

数据库系统原理

(第 3 版)

第4章 数据库建模

目 录

- 4.1 数据库设计过程
- 4.2 E-R模型基本概念及表示
- 4.3 约 束
- 4.4 弱实体集
- 4.5 扩展E-R特征
- 4.6 E-R建模问题
- 4.7 数据库概念设计实例——大学选课系统
- 4.8 逻辑设计——E-R模型转化为关系模型

“大学选课管理系统”需求分析

■ **需求分析**是数据库**概念设计**的基础。本节给出一个简化的大学选课系统的**需求分析**，重点是**功能需求分析**、**数据需求分析**和**业务规则及完整性约束分析**

■ 系统需求分析

- 需求概述和系统边界
- 功能需求分析
- 数据需求分析
- 业务规则及完整性约束分析



学年学期: 2018-2019-2

上课院系: ---请选择---

通知单类别: ---请选择---

开课单位: [063]计算机系

上课年级: ---请选择---

是否提交: ---请选择---

课程编号:

上课专业: ----请选择----

课程名称:

上课班级: ---请选择---

查询

空白任务导出 任务填报结果导出 刷新详细安排

| <input type="checkbox"/> | 序号 | 课程编号 | 课程名称 | 计划学时 | 学分 | 校区 | 授课对象 | 预置人数 | 课程属性 | 讲课周次 | 讲课学时 | 考试方式 | 详细说明 | 操作 |
|--------------------------|----|----------|----------------|------|-----|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <input type="checkbox"/> | 33 | 12894008 | 大数据管理 | 40 | 2 | 奉贤校区 | 软件161-2 | 62 | 选修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 34 | 12893004 | 程序设计综合实践 | 1 | 1 | 奉贤校区 | 计算机类181-5 | 185 | 必修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 35 | 12892008 | 操作系统课程设计 | 2 | 2 | 奉贤校区 | 计161-4 | 115 | 必修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 36 | 12891014 | 操作系统 | 64 | 3.5 | 奉贤校区 | 计161-4 | 115 | 必修 | 1-18 | | 考试 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 37 | 12890008 | 编译原理课程设计 | 2 | 2 | 奉贤校区 | 计161-4 | 115 | 必修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 38 | 12889014 | 编译原理 | 64 | 3.5 | 奉贤校区 | 计161-4 | 115 | 必修 | 1-18 | | 考试 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 39 | 12888010 | 编译技术 | 48 | 2.5 | 奉贤校区 | 软件171-3 | 63 | 必修 | 1-18 | | 考试 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 40 | 12885060 | 毕业论文(设计) | 18 | 15 | 徐汇校区 | 计151-3 | 94 | 必修 | 1-18 | | 考试 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 41 | 12884010 | WEB软件技术 | 48 | 2.5 | 奉贤校区 | 计171-4班/信工161-3.. | 270 | 选修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 42 | 12880012 | JAVA程序设计 | 56 | 3 | 奉贤校区 | 信工161-3班/信工161-.. | 199 | 选修 | 1-18 | | 考查 | | 任务填报 |
| <input type="checkbox"/> | 43 | 12878008 | ACM国际大学生程序设计竞赛 | 32 | 2 | 奉贤校区 | | | 公选 | 1-8 | | 考试 | | 任务填报 |

大学选课管理系统面向全体师生，对学院、班级、教师、学生、课程等基本信息以及排课(每门课程开几个教学班？谁来任教？上课时间与教室安排等)、选修及成绩等进行统一管理，实现排课、选课及成绩管理的科学化、系统化和自动化，最大限度地为老师和学生提供方便和提高管理效率。

本系统不考虑课程退选、改选和考试安排等功能。

功能需求分析

- **学院基本信息管理**: 学院基本信息录入、维护与查询
- **班级基本信息管理**: 班级基本信息录入、维护与查询
- **学生基本信息管理**: 学生基本信息录入、维护与查询
- **教师基本信息管理**: 教师基本信息录入、维护与查询
- **课程基本信息管理**: 课程基本信息录入、维护与查询
- **教室基本信息管理**: 教室基本信息录入、维护与查询
- **排课管理**: 根据开课计划实现自动或半自动的排课
- **学生选课**: 提供选课、退选和改选功能
- **课表查询**: 提供不同人员以不同方式查询选课信息
- **成绩管理**: 学生考试成绩录入、修改及查询

功能需求分析

- 学院基本信息管理：学院基本信息录入、维护与查询
- 班级基本信息管理：班级基本信息录入、维护与查询

大学学分制管理系统的功能需求？

- 课程基本信息管理：课程基本信息录入、维护与查询
- 教室基本信息管理：教室基本信息录入、维护与查询
- 排课管理：根据开课计划实现自动或半自动的排课
- 学生选课：提供选课、退选和改选功能
- 课表查询：提供不同人员以不同方式查询选课信息
- 成绩管理：学生考试成绩录入、修改及查询

数据需求分析

- 数据库的**数据需求**可以根据与用户的交流和设计者自己对企业或组织的业务分析得到，作为**概念设计**中确定**实体集**、**联系集**的基础。具体包括：
 - 日常业务中涉及的各**实体**对象需要**采集哪些数据**？
 - 各日常**业务**发生时需要**采集哪些数据**？
 - 在对一个**业务功能**的**数据需求**(通常对应于**业务表格**或**单据**)进行描述时，**可能会包含多个基本对象的属性**，这是发现**实体集**之间**联系**的重要途径之一，也是定义用户界面和报表的依据。

数据分析

- **学院**需要记录学院编号、学院名称、学院地址等信息，由学院编号唯一标识
- **教师**要求记录教师编号、教师姓名、职称、学位等信息，由教师编号唯一标识
 - 一个学院可聘用多名教师，但一名教师只能属于一个学院
- **班级**需要记录班级编号、班级名称、年级、班级人数、所属学院等信息，由班级编号唯一标识
 - 一个学院有多个班级，一个班级只能归属于某一个学院
 - 班级人数为派生属性，它的值可通过统计学生实体集中属于该班学生的人数而得到

数据需求分析

- 学生需要存储学号、姓名、性别、出生日期、家庭住址、电话号码、所属班级等信息，由学号唯一标识
 - 家庭住址由省份、城市、街道组成——复合属性；
 - 电话号码可能有多个，如宿舍电话、实验室电话、移动电话等——多值属性；
 - 年龄可由生日推算出来——派生属性，不作为存储属性
 - 学生可进一步分本科生和研究生两类，本科生需记录个人兴趣，研究生需记录研究方向、指导老师
 - 一个班级有多名学生，但一个学生只能属于某一个班级
 - 一个教师可以指导多名研究生，但一个研究生只能安排一名指导教师

数据需求分析

- **课程**需要记录课程号、课程名称、课时、学分、先修课、所属学院等信息，由课程号唯一标识（为实现分类管理，可增加课程类别属性）
 - 课程之间需设置先修要求，一门主课程至多可以指定一门先修课程，但一门先修课程可对应于多门主课程
 - 一个学院可管理多门课程，但一门课程只能归属一个学院
- 每门课程可以安排多个**开课班**，**开课班**需存储课程号、开课班号、年份、学期、上课时间、上课地点、教室容量、选课人数、任课老师等信息，开课班号为部分码
 - 一个开课班可安排多名教师任教，需明确教师任教开课班的任教角色；一名教师也可同时任教多个开课班
 - 一个开课班被多名学生选修，每个学生可选修多个开课班

如何理解开课班与学生之间 多对多联系的语义(约束)?

- 课程需要记录课程号、课程名称、课时、学分、先修课、所属学院等信息，由课程号唯一标识（为实现分类管理，可增加课程类别属性）

- 但是，一个学生同一学期不能选修同一门课程的一个开课班多次(非多值联系)；也不能选修同一门课程的不同开课班（请大家思考这是为什么？）

- 每门课程可以安排多个开课班，开课班需存储课程号、开课班号、年份、学期、上课时间、上课地点、教室容量、选课人数、任课老师等信息，开课班号为部分码
 - 一个开课班可安排多名教师任教，需明确教师任教开课班的任教角色；一名教师也可同时任教多个开课班
 - 一个开课班被多名学生选修，每个学生可选修多个开课班

数据需求分析

- 教室需要记录教室编号、所在教学楼、电话号码、教室类型、教室容量等信息，由教室编号唯一标识
 - 一个教室可安排多个开课班，一个开课班可安排多个时间和教室上课，且每次上课可能安排在相同或不同的教室

如何理解教室与开课班之间多对多联系的语义？

联系属性为上课时间，且是多值联系！

- 教室需要记录教室编号、所在教学楼、电话号码、教室类型、教室容量等信息，由教室编号唯一标识
 - 一个教室可安排多个开课班，一个开课班可安排多个时间和教室上课，且每次上课可能安排在相同或不同的教室
 - 一个教室在同一时间段不允许安排多个开课班上课（同一任课教师的同一门课程的多个开课班除外：合班）
- 一个学生在同一时间段不允许选修多个开课班（重修课程是否除外？）
- 同一名教师不允许在同一时间段安排多个不同课程的开课班或非合班上课的相同课程的开课班
- 教师在所任教的开课班考试结束后，需在规定的时间内将所任教学生的成绩录入系统，并要求记录登分日期

业务规则及完整性约束分析

- 在**数据需求分析**的同时，还要进行相应的**完整性约束分析**，主要包括：
 - **码约束**，指出实体集的码属性；
 - **关联约束**，即**映射基数约束**、**参与约束**和**依赖约束**等；
 - **用户自定义完整性约束**，如**属性取值约束**、**业务关系约束**等。
- **完整性约束**主要来源于**业务规则**。
- 与业务相关的操作规范、管理章程、规章制度、行业标准、会计准则和计算方法等都可以称为**业务规则**。
- **业务规则**实质上可以理解为一组条件和在此条件下的操作，它是一组准确凝练的语句，用于描述、约束及控制企业的结构、运作和战略，是应用程序中的一段业务逻辑。

业务规则及完整性约束分析

■ 某大学选课系统的**业务规则**及**完整性约束分析**如下:

- 实体集的**码约束**、实体集与实体集之间的**映射基数约束**等都已经**在数据分析阶段**进行了描述, 这里不再重复
- 班级中的**班级人数**为**派生属性**, 可通过统计学生实体集中**属于该班学生的人数**得到; 一个**班级最多安排60名学生**; 课程中**学分的值不能超过6**; **成绩只能在0~100分之间**
- 一个**开课班**可安排多个**上课时间**、**上课地点**授课, 且每次授课可能安排在**相同的或不同的上课地点**
- 开课班中的**教室容量**为**派生属性**, 取自该**开课班**所安排授课**教室的教室容量**(若一个**开课班**安排了多个授课**教室**, 则取多个**教室中最小的教室容量**); **选课人数**也是**派生属性**, 可统计选修该**开课班的学生人数**得到。开课班中的**派生属性教室容量**、**选课人数**是为了方便实现“一个**开课班**的**选课人数**不能超过该**开课班**所安排**教室的教室容量**”**约束**

业务规则及完整性约束分析

- 某大学选课系统的**业务规则**及**完整性约束分析**如下：
 - 对于设置了**先修关系**的课程，只有在已经选修过**某门课程**的**先修课程**之后才允许选修**该课程**
 - 一个学生不允许同一学期选修同一门课程开设的**多个教学班**(即同一学期只允许选修同一门课程开设的一个教学班)，且一个学生同一学期选修的所有开课班不允许时间冲突
 - 一个学生同一学期所选修课程的**总学分**不能超过32
 - 一名教师同一学期所任教的**多个开课班**不允许时间冲突；一个教室同一学期所安排的**多个教学班**在时间上不能冲突
 - 对**选课人数**少于15人的开课班需取消或进行**开课班**合并调整
 - 当一门**课程**分多个学期开设时，如大学英语I、大学英语II，则当作不同**课程**看待，即具有不同的**课程号**，但序列**课程**之间需设置**先修关系**
 - 各种**编号**的**编码规则**（如**学号**的**编码规则**，不具体详述）

“大学选课管理系统”概念设计

■ 数据库**概念设计**的主要步骤是：

- 理解**需求分析**；
- 发现**基本实体集**，并通过分析它们之间的**核心业务**，发现**核心联系集**；
- 进一步完善并增加必要的**实体集**和**联系集**；
- 定义完整的**E-R图**和**数据字典**

概念设计任务

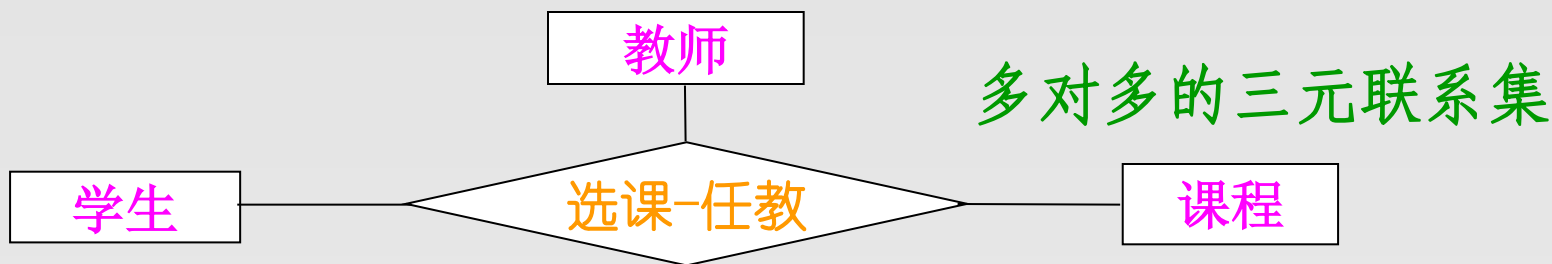
- **概念设计(E-R模型)**: 根据需求分析规格说明书完成如下任务:
 - 定义**实体集**及属性, 实体集的**主码**, 并用**数据字典**描述实体集;
 - 定义**联系集**及属性, 联系集的**主码**, 联系的**映射基数**及**参与约束**, 联系中实体的**角色**, 并用E-R图描述被建模的联系集;
 - 分析初步E-R图中是否存在**依赖约束**、**多值联系**, 并将其建模为**依赖实体集**或**弱实体集**;
 - 利用扩展E-R特征对对象进行**分类**及**聚合**(建模为**联系实体集**);
 - 将**多元联系**转化为**二元联系**进行建模(**联系实体集**、**依赖实体集**或**弱实体集**);
 - 去除冗余数据, 并保证满足所有数据需求不冲突;
 - 对照需求分析规格说明书, **检查E-R模型**, 看其是否包含了所有数据、能否满足所有功能需求等。

确定基本实体集及属性

- 根据前面的**数据需求**和**业务规则**分析结果，可定义学院、班级、学生(含本科生和研究生两个子集)、教师、课程、教室等**基本实体集**，其属性定义的**数据字典**详见教材（P138-140页）

主要业务局部概念建模

- 基本实体集有：学院、班级、**学生**、**教师**、**课程**、教室



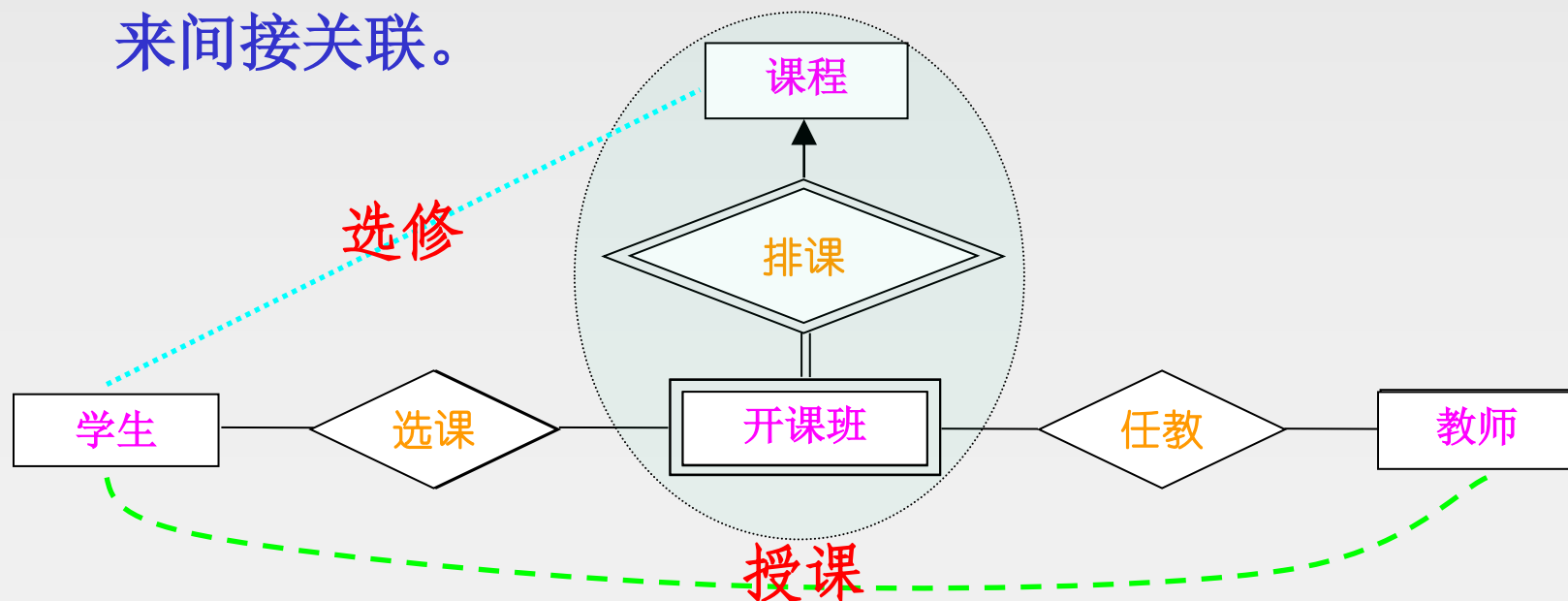
■ 观察

- **学生**选修某学期的某门**课程**，只能从该学期该**课程**实际开设的若干个**开课班**中进行选修；
- **教师**安排教学任务，也是针对需开设的**开课班**进行分配；
- **学生**通过选修某个**开课班**来明确是哪位(些)**教师**给其授课；
- 一个**学生**可能会出现多次选修同一门**课程**的情况(如重修)。即**学生**与**课程**之间的**选课**联系是多值联系。
- **教师**与**课程**、**学生**之间的**任教**、**授课**联系也是多值联系。

主要业务局部概念建模

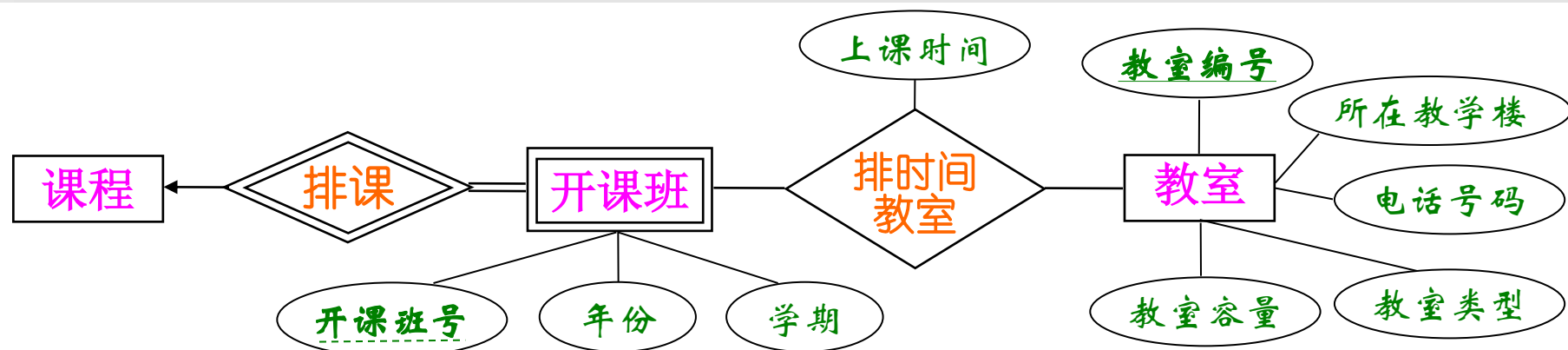
■ 学生、课程、教师之间的建模

- 引入开课班弱实体集，它依赖于课程实体集。
- 学生选修课程是指选择为其所开设的某个开课班。
- 某个开课班需要安排任课教师。因此，学生与教师之间的授课联系就转化为通过开课班与教师之间的任教联系来间接关联。

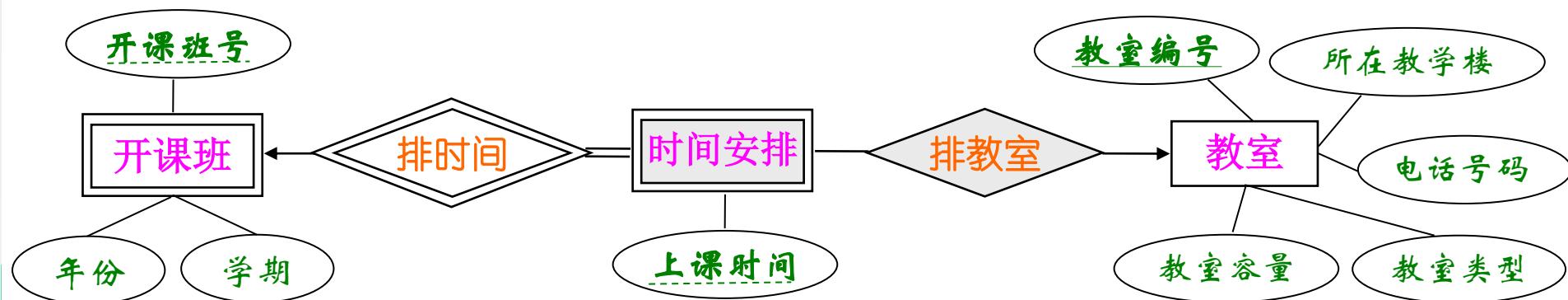


主要业务局部概念建模

■ 上课时间、上课地点的建模

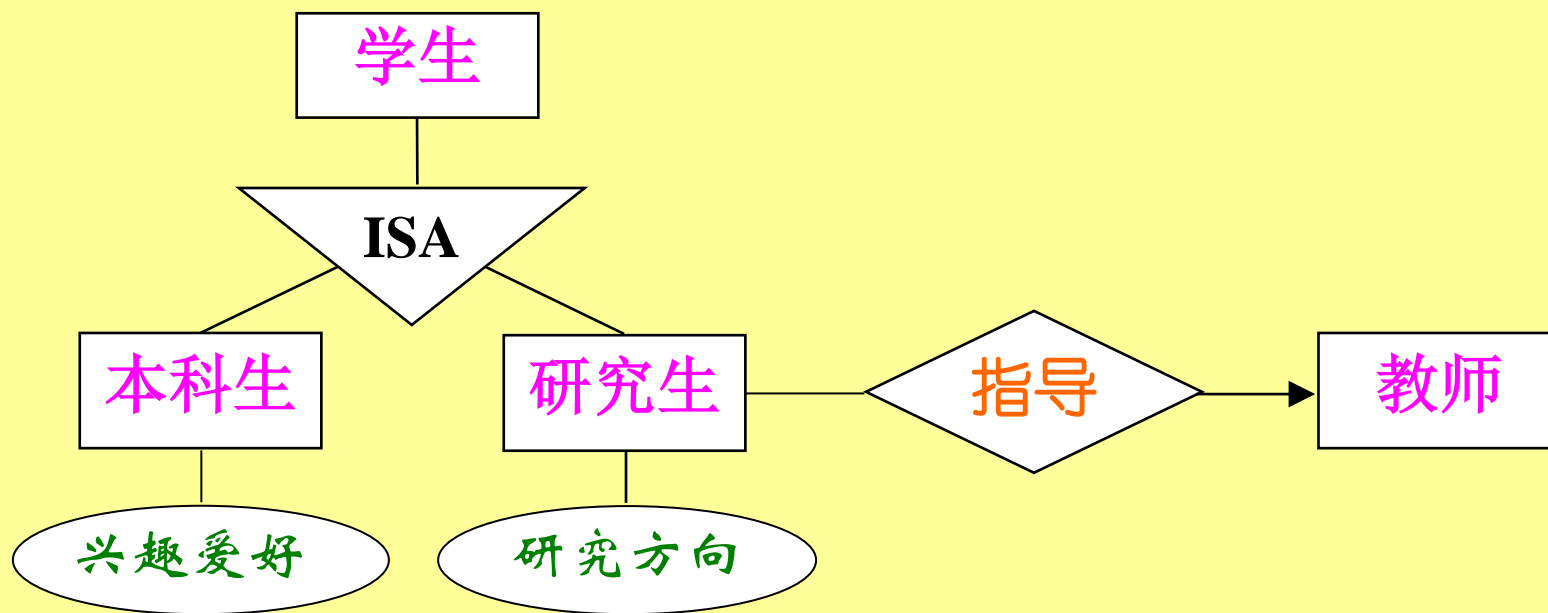


- 假设一个开课班可能安排多个时间上课，且不同时间可能安排在相同的或不同的教室上课，则**排时间教室**联系集可能是**多值联系**。



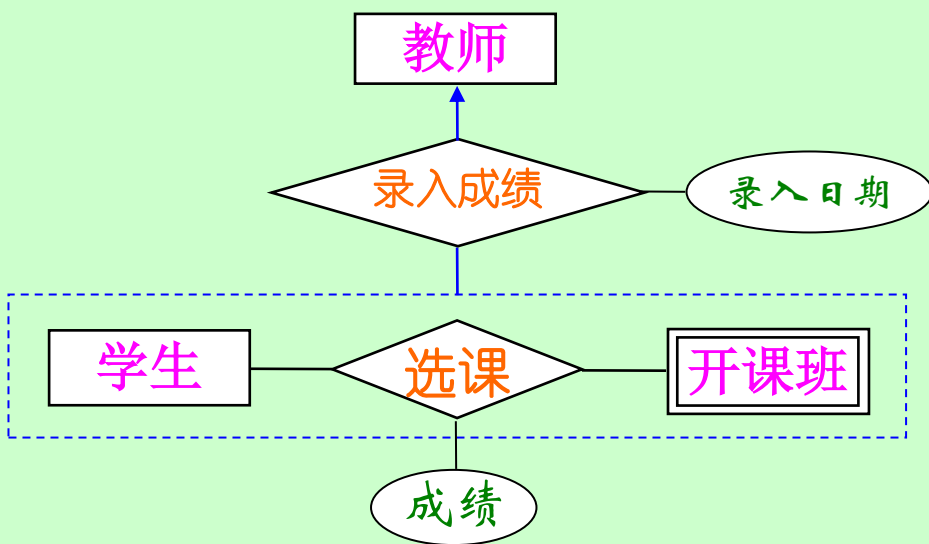
主要业务局部概念建模

■ 学生实体集的分类层次及研究生指导的建模

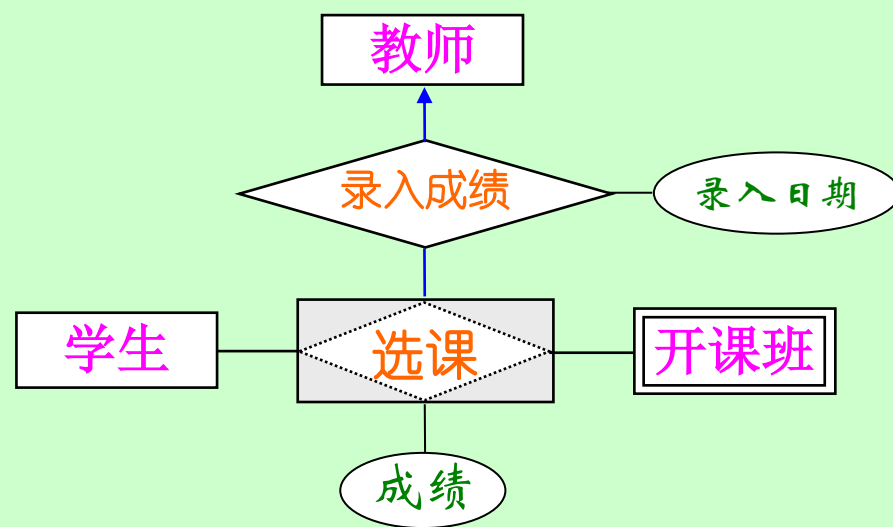


主要业务局部概念建模

■ “录入成绩”联系集的聚合建模



(a) 直接表示聚合的E-R建模



(b) 通过联系实体集的E-R建模

定义完整的实体集及属性

- **学院**: 学院编号、学院名称、学院地址
- **班级**: 班级编号、班级名称、年级、班级人数。
 - 班级人数为派生属性
- **教师**: 教师编号、教师姓名、职称、学位
- **学生**: 学号、姓名、性别、出生日期、家庭住址、电话号码
 - 复合属性: 家庭住址——省份、城市、街道
 - 多值属性: 电话号码
- **本科生、研究生**, 它们具有**学生**的所有属性, 此外
 - **本科生**: 个人兴趣
 - **研究生**: 研究方向

定义完整的实体集及属性

- **教室**: 教室编号、所在教学楼、电话号码、教室类型、教室容量
- **课程**: 课程编号、课程名称、学分、课时数
- **开课班**: 开课班号、年份、学期、教室容量、选课人数
 - 开课班号为**部分码**, 能够区分同一门**课程**在不同学期及同一学期所开设的不同**开课班**
 - 教室容量、选课人数是**派生属性**
- **时间安排**: 上课时间
 - 上课时间为**部分码**, 能够区分同一个**开课班**的不同上课时间

定义联系集及属性

- **设置联系集**: 实体集**学院**与**班级**之间的一对多联系集
 - 表明一个**学院**可设置多个**班级**, 但一个**班级**只属于一个**学院**
- **归属联系集**: 实体集**课程**与**学院**之间的多对一联系集
 - 表明一门**课程**只归属于一个**学院**, 但一个**学院**可管理多门**课程**
- **聘用联系集**: 实体集**学院**与**教师**之间的一对多联系集
 - 表明一个**学院**可聘用多名**教师**, 但一名**教师**只能受聘于一个**学院**
 - 联系属性为**聘用日期**
- **包含联系集**: 实体集**班级**与**学生**之间的一对多联系集
 - 表明一个**班级**可包含多名**学生**, 但一名**学生**只属于一个**班级**

定义联系集及属性

- **排课标识联系集**: 课程与开课班弱实体集之间的一对多联系集
 - 表明一门课程可安排多个开课班, 开课班号为部分码
- **选课联系集**: 学生与开课班之间的多对多联系集
 - 表明一个学生可选修多个开课班, 且一个开课班可包括多名学生
 - 联系属性为成绩
- **任教联系集**: 教师与开课班之间的多对多联系集
 - 表明一教师可任教多个开课班, 且一开课班可安排多名教师任教
 - 联系属性为任教角色
- **排时间标识联系集**: 开课班与时间安排弱实体集之间的一对多联系集
 - 表明一个开课班可安排多个上课时间, 上课时间为部分码

定义联系集及属性

- **排教室联系集**: 弱实体集**时间安排**与**教室**之间的**多对一**联系集
 - 表明多个**上课时间**可安排在同一个**教室**上课, 但一个**教室**在一个**上课时间**只能安排一个**开课班**上课
- **指导联系集**: 实体集**教师**与**研究生**之间的**一对多**联系集
 - 表明一**教师**可指导多名**研究生**, 但一名**研究生**只能安排一名**指导教师**
- **先修要求联系集**: 由具有**先修课程**角色和具有**主课程**角色的**课程**实体之间的**一对多**联系集
 - 表明一门**主课程**至多指定一门**先修课程**, 但一门**先修课程**可对应于多门**主课程**
- **录入成绩联系集**: 实体集**教师**与联系集**选课**之间的**一对多**联系集
 - 联系属性为**录入日期**



附：部分数据字典

■ 学院(Institute)实体集的数据字典如图4-38所示

| 属性名 | 含义 | 类别 | 域及约束 | 实例 |
|--------------------|------|----|--------------------------------|---------|
| <u>instituteNo</u> | 学院编号 | 主码 | char(2)，由2位字母组成，代表学院的缩写。不允许取空值 | CS |
| instituteName | 学院名称 | | varchar(30)，不允许取空值 | 计算机学院 |
| instituteAddress | 学院地址 | | varchar(40) | 麦庐校园荟庐楼 |

图4-38 学院(Institute)实体集的数据字典

附：部分数据字典

■ 学生(Student)实体集的数据字典如图4-40所示

| 属性名 | 含义 | 类别 | 域及约束 | 实例 |
|------------------|------|----|--|-------------------------------|
| <u>studentNo</u> | 学号 | 主码 | char(10) , 由10位数字字符组成, 其中第1位数字代表学生类别, 如: 1-本科生, 2-硕士研究生, 3-博士研究生, 4-独立学院本科生, 5-专科生; 接下来4位数字代表入学年份, 最后5位数字为序号。不允许取空值 | 1201100258 |
| studentName | 姓名 | | varchar(20) , 不允许取空值 | 李小勇 |
| sex | 性别 | | char(2) , 取值范围: {'男', '女'} | 男 |
| birthday | 出生日期 | | datetime | 1992-09-09 |
| phoneNumber | 电话号码 | 多值 | varchar(13) , 每个电话号码由数字字符加连字符 '-' 组成 | 186079199999, 027-87009999 |
| province | 省份 | 复合 | varchar(20) , 复合属性家庭住址的成分 | 湖北省 |
| city | 城市 | 复合 | varchar(20) , 复合属性家庭住址的成分 | 武汉市 |
| street | 街道 | 复合 | varchar(20) , 复合属性家庭住址的成分 | 中山路56号 |

图4-40 学生(Student)实体集的数据字典

附：部分数据字典

■ 选课(Enroll)联系集的数据字典如图4-46所示

| 属性名 | 含义 | 类别 | 域及约束 | 实例 |
|------------|------|----|---|------------|
| score | 成绩 | | smallint, 0~100之间的整数 | 95 |
| recordDate | 录入日期 | 联系 | datetime, 它是选课联系集与教师实体集之间的多对一联系集录入成绩的联系属性 | 2011-07-08 |

图4-46 选课(Enroll)联系集的数据字典

进一步的思考？

- 学生所学专业？教学计划？课程类别？
- 学生毕业要求？毕业资格审查？
- 开课任务书？
- 选课推荐（选课提醒）？
- 选课优先级？
- 教材管理？教学资源管理？
- 考试安排？
- 学生评教？
- 班主任、学院领导、学校领导等的不同查询要求？
- 预警（亮黄牌）、劝其退学（亮红牌）？
-

目 录

- 4.1 数据库设计过程.....
- 4.2 E-R模型基本概念及表示.....
- 4.3 约 束.....
- 4.4 弱实体集.....
- 4.5 扩展E-R特征.....
- 4.6 E-R建模问题.....
- 4.7 数据库概念设计实例——大学选课系统.....
- 4.8 逻辑设计——E-R模型转化为关系模型.....

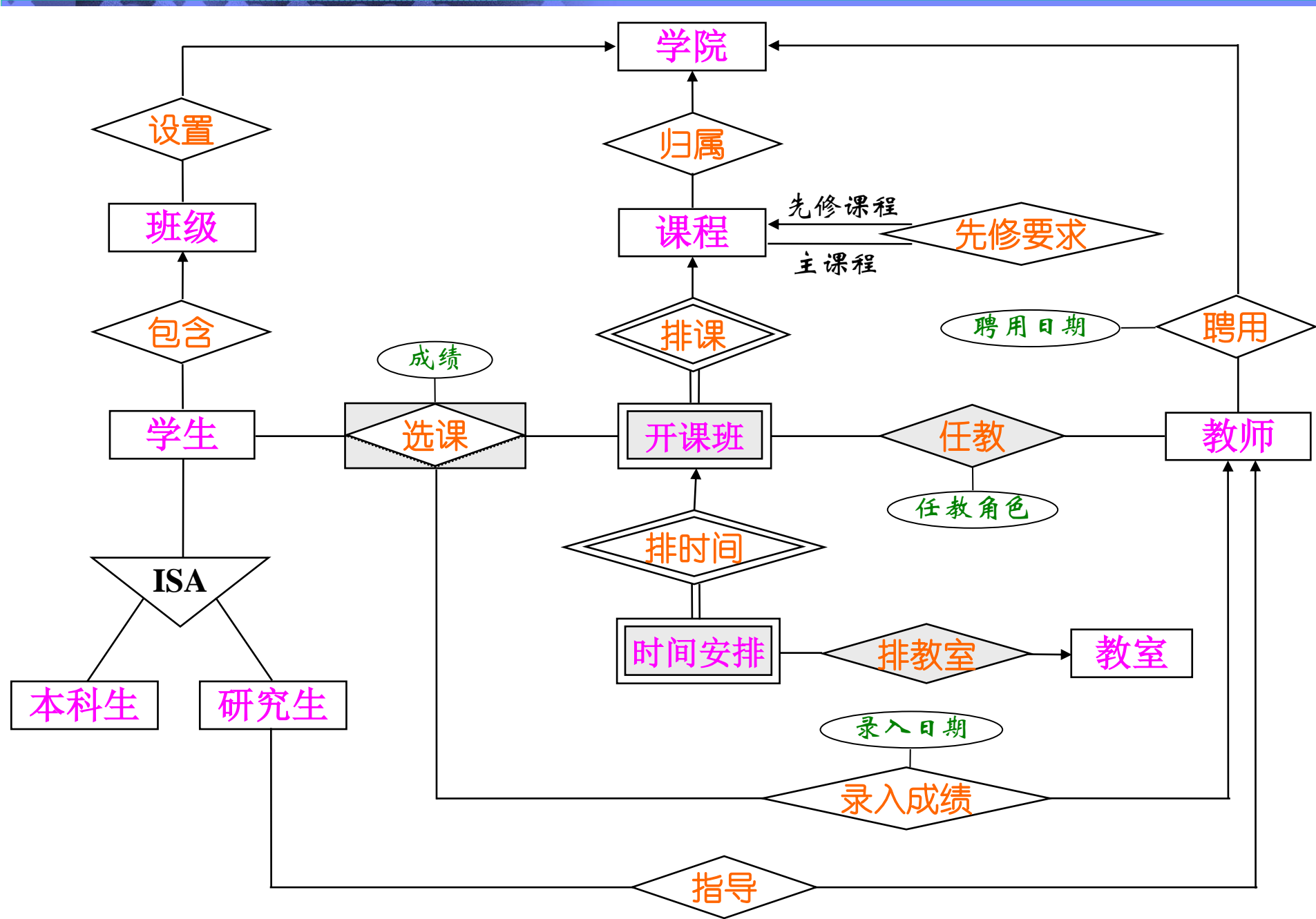


图4-48 简化的大学选课系统E-R图

E-R模型转化方法

- E-R模型(概念建模)和关系模型(逻辑建模)都是对现实世界的抽象。而E-R模型只是描述数据库的概念模型，若要被关系数据库所接受，必须进行信息转化，即将E-R模型转化为关系数据库所支持的逻辑模型——数据库模式(关系模式的集合)。
- 转化方法
 - 强实体集转化方法
 - 弱实体集转化方法
 - 联系集转化方法
 - 复合属性及多值属性转化方法
 - 类层次转化方法
 - 聚合转化方法

E-R模型转化方法

■ 强实体集转化方法

- 将强实体集映射成关系模式很直接，只需将实体集的每个属性对应为关系模式的属性，实体集的码作为关系模式的码。
- 设强实体集 E 具有 a_1, a_2, \dots, a_n 属性，其转化的关系模式定义如下：
 - 关系模式名： E ;
 - 属性集： a_1, a_2, \dots, a_n ;
 - **主码**：实体集 E 的主码;
 - **外码**：无。

- 例如，由实体集**课程**Course转化的关系模式为（加下划线的属性表示它是主码成员）：

- **Course** (courseNo, courseName, creditHour, courseHour)

E-R模型转化方法

■ 弱实体集转化方法

- 设弱实体集A具有属性集 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, 且 $\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ 为A的部分码($\forall p_i \in \{a_1, a_2, \dots, a_m\}, 1 \leq i \leq k, k \leq m$); B是A所依赖的强实体集且主码为属性集 $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, 则A转化的关系模式定义如下:

- 关系模式名: A;
- 属性集: $\{a_1, a_2, \dots, a_m\} \cup \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$;
- 主码: $\{b_1, b_2, \dots, b_n\} \cup \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$;
- 外码: 参照关系B的属性 b_1, b_2, \dots, b_n 。

- 例如, 由弱实体集开课班CourseClass转化的关系模式为(外码属性成员用斜体表示):

- CourseClass (courseNo, cClassNo, year, semester, capacity, enrollNumber)

E-R模型转化方法

■ 联系集一般转化方法

- 设 R 是一联系集，其描述性属性集为 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ；参与 R 的所有实体集 ES 的主码的并集形成属性集合 $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ——联系集的超码，则由 R 转化的关系模式定义如下：

➤ 关系模式名： R ；

➤ 属性集： $\{a_1, a_2, \dots, a_m\} \cup \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ；

➤ 主码：按映射基数对应规则确定；

➤ 外码：参照参与关系 $E_i \in ES$ 及各自对应的主码属性 b_1, b_2, \dots, b_n 。

E-R模型转化方法

■ 一对多或一对一联系集的转化

● 可不转化为单独的关系模式，而采用下列方法转化：

➤ 若A到B联系集为一对多联系，则在由B(多方)转化的关系模式中增加A(一方)的主码属性作为参照A主码的外码，同时将联系属性也放入由B(多方)转化的关系模式中。

➤ 例如，联系集聘用(Engage)为实体集学院(Institute)与实体集教师(Teacher)之间的一对多联系集。可转化为：

Teacher (teacherNo, teacherName, title, degree, hireDate, instituteNo)

➤ 若A到B联系集为一对一联系，则将某一方的主码属性增加到另一方实体集所转化的关系模式中去。

E-R模型转化方法

■ 标识联系集的转化

- 不需转化为任何关系模式

■ 复合属性转化方法

- 应为每个子属性创建一个单独的属性，而不是为复合属性自身创建一个单独的属性。

■ 例如，由实体集学生Student转化而来的关系模式为：

- **Student** (studentNo, studentName, sex, birthday, **province, city, street**)

➤ **address**属性被其复合属性**province, city, street**代替。

E-R模型转化方法

■ 多值属性转化方法

- 创建一个新的关系模式，其属性为多值属性所在的**实体集**(或**联系集**)的**主码**属性和该多值属性对应的属性组成，**主码**为**全部属性**。
- 设 M 为多值属性， M 对应的属性集为 A ； E 为 M 所在的**实体集**(或**联系集**)，且 E 的**主码**为属性集 $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ，则由 M 转化的关系模式定义如下：
 - 关系模式名： M ；
 - 属性集： $A \cup \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ；
 - **主码**： $A \cup \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ；
 - **外码**：参照关系 E 的**主码**属性 b_1, b_2, \dots, b_n 。

■ 例如，Student的**电话号码**phoneNumber为**多值属性**，关系模式为：

- **phoneNumber** (studentNo, pNumber)

——可以将**多值属性**建模为**弱实体集**！

E-R模型转化方法

■ 类层次转化两种方法：

- 父类实体集和所有的子类实体集分别转化为单独的模式。
其中，父类实体集对应的关系模式属性为父类实体集的属性（即公共属性）；而各子类实体集对应的模式由该子类实体集的特殊属性和父类实体集的主码属性组成，各子类实体集的主码与父类实体集的主码相同。
- 只将所有的子类实体集转化为关系模式，其属性由父类实体集的公共属性和各子类实体集的特殊属性组成。

E-R模型转化方法

- 例如，按第1种方法，父类实体集**Student**和子类实体集**Undergraduate**、**Graduate**可转化为3个关系模式：

- **Student** (studentNo, studentName, sex, birthday, province, city, street)
- **Undergraduate** (studentNo, interest)
- **Graduate** (studentNo, direction)

- 按第2种方法，则只转化为2个关系模式：

- **Undergraduate** (studentNo, studentName, sex, birthday, province, city, street, interest)
- **Graduate** (studentNo, studentName, sex, birthday, province, city, street, direction)

——各自的优缺点分别是什么？

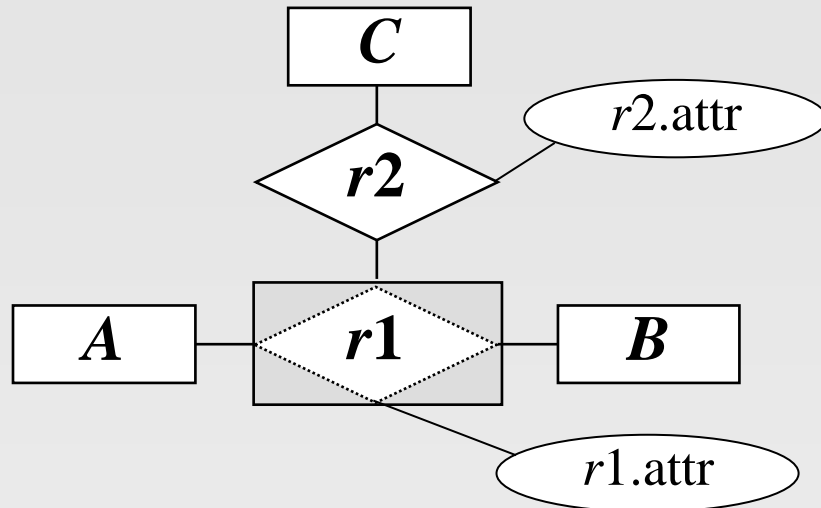
E-R模型转化方法

■ 聚合的转化方法：

- 聚合是一种抽象。
- 内层联系集、外层联系集都是按其映射基数决定是否需要单独转化为一个独立的关系模式(多对多联系集才需要)；
- 外层联系集的主码根据映射基数不同分别由内层联系集(即联系实体集)的主码、外层实体集的主码按不同方式产生。
- 如，由学生与课程之间的多对多的选课(Enroll)联系集(联系属性为score)，以及联系实体集选课(Enroll)与教师之间的多对一的录入成绩(Record)联系集(联系属性为recordDate)共同转化而成的关系模式为：

Enroll (studentNo, courseNo, cClassNo, score, teacherNo, recordDate)

聚合的转化方法



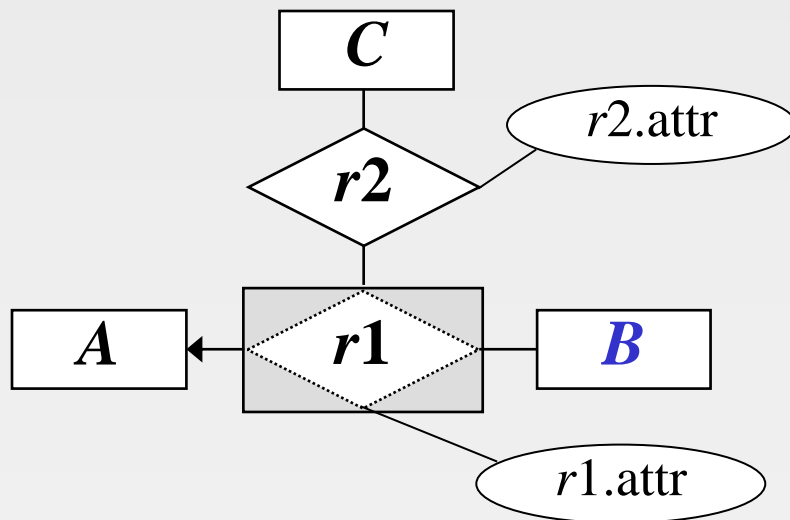
A (A.key, A.other)

B (B.key, B.other)

r1 (A.key, B.key, r1.attr)

C (C.key, C.other)

r2 (A.key, B.key, C.key, r2.attr)



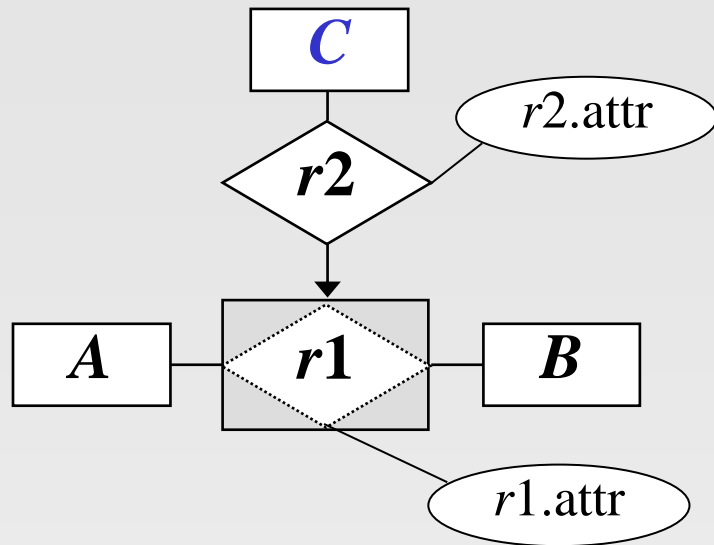
A (A.key, A.other)

B (B.key, B.other, **A.key**, r1.attr)

C (C.key, C.other)

r2 (B.key, C.key, r2.attr)

聚合的转化方法

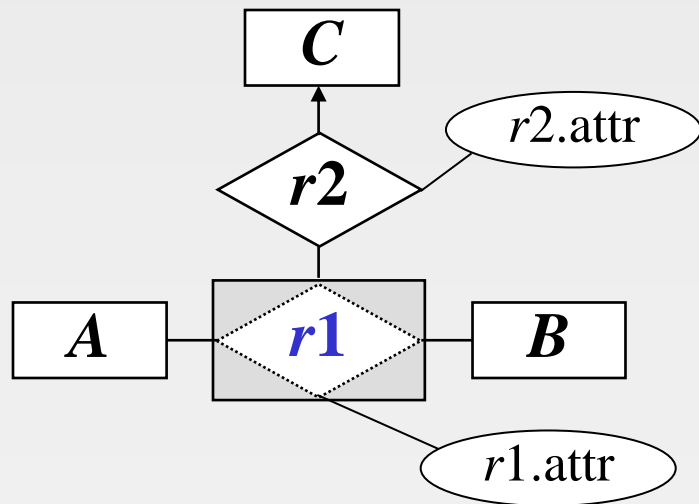


A ($A.key$, $A.other$)

B ($B.key$, $B.other$)

$r1$ ($A.key$, $B.key$, $r1.attr$)

C ($C.key$, $C.other$, $A.key$, $B.key$, $r2.attr$)



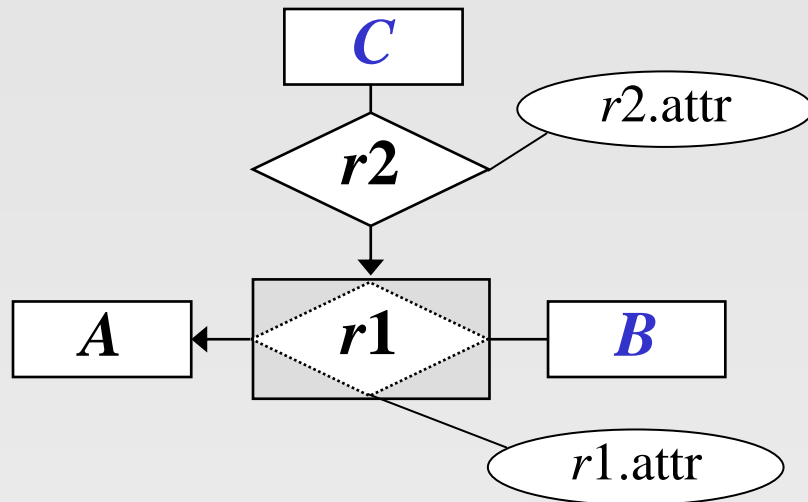
A ($A.key$, $A.other$)

B ($B.key$, $B.other$)

$r1$ ($A.key$, $B.key$, $r1.attr$, $C.key$, $r2.attr$)

C ($C.key$, $C.other$)

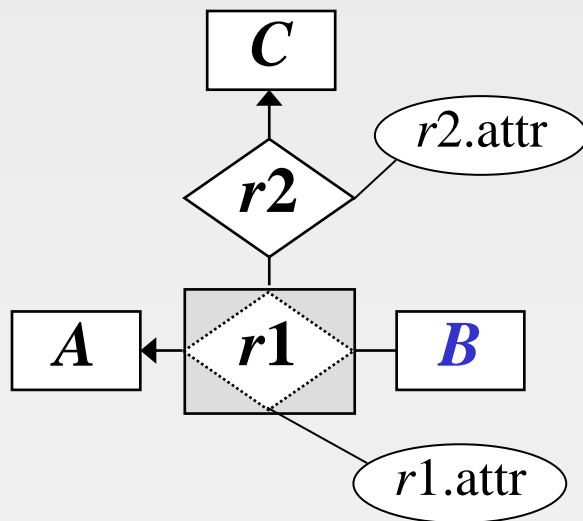
聚合的转化方法



A (**A.key**, A.other)

B (**B.key**, B.other, **A.key**, **r1.attr**)

C (**C.key**, C.other, **B.key**, **r2.attr**)



A (**A.key**, A.other)

B (**B.key**, B.other, **A.key**, **r1.attr**, **C.key**, **r2.attr**)

C (**C.key**, C.other)

大学选课系统E-R模型转化实例

■ 由实体集转化而来的关系模式

- 学院: **Institute** (instituteNo, instituteName, instituteAddress)
- 班级: **Class** (classNo, className, grade, classNumber, *instituteNo*)
- 学生: **Student** (studentNo, studentName, sex, birthday, province, city, street, *classNo*)
- 教师: **Teacher** (teacherNo, teacherName, title, degree, **hireDate**, *instituteNo*)
- 课程: **Course** (courseNo, courseName, creditHour, courseHour, *priorCourseNo*, *instituteNo*)
- 开课班: **CourseClass** (*courseNo*, *cClassNo*, year, semester, capacity, enrollNumber)
- 时间安排: **TimeSchedule** (*courseNo*, *cClassNo*, *time*, *classroomNo*)

大学选课系统E-R模型转化实例

■ 由多对多的联系集转化而来的关系模式

● 选课(含多对一的录入成绩联系集):

Enroll (studentNo, courseNo, cClassNo, score, teacherNo, recordDate)

● 任教: **Teach** (courseNo, cClassNo, teacherNo, teachRole)

● 注意:

- 标识联系集排课(Arrange)、排时间(ScheduleTime)不必生成关系模式;
- 一对多(或多对一)联系集设置(Set)、归属(Have)、聘用(Engage)、包含(Own)、排教室(ScheduleClassroom)、指导(Supervise)、录入成绩(Record)和先修要求(Require)都不需要单独生成关系模式。

大学选课系统E-R模型转化实例

■ 由多值属性转化而来的关系模式

- 电话号码: **PhoneNumber** (studentNo, pNumber)

■ 由类层次转化而来的关系模式

- 本科生: **Undergraduate** (studentNo, interest)
- 研究生: **Graduate** (studentNo, direction, *teacherNo*)

■ 由聚合转化而来的关系模式

- 一对多的**聚合**联系集**录入成绩**(Record)不单独转化为关系模式, 已并入**多对多**的**联系实体集选课**转化的关系模式中。

本章结束!

请同学们对本章内容进行
复习、总结!!!