

# CONTENTS

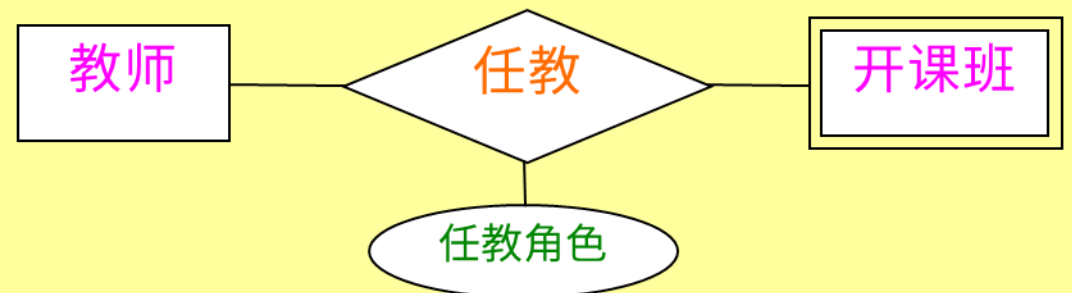
1. 数据库设计过程
2. E-R 模型基本概念及表示
3. 约束
4. 弱实体集
5. 扩展 E-R 特征
6. E-R 建模问题

## ■ 忠实性

- 设计应忠实于应用需求，这是首要的也是最重要的原则。即实体集、属性、联系集都应当反映现实世界及根据所了解的现实世界去建模。
- 例如，教师与开课班之间的联系集任教，是一对多还是多对多的联系集？如果规定一个开课班可能安排多名教师共同任教，则任教就是多对多联系集，联系属性为任教角色（如“主讲”、“指导实验”、“辅导”等）。



(a) 一对多的任教联系集



(b) 多对多的任教联系集

# E-R 建模的基本原则

避免冗余

简单性

选择实体集还是属性

- 通常满足下述两条规则，均可作为属性对待：
  - 作为属性，不能再具有要描述的性质；
  - 属性不能和其它实体相联系。
- 如，开课班弱实体集中的上课地点，如果除了教室编号之外，还需要描述更多信息，如所在教学楼、电话号码、教室类型、教室容量等，则需将属性上课地点转化为实体集教室，以实现教室管理功能。

■选择实体集还是属性常犯两个错误:

- 将一实体集的主码作为另一实体集的属性，而不是使用联系；
- 将相关实体集的主码属性作为联系集的属性。因为联系集已隐含了实体集的主码属性。

# 选择实体集还是联系集

■一事物是描述为实体集还是联系集并没有一个绝对的标准。

■通常原则：

- 实体对应于现实世界中实际存在的事物，是名词。

- 如学生、教师和课程是名词，可作为实体集建模。

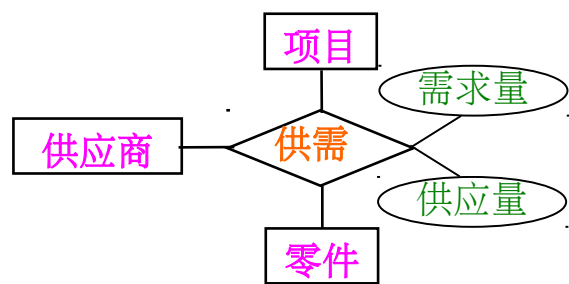
- 联系对应的概念一般为一种动作，即描述实体间的一种行为。

- 如选课、授课是动词，因此作为联系集建模。

■依赖约束和多值联系可能会导致将联系集建模为依赖实体集或弱实体集。

## 多元联系转化为二元联系

- 如图 (a) 所示的是**供应商**、**项目**、**零件**之间的**多对多三元联系集供需**，联系属性有**需求量**、**供应量**等。

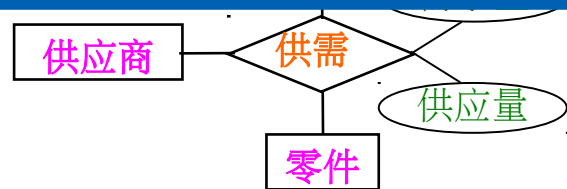


(a) 多元联系集供需

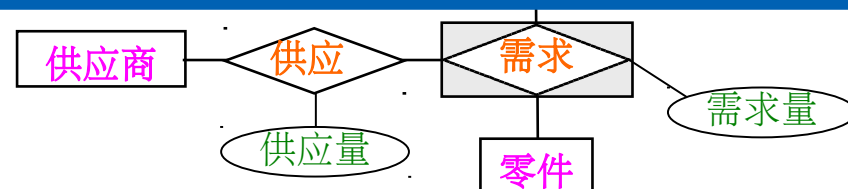
# 多元联系转化为二元联系

## ■ 三元联系转化为二元联系的一般方法：

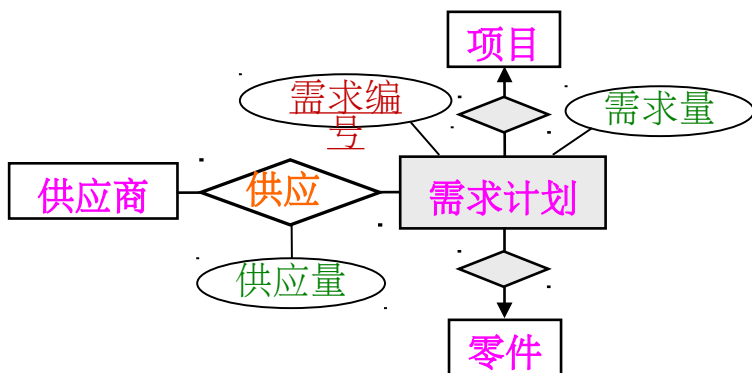
- 通过**聚合**将二元联系集建模成一个**联系实体集**，再加上它与原来联系的实体集之间的二元联系，如图 (b) 所示；
- 或者建立一个**依赖实体集**或**弱实体集**，再与原实体集之间建立二元联系，如图 (c) 、图 (d) 所示。



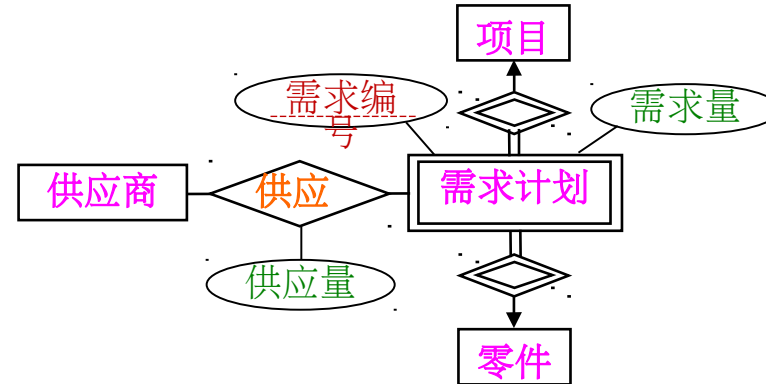
(a) 多元联系集**供需**



(b) 联系实体集**需求**



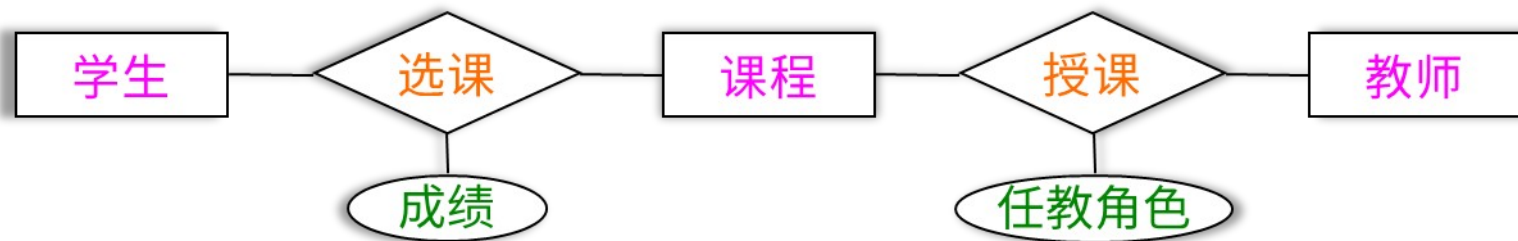
(c) 依赖实体集**需求计划**



(d) 弱实体集**需求计划**

## 多元联系转化为二元联系

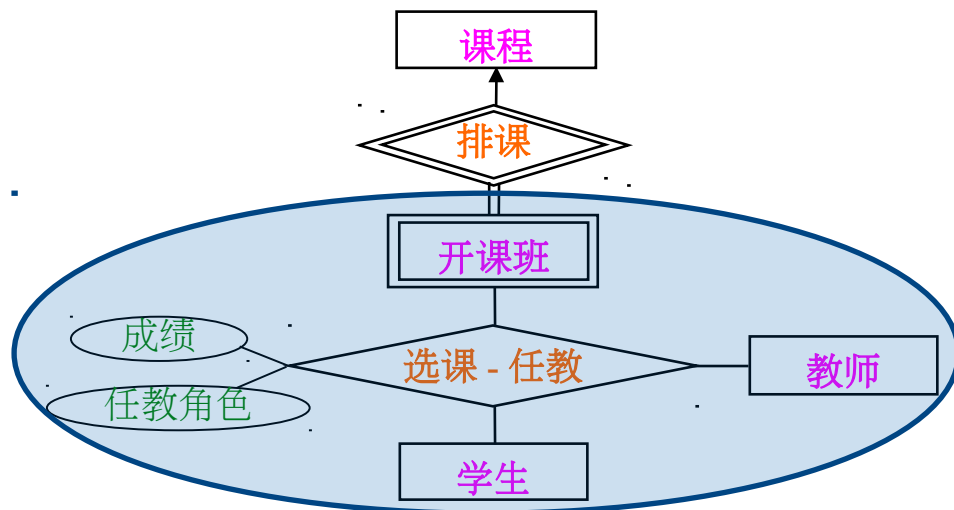
- 三元联系集选课 - 任教，描述了学生、课程、教师之间的多对多的联系语义。
  - 如果将其转化为学生与课程之间的选课以及教师与课程之间的授课 2 个二元联系，则这两个二元联系不能反映学生所选修课程是由谁授课的联系语义。
  - 问题出在一门课程可能会安排多个开课班，从而会安排多名教师授课（不同于一个开课班安排多名教师任教的语义），而学生只是选择其中的一个开课班进行修读。



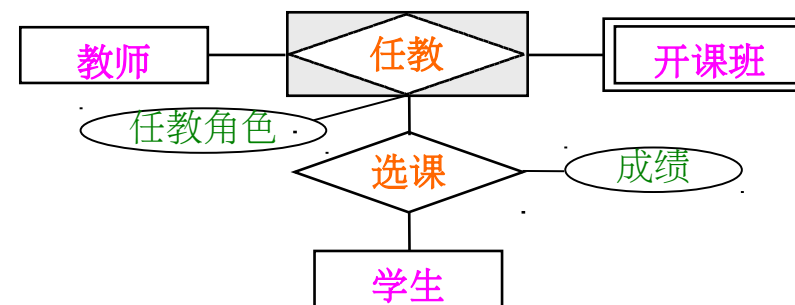


# 多元联系转化为二元联系

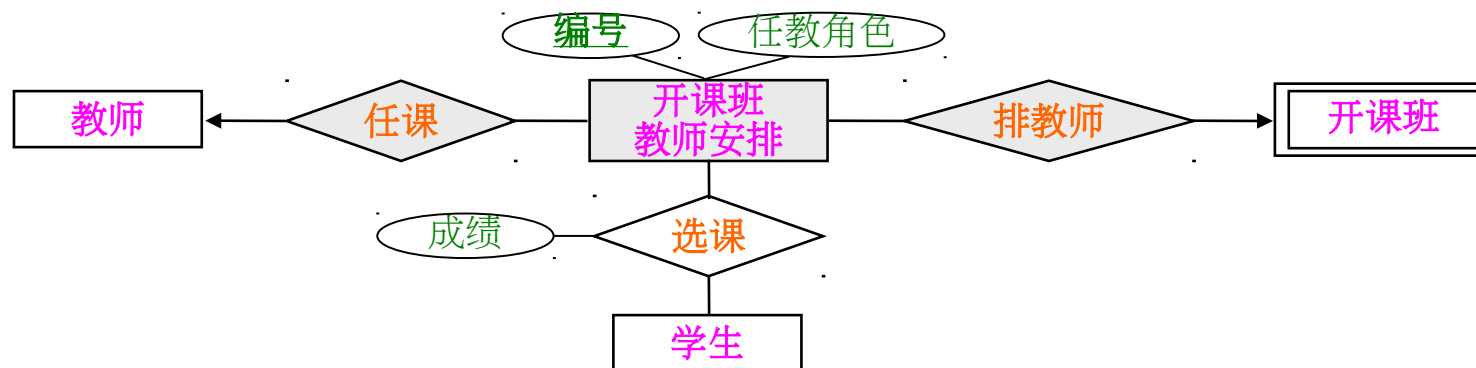
■ 考虑学生、开课班、教师之间的三元联系选课 - 任教。



(a) 学生、开课班、教师之间的三元联系



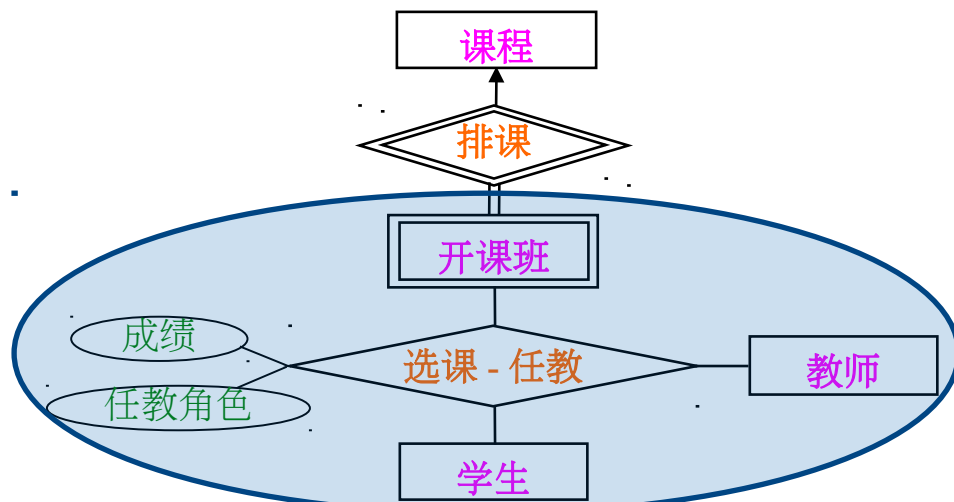
(b) 通过联系实体集的转化方案



(c) 通过依赖实体集的转化方案

# 多元联系转化为二元联系

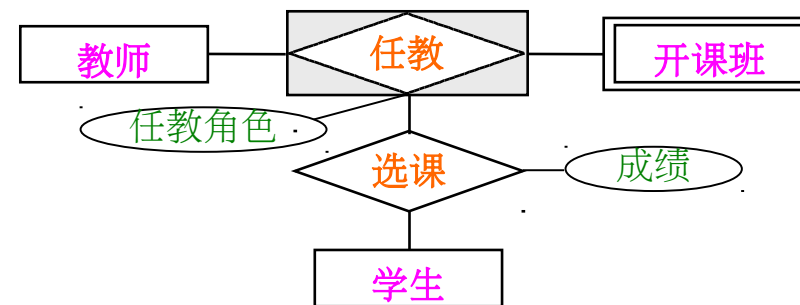
■ 考虑学生、开课班、教师之间的三元联



(a) 学生、开课班、教师之间的三元联系

学生编号	教师编号	开课班号	课程编号	分数
1000	1	1	1	100
1000	2	1	1	90
教师编号		开课班号	课程编号	任教角色
1		1	1	实验
2		1	1	理论

该方案不能反映学生选课的语义



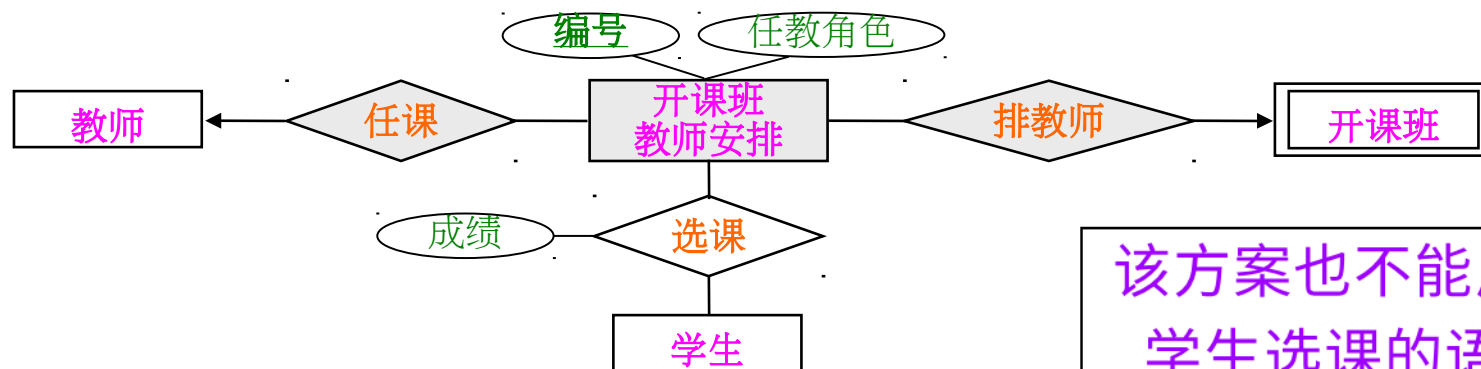
(b) 通过联系实体集的转化方案

- 先在实体集开课班与教师之间建立一个二元联系集任教，再在联系实体集任教与学生实体集之间建立二元联系集选课，如图 (b) 所示。
- 假设任教是多对多的联系语义，则联系实体集任教的主码是 { 课程号, 开课班号, 教师编号 }。
- 学生选课的语义是：选择了某课程的某开课班，也就选择了为该开课班所安排的所有任课教师，而不能选择该开课班的某个 (些) 任课教师。

# 多元联系转化为二元联系

■ 考虑学生、开课班、教师之间的三元联系集选课 - 任教。

- 先在(弱)实体集开课班与教师之间引入一个依赖实体集(或弱实体集)开课班教师安排，再在依赖实体集开课班教师安排与学生实体集之间建立一个二元联系集选课，如图(c)所示。
- 该方案本质上与图(b)所示的方案相同，差别在于联系实体集与依赖实体集(或弱实体集)的主码不同。
- 而依赖实体集开课班教师安排的主码是编号，{课程号, 开课班号}和教师编号分别是参照(弱)实体集开课班和教师的外码。



该方案也不能反映  
学生选课的语义

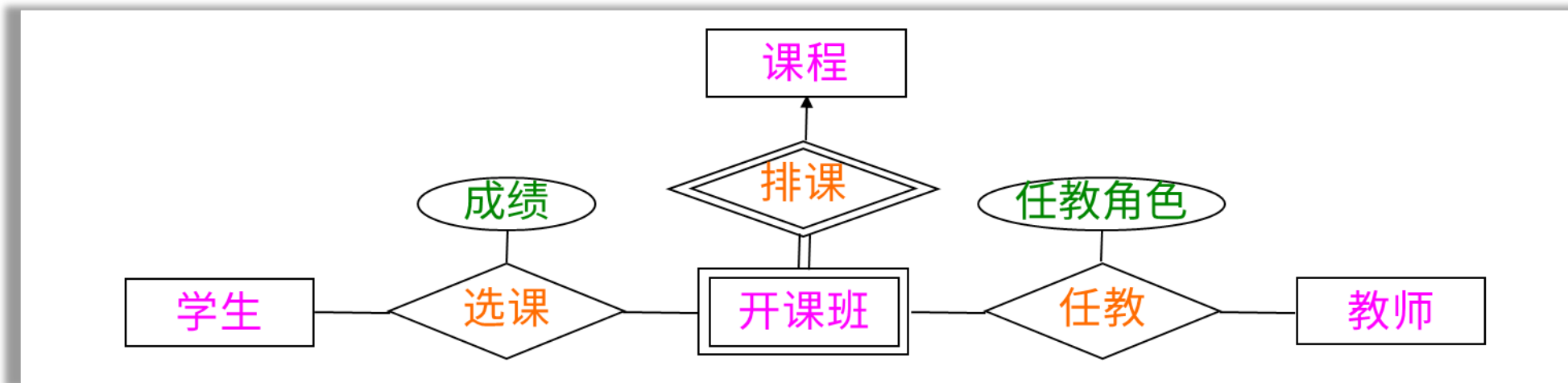
(c) 通过依赖实体集的转化方案

## 多元联系转化为二元联系

开课编号	课程编号	教师	开课编号	课程编号	角色
1	1	1	1	1	实验
2	1	2	1	1	理论
3	2				
学生编号	开课编号	课程编号	分数		
1000	1	1	100		
1200	3	2	98		

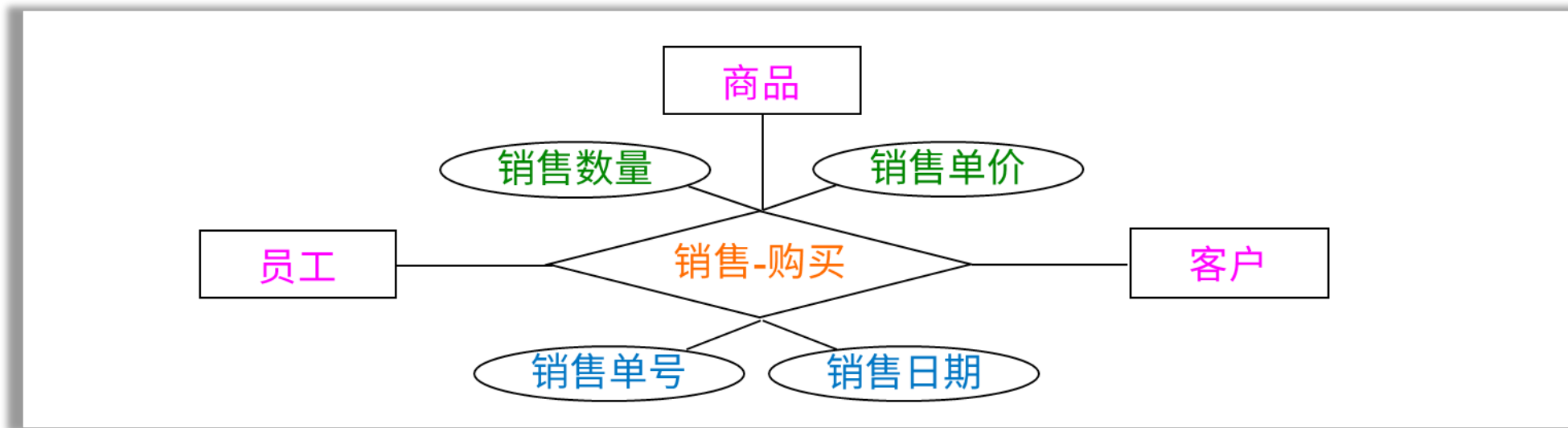
## ■考虑学生、开课班、教师之间的三元联系

- 正确的转化方案如下图所示，它间接地表示了学生、开课班、教师之间的多对多三元联系选课 - 任教。
- 这是因为，若学生选修了某课程的某开课班，则可间接地通过开课班与教师之间的联系集任教来获得为该开课班所安排的所有任课教师（即为该学生授课的教师）。



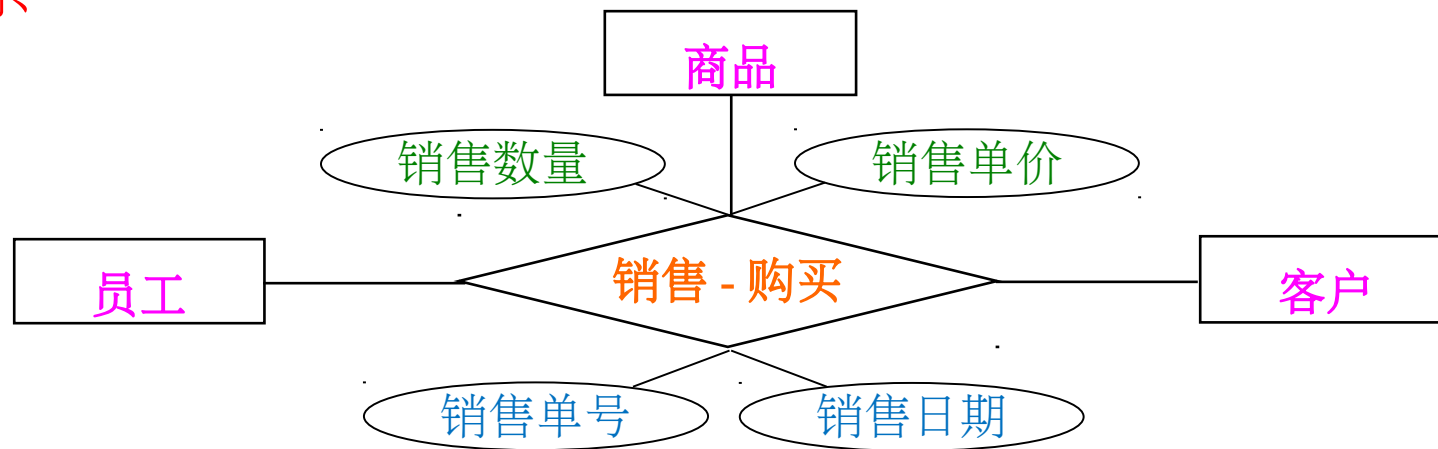
■ 对于商品销售业务，直观上的建模思路有：

- 在员工、客户与商品实体集之间建立多对多的三元联系集“销售-购买”。



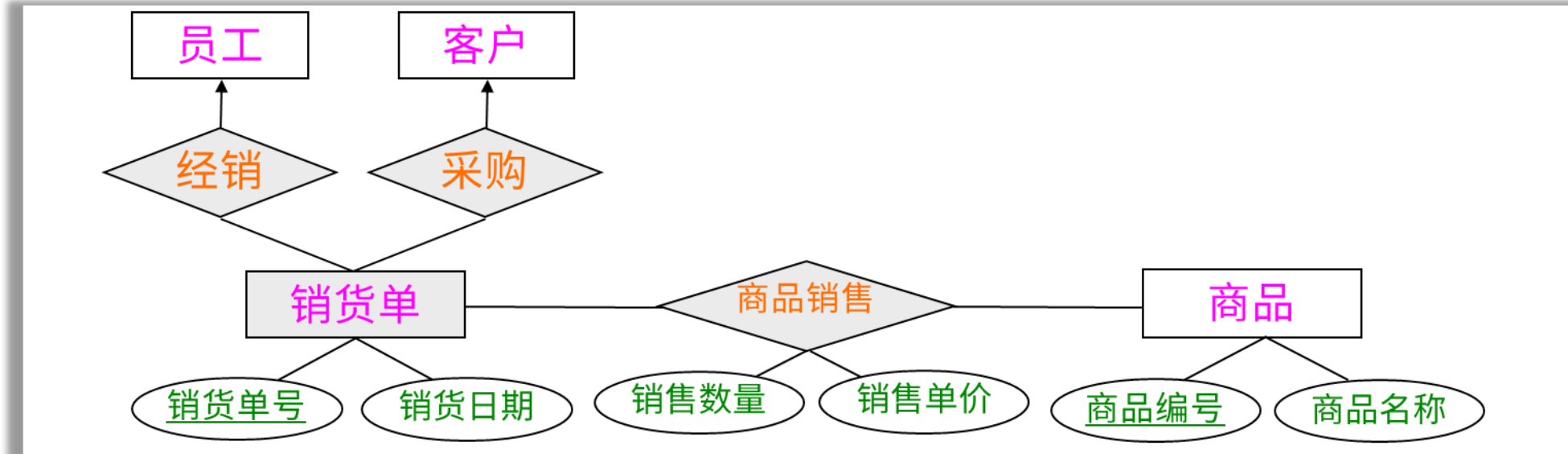
◆ 该建模思路存在如下 2 个问题：

- **数据冗余**。在**销售 - 购买**联系集中，由于有的属性只依赖于一次**销售 - 购买**业务，而不依赖于该次业务中的每一件**商品**，如**销售单号**、**销售日期**等属性，这样将造成**数据冗余**。
- **多值联系**。由于一个**员工**、一个**客户**与一件**商品**之间可能发生多次**销售 - 购买**，即多对多的 **3 元联系集销售 - 购买**是**多值联系**。



# 依赖约束的建模

- ◆ 依赖于联系集而存在的实体集一般是指伴随着业务发生而形成的单据。如员工、客户、商品之间发生销售/购买商品等业务时，伴随着会产生销货单/购货单。
- ◆ 在 E-R 建模时，一般将依赖于业务的发生而产生的销货单/购货单等直接建模为依赖实体集（而不是联系集），并将它直接与所依赖的联系集关联起来。



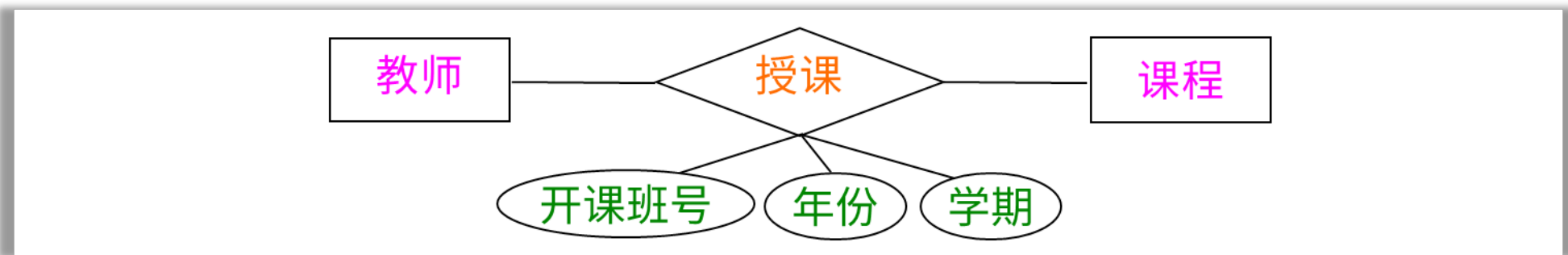
类似的业务有：

- 领料员 / 采购员、仓库保管员、材料之间发生的出库 / 入库业务会伴随着产生出库单 / 入库单；
- 读者、图书管理员、图书之间发生的借书业务会伴随着产生借书单；
- 客户、员工、现金之间发生的存款 / 取款业务会伴随着产生存款单 / 取款单；
- 病人、医生、药品之间发生的诊断业务会伴随着产生病历记录 - 处方单；
- 旅客、员工、客房之间发生的入住业务会伴随着产生入住单；
- 司机、警察、违章处罚目录之间发生的违章处罚业务会伴随着产生违章处罚单；
- 员工、游客、景点之间发生的旅游业务会伴随着产生旅游安排单；
- 公交车、车站之间发生的运行安排业务会伴随着产生公交线路。



## 多值联系的建模

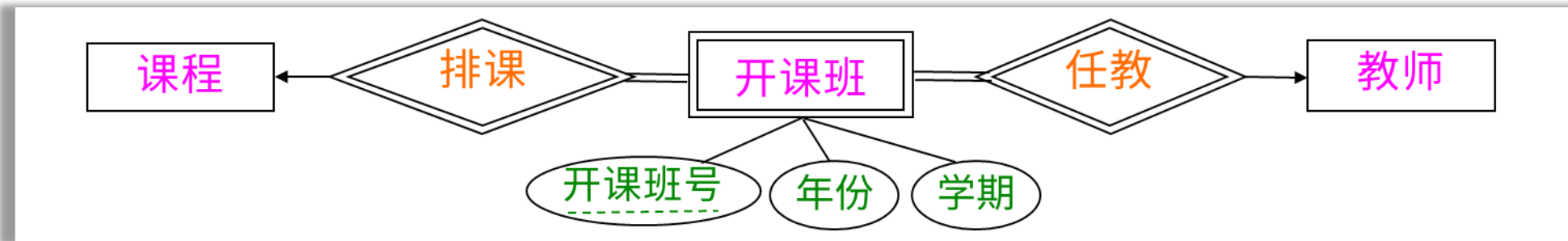
- 考虑实体集**教师**与**课程**之间的多对多**授课**联系集。由于一个教师可能会讲授同一门课程多次，即**授课**联系集是**多值联系**。



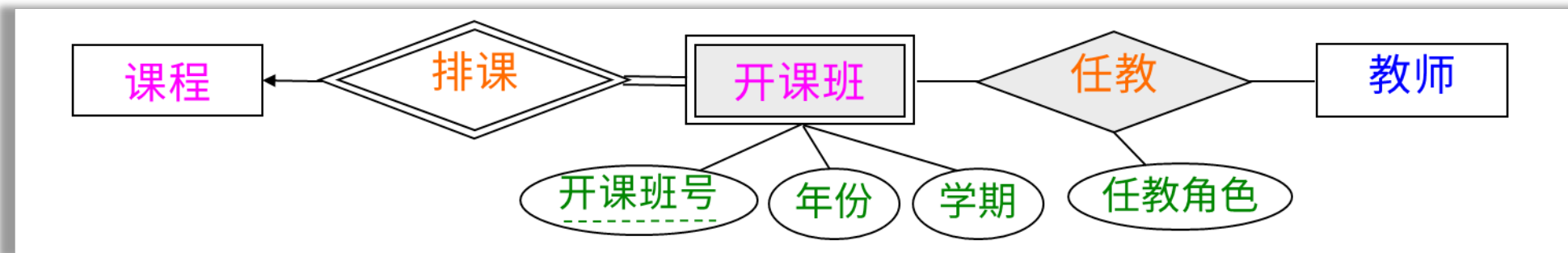
- 为了唯一标识多值联系中的多个联系，可以考虑将**多值联系**建模为一个**依赖实体集**或**弱实体集**，该**弱实体集**依赖于与它相关联的各个实体集，或该**依赖实体集**依赖于与它相关联的各个联系集。也就是说，**多值联系的建模问题可转化为依赖约束的建模问题**。

# 多值联系的建模

## ■ 将多值联系建模为弱实体集

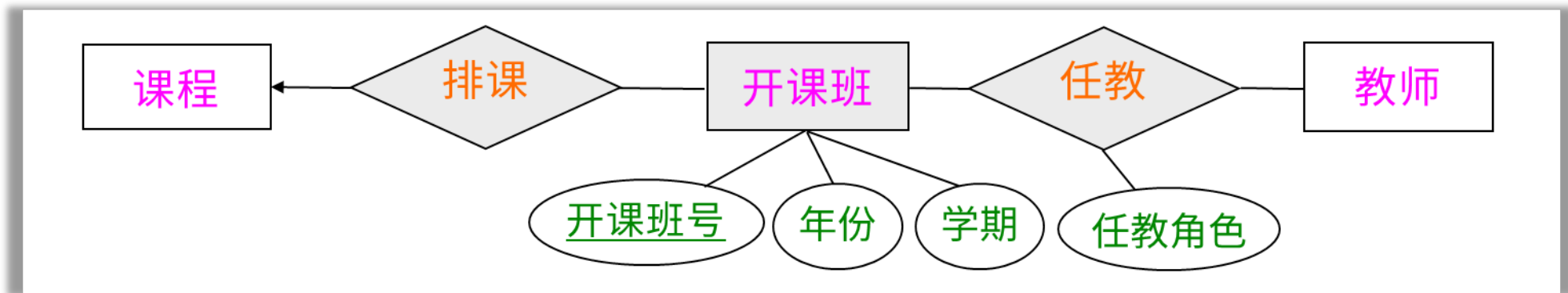


- 一方面，如果开课班还没有明确任课教师，则该开课班无法存在；
- 另一方面，如果一个开课班需要安排多名教师任教，则无法安排，因为弱实体集与其所依赖的实体集之间只能存在多对一的联系集。
- 因此，应该将开课班建模为仅依赖于课程实体集的弱实体集，同时弱实体集开课班也依赖于联系集任教。



# 多值联系的建模

- 将多值联系建模为依赖实体集
- 为了唯一标识多值联系中的多个联系，也可以将开课班直接建模为一个同时依赖于排课、任教联系集的依赖实体集，此时开课班号为主码，要求能够唯一标识所有课程在所有学期开设的教学班（即开课班号全局不允许出现重号）。



## 小结

- E-R 模型设计原则
  - 忠实性、简单性、避免冗余
  - 选择实体集还是属性?
  - 选择实体集还是联系集? (依赖约束、多值联系的建模)
  - 多元联系转化为二元联系: 联系实体集、依赖实体集或弱实体集

