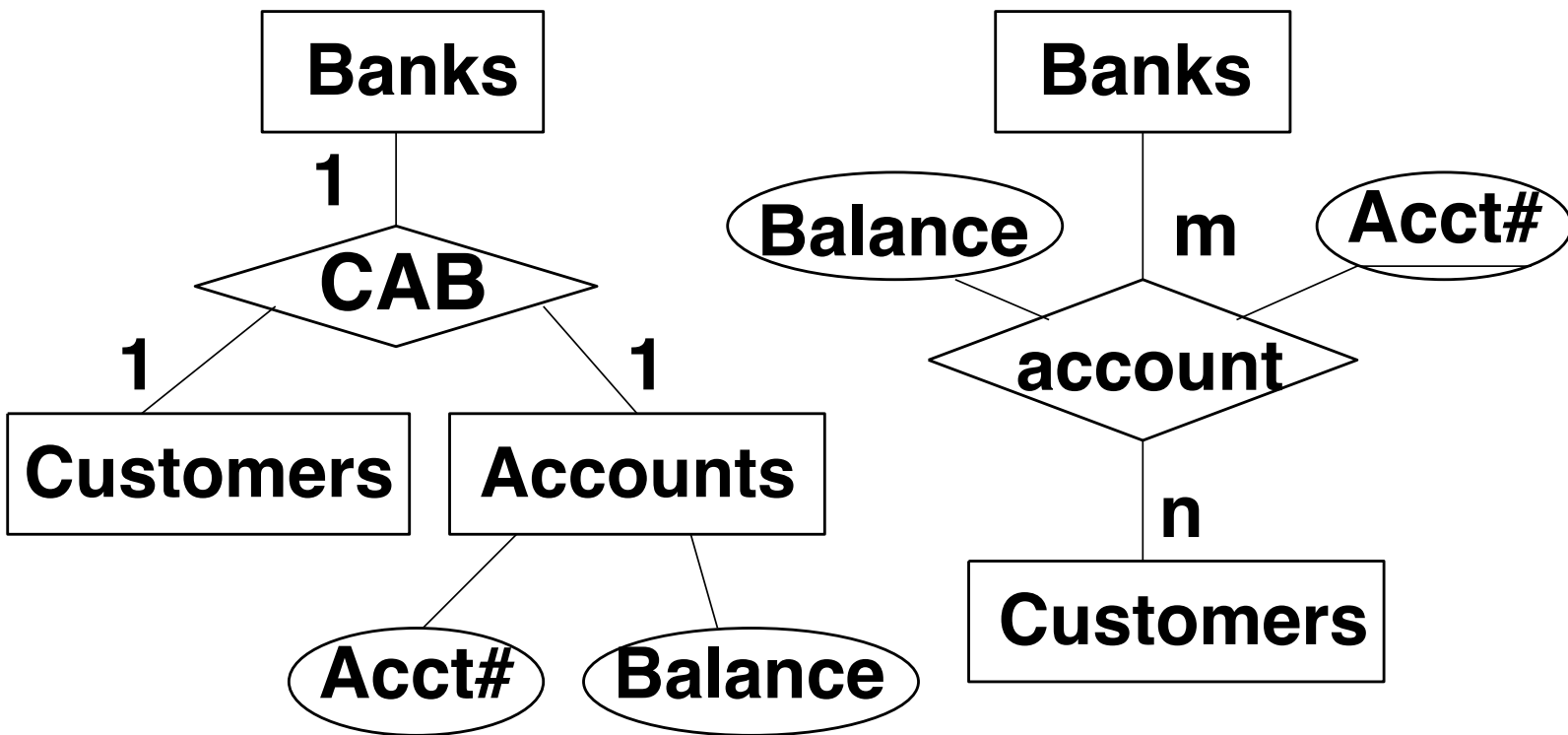
ER 建模的灵活性(2)



Assume each engineer uses at most one skill for any given project.

ER 建模的灵活性(3)

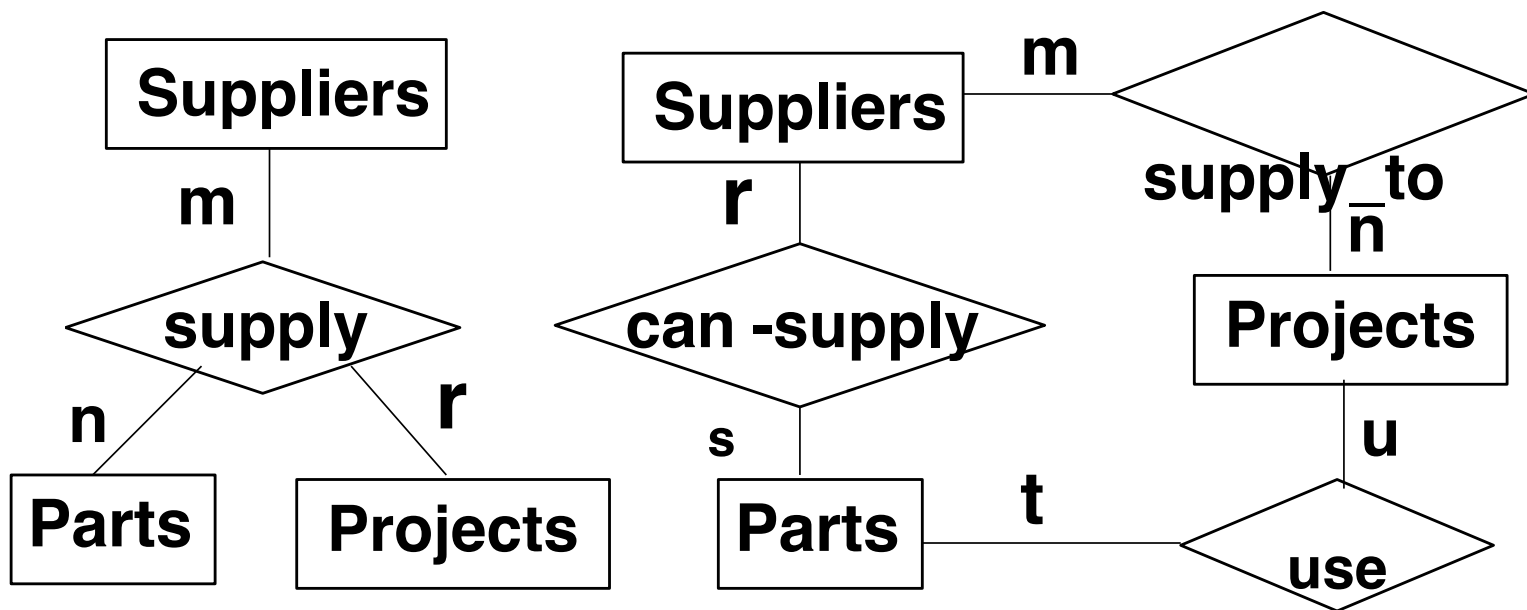
实体集 vs 关系集



ER 建模的灵活性(4)

三元关系 vs. 二元关系

三元关系有时不能用多个二元关系表示。



ER 建模的灵活性(5)

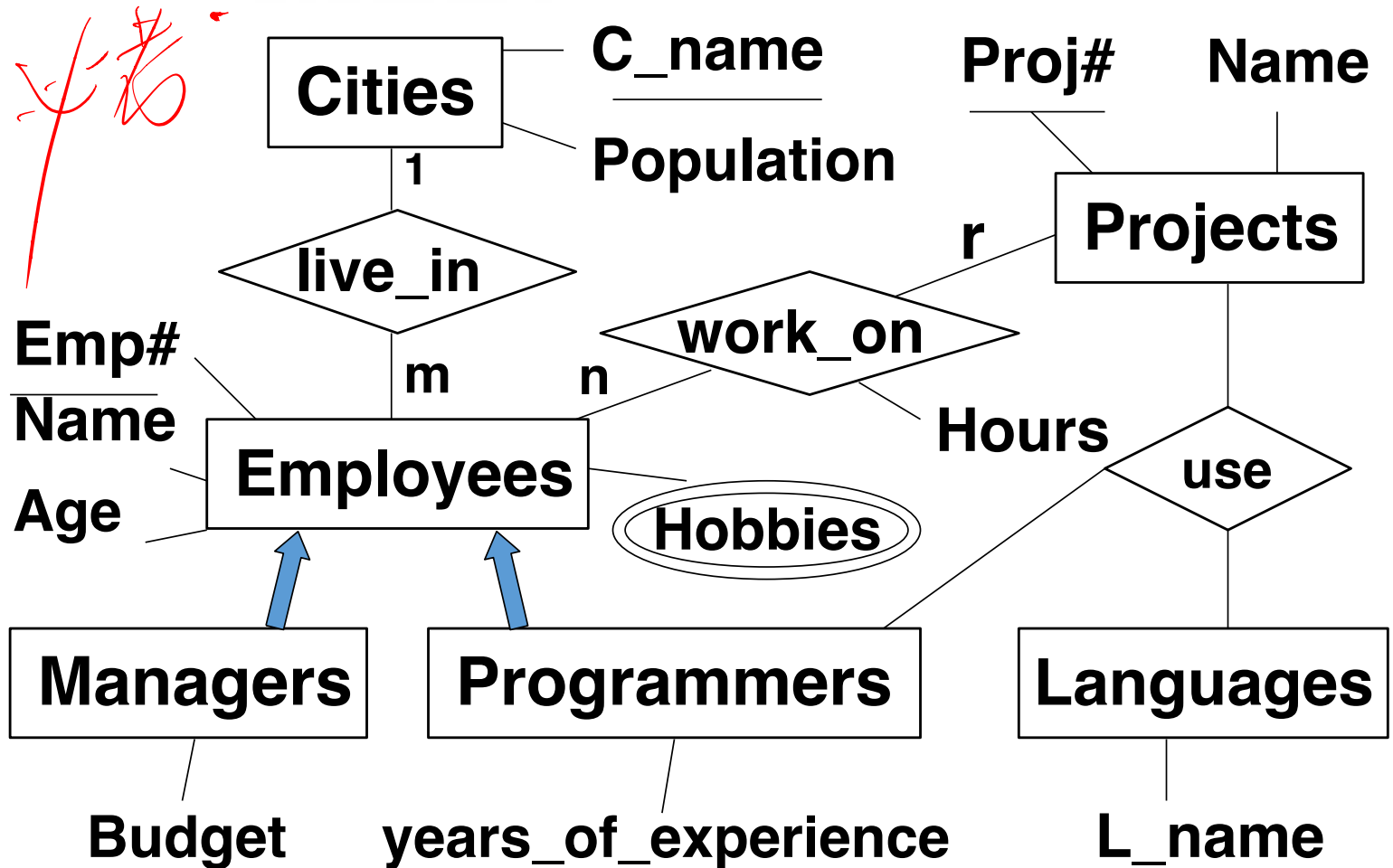
三元关系通常能提供更准确的信息。

supply	supply_to	can-supply	uses
--------	-----------	------------	------

s1 p1 j1	s1 j1	s1 p1	j1 p1
s1 p2 j1	s2 j1	s1 p2	j1 p2
s2 p1 j1	s2 j2	s2 p1	j2 p2
s2 p2 j2		s2 p2	

(s2, p2, j1)可能是从二元关系中错误地派生出来的。

An Example EER Diagram



E-R模型 (示例)

7、学校中有若干系,每个系有若干班级与教研室,每个教研室有若干教员,其中有的教授与副教授每人各带若干研究生;每个班有若干学生,每个学生选修若干课程,每门课可由若干学生选修。请用 E-R 图画出此学校的概念模型。

在画 E-R 图时,读者可以找出的实际语义,画出实体之间的教员、班级与学生之间一对多的指定一个导师,这就是通常的规

E-R 图中各实体的属性假设为:

系:系编号,系名

班级:班级编号,班级名

教研室:教研室编号,教研室

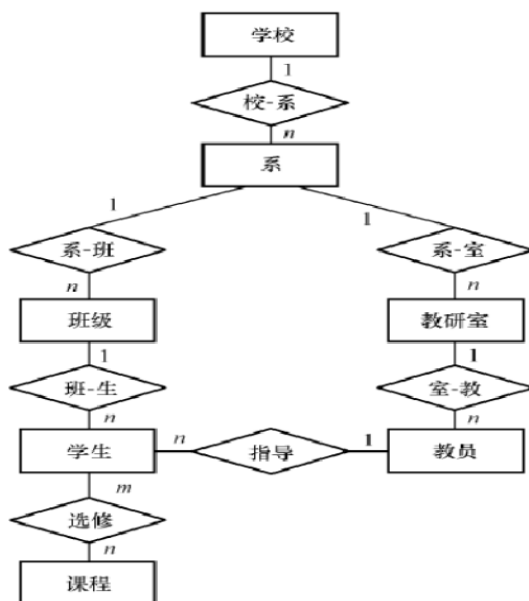
学生:学号,姓名,学历

课程:课程编号,课程名

教员:职工号,姓名,职称

各联系的属性为:选修:成绩,其他联系无属性。

数据库系统概论第五版第七章习题解答及解析



E-R 图中各实体的属性假设为:

系:系编号,系名

班级:班级编号,班级名

教研室:教研室编号,教研室

学生:学号,姓名,学历

课程:课程编号,课程名

教员:职工号,姓名,职称

各联系的属性为:选修:成绩,其他联系无属性。

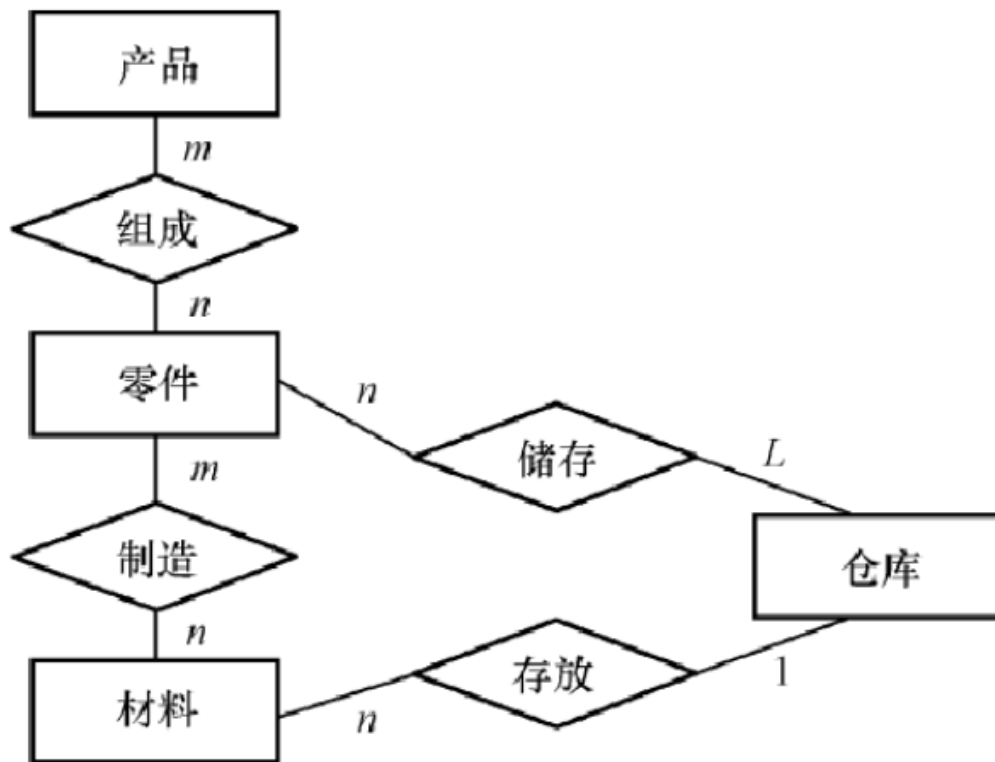
E-R模型（示例）



8、某工厂生产若干产品,每种产品由不同的零件组成有的零件可用在不同的产品上。这些零件由不同的原材料制成,不同零件所用的材料可以相同。这些零件按所属的不同产品分别放在仓库中,原材料按照类别放在若干仓库中。请用 E-R 图画出此工厂产品、零件、材料、仓库的概念模型。

对实体之间联系的语义描述有时不就是直截了当的,需要从对现实世界的整体描述中进行分析,导出实体之间的某种联系。就如本题中,“零件与仓库的联系”就要从以下描述中分析:“零件按所属的不同产品分别放在仓库中”。因为一个产品由多种零件组成的,所以一个仓库中存放多种零件;反过来一种零件就是放在一个仓库还就是多个仓库中呢?因为一种零件可以用在多种产品上,这些零件按所属的不同产品分别放在仓库中,于是就知道一种零件可以放在多个仓库中,所以零件与仓库之间就是多对多的联系。

“材料与仓库的联系”则根据“原材料按照类别放在若干仓库”这句话就可以得出:一个仓库中放多种材料,而一种材料只放在一个仓库中,所以仓库与材料之间就是一对多的联系。



E-R 图中各实体的属性假设为:

产品:产品号,产品名

零件:零件号,零件名

原材料:原材料号,原材料名,类别

仓库:仓库号,仓库名

各联系的属性为:

产品的组成:使用零件量

零件制造:使用原材料量

零件存储:存储量

材料存放:存放量