

# 《数据库系统原理》大作业

## 系统设计报告

题目名称：Dedeket：北航教材交易管理系统

2022 年 12 月 23 日

组内同学承担任务说明	负责学生	备注
子任务1：系统功能设计与数据库设计		：数据库设计和系统 ER 图，规范化设计并撰写系统设计报告 ：数据库定义：部分功能设计，idea提出
子任务2：系统服务器端开发		服务器端开发和数据库管理，接口撰写，接口文档撰写
子任务 3：系统客户端开发		：搭建了客户端框架与结构，承担了客户端部分开发任务与样式设计； ：承担了客户端部分开发任务与样式设计

目录

- 一、需求分析
  - 1.1 需求描述
    - 总体描述
    - 基本功能
  - 1.2 数据流图
  - 1.3 数据元素表
    - 用户注册登录数据元素表
    - 用户导入课程信息数据元素表
    - 评论教材数据元素表
    - 教材发布数据元素表
    - 教材浏览数据元素表
    - 购物车数据元素表
    - 订单数据元素表
    - 历史记录数据元素表
- 二、数据库概念模式设计
  - 分实体系统初步ER图
    - 用户实体
    - 教材实体
    - 教材评论实体
    - 课程实体
    - 购物车实体
    - 订单实体
    - 交易记录实体
  - 系统基本ER图
    - 1：不包括属性的ER图
    - 2：包括属性的ER图
- 三、数据库逻辑模式设计
  - 3.1 数据库关系模式
    - 用户表
    - 教材表
    - 教材评论表
    - 课程表
    - 用户选课表
    - 课程教材表
    - 用户-教材（购物车, 也就是收藏关系）联系表
    - 用户-教材（发布）联系表
    - 交易记录表
  - 3.2 关系模式范式等级的判定与规范
  - 3.3 数据库设计优化
    - 多数据库存储
    - 使用外键
    - 查询语句优化
    - 存储优化

一、需求分析

## 1.1 需求描述

### 总体描述

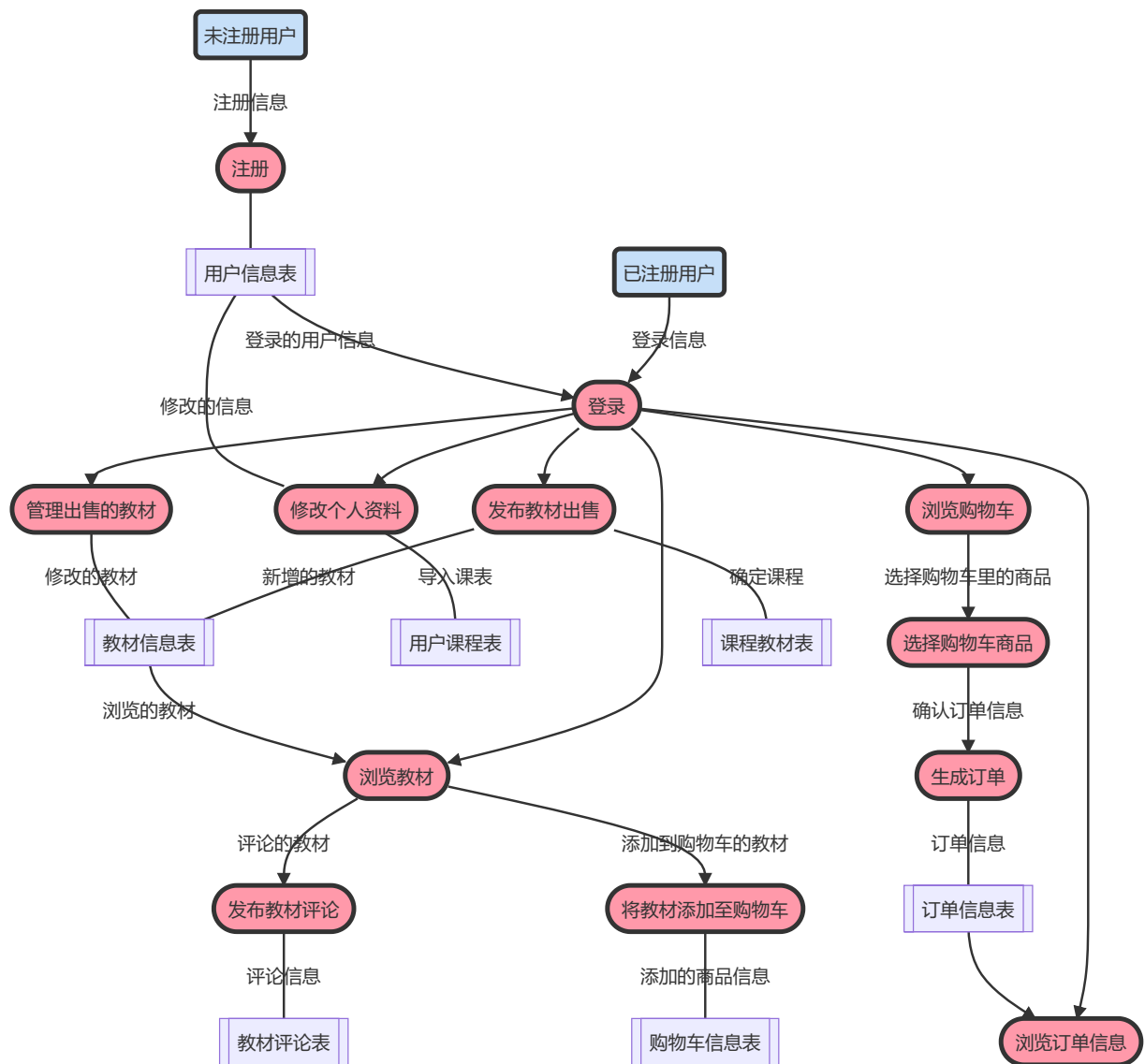
每到开学时分，课本订购就会成为每一位同学不得不耗费精力的一件琐事。或每个小班群内统计汇总购书情况，由小班长统一汇总提交至教材处、再以班级为单位去教材处领书、分发；或班级推荐的教材购买以后发现整个学期的课根本用不上此教材；或同学们联系学长学姐购买二手书，经常因为找不到学长学姐出书、错过在大班群中的二手书信息而焦头烂额。可见，开学购买教材是一件极其繁琐、分散的事情。这启发我们，能否建立一个校内的非营利平台，将教材处购买教材、向同学购买二手教材等教材购置渠道进行统一，在全程在线上进行。

这样一来，一方面方便教材处不用和各个小班对接，方便小班负责人不必处理教材订购、群收款、领书等琐事；另一方面也使得购买教材和出售二手教材的同学不需要再忍受信息不对等带来的不便。

### 基本功能

- **用户种类和功能：**
  - 普通用户（学生），可以发布教材、购买教材、评论教材、收藏教材（加入购物车、清空购物车）、编辑个人信息、一键导入课表、一键查询课表中所有课程对应的教材、一键购买课表中所有课程对应的教材处发布的教材，浏览发布购买记录等。
    - 用户评论教材环节设计考量：针对“班级推荐的教材购买以后发现整个学期的课根本用不上此教材”的情况，增加了评论教材环节。往届学生可以分享经验，告诉学弟学妹某门课某推荐课本是否必要。
    - 一键导入课表、一键查询课表中所有课程对应的教材、一键购买课表中所有课程对应的教材处发布的教材设计考量：一键导入的功能能使同学们不必再逐一确认课程，直接购买所有推荐教材。
    - 浏览发布购买记录：用户能管理各种记录，包括购买记录、发布记录、卖家订单记录、购物车。
    - 编辑个人信息：包括名称、班级、课表信息、头像等。
  - 教材处：特殊的普通账号，普通账号的所有功能，且其发布的教材优先级最高（最易被检索到），用户可以一键购买课表中所有课程对应的教材处发布的教材。
- **UI页面规划：**
  - 主页面：教材信息（教材名称 价格 封面 使用该教材的课程 教材描述 教材作者 售卖者放出的教材本数 当前剩余的教材本数 等）的展示、索引。索引时，可以根据课表一键索引、也可根据教材名称、课程、班级、卖家等信息进行全局或局部索引。
  - 交易页面：用户用来交易书籍、发布删除书籍信息。
  - 个人信息编辑页面。
  - 个人交易记录管理页面：用户可以管理各种记录，包括包括购买记录、发布记录、卖家订单记录、购物车。

## 1.2 数据流程图



### 1.3 数据元素表

根据上文的数据流信息，获取数据组，构建数据元素表如下：

注：标准的数据元素表表头如下：

特征	名称	中文描述	数据类型	数据宽度	小数位数	单位	值约束	允许空?	值个数
----	----	------	------	------	------	----	-----	------	-----

而在本系统中，数据元素的单位都为空，是否允许空值都为否。小数位数可以与数据宽度合并（如有小数，则在数据宽度值后面加括号表示）。简化改进后表头如下：

特征	名称	中文描述	数据类型	数据宽度	值约束	值个数
----	----	------	------	------	-----	-----

用户注册登录数据元素表

数据组名：用户注册登录信息

特征	名称	描述	数据类型	数据宽度（小数位数）	单位	值约束	值个数
1	userName	用户名	String	16	-	-	1
2	name	姓名	String	16	-	-	1
3	password	密码	String	16	-	匹配正则 <code>^[a-zA-Z][0-9a-zA-Z]*</code>	1
4	college	学院名称	String	16	-	-	1
5	classID	班级号	String	16	-	匹配正则 <code>^[1-2][0-9]{5}</code>	1
6	avatar	用户头像	Image	4096	-	-	1
7	userType	用户类型	Integer	3	-	1,2,3	1
8	userID	用户ID	String	16	-	不重复	1

- 用户类型1,2,3分别表示普通用户、教材处和系统管理员。

用户导入课程信息数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	courseID	课程号	String	-	1
2	studentUserID	学生用户ID	String	-	1

评论教材数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	textbookID	教材ID	String	-	1
2	senderID	发出该评论的用户ID	String	-	1
3	comment	评论内容	String	-	1

教材发布数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	name	教材名称	String	-	1
2	price	价格	Float	-	1
3	coverImage	封面	Image	-	1
4	courseID	使用该教材的课程编号ID	String	-	n
5	textbookID	教材ID	String	-	1
6	description	教材描述	String	-	1
7	sellerID	售卖该教材的用户ID	String	-	1
8	writer	教材作者	String	-	1
9	total	售卖者放出的教材本数	Integer	-	1
10	remain	当前剩余的教材本数	Integer	remain <= total	1

教材浏览数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	name	教材名称	String	-	1
2	price	价格	Float	-	1
3	coverImage	封面	Image	-	1
4	courseID	使用该教材的课程编号ID	String	-	n
5	textbookID	教材ID	String	-	1
6	description	教材描述	String	-	1
7	sellerID	售卖该教材的用户ID	String	-	1
8	writer	教材作者	String	-	1
9	total	售卖者放出的教材本数	Integer	-	1
10	remain	当前剩余的教材本数	Integer	remain <= total	1

购物车数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	cartID	购物车ID	String	-	1
2	buyerID	用户ID	String	-	1
3	textbookID	教材ID	String	-	1
4	textbookNUM	教材数量	Int	>0	1

订单数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	orderId	订单编号ID	String	-	1
2	sellerID	卖家的用户ID	String	-	1
3	buyerID	买家的用户ID	String	-	1
4	status	订单状态	Integer	1, 2	1
5	time	订单时间	String	满足时间匹配	1

- 订单状态1代表成功，2失败。
- 时间匹配正则表达式：`\d{4}-\d{1,2}-\d{1,2} \d{1,2}:\d{1,2}:\d{1,2}`。

历史记录数据元素表

特征	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
1	logID	记录编号ID	String	-	1
2	userID	记录所属的用户ID	String	-	1
3	type	记录类型	Integer	1, 2, 3	1
4	textbookID	记录所涉及的课本ID	String	-	1
5	time	记录时间	String	满足时间匹配	1

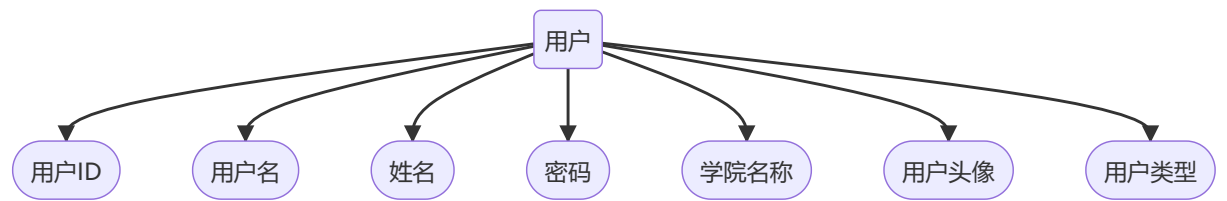
- 记录可以是卖家发布记录、买家购买记录（直接购买，或添加到购物车后购买）、买家添加**购物车**记录（未购买）。
- 时间匹配正则表达式：`\d{4}-\d{1,2}-\d{1,2} \d{1,2}:\d{1,2}:\d{1,2}`。

二、数据库概念模式设计

分实体系统初步ER图

根据前面的数据表，先给出分实体的初步ER图。每个表代表一个分实体。

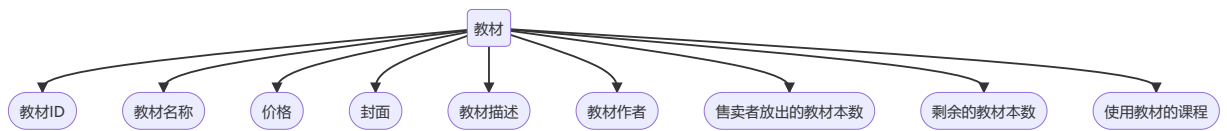
用户实体



USER (用户) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	userName	用户名	String	-	1
属性2	name	姓名	String	-	1
属性3	password	密码	String	匹配正则 <code>^[a-zA-Z][0-9a-zA-Z]*</code>	1
属性4	college	学院名称	String	-	1
属性5	classID	班级号	String	匹配正则 <code>^[1-2][0-9]{5}</code>	1
属性6	avatar	用户头像	Image	-	1
属性7	userType	用户类型	Integer	1,2,3	1
属性8	userID	用户ID	String	不重复	1
属性8	courseTableID	课程表ID	String	1型用户非空	1

- 用户类型1,2,3分别表示普通用户、教材处和系统管理员。

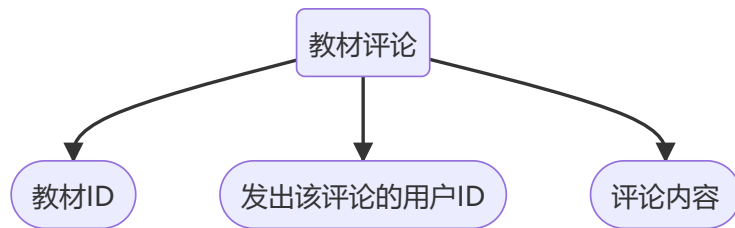
教材实体



TEXTBOOK (教材) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	name	教材名称	String	-	1
属性2	price	价格	Float	-	1
属性3	coverImage	封面	Image	-	1
属性4	courseID	使用该教材的课程编号ID	String	-	n
属性5	textbookID	教材ID	String	-	1
属性6	description	教材描述	String	-	1
属性7	sellerID	售卖该教材的用户ID	String	-	1
属性8	writer	教材作者	String	-	1
属性9	total	售卖者放出的教材本数	Integer	-	1
属性10	remain	当前剩余的教材本数	Integer	remain <= total	1
属性11	createdAt	文件路径	String	-	1

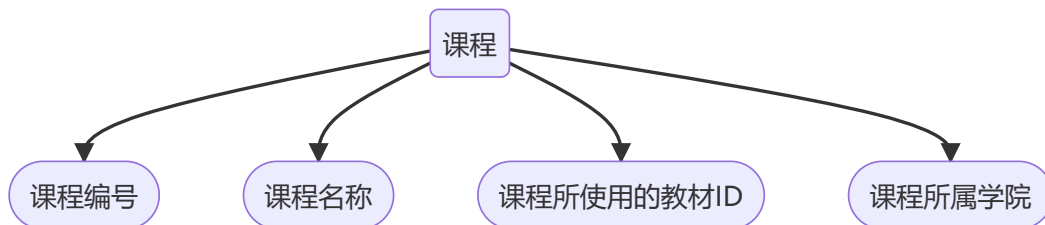
教材评论实体





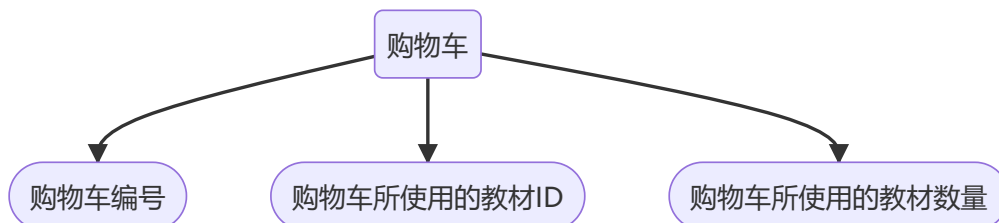
COMMENT (教材评论) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	textbookID	教材ID	String	-	1
属性2	senderID	发出该评论的用户ID	String	-	1
属性3	comment	评论内容	String	-	1

### 课程实体

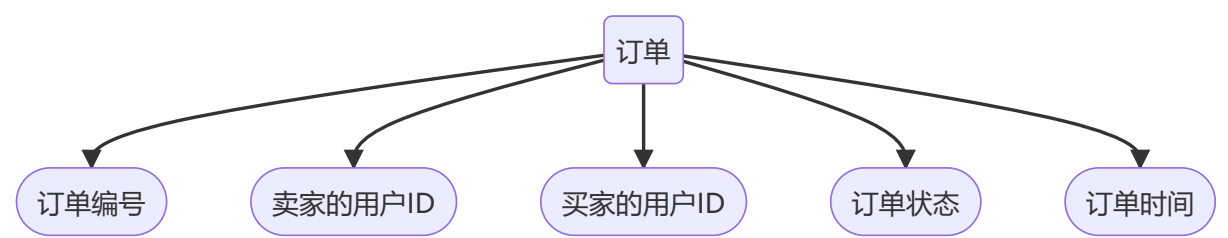


COURSE (课程) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	courseID	课程编号ID	String	-	1
属性2	name	课程名称	String	-	1
属性3	textbookID	该课程所使用的教材ID	String	-	n
属性4	college	课程所属学院名称	String	-	1

### 购物车实体



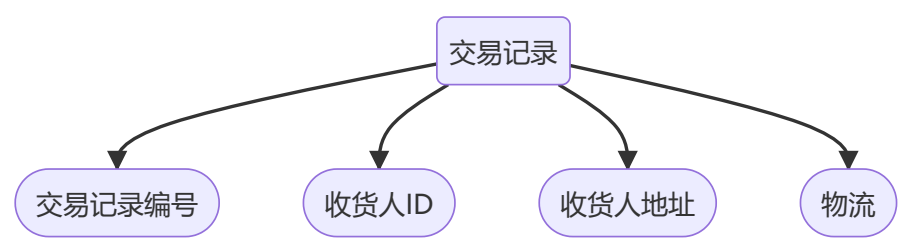
订单实体



ORDER (订单) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	orderId	订单编号ID	String	-	1
属性2	sellerID	卖家的用户ID	String	-	1
属性3	buyerID	买家的用户ID	String	-	1
属性4	status	订单状态	Integer	1, 2	1
属性5	time	订单时间	String	满足时间匹配	1

- 订单状态1代表成功，2失败。
- 时间匹配正则表达式：`\d{4}-\d{1,2}-\d{1,2} \d{1,2}:\d{1,2}:\d{1,2}`。

交易记录实体

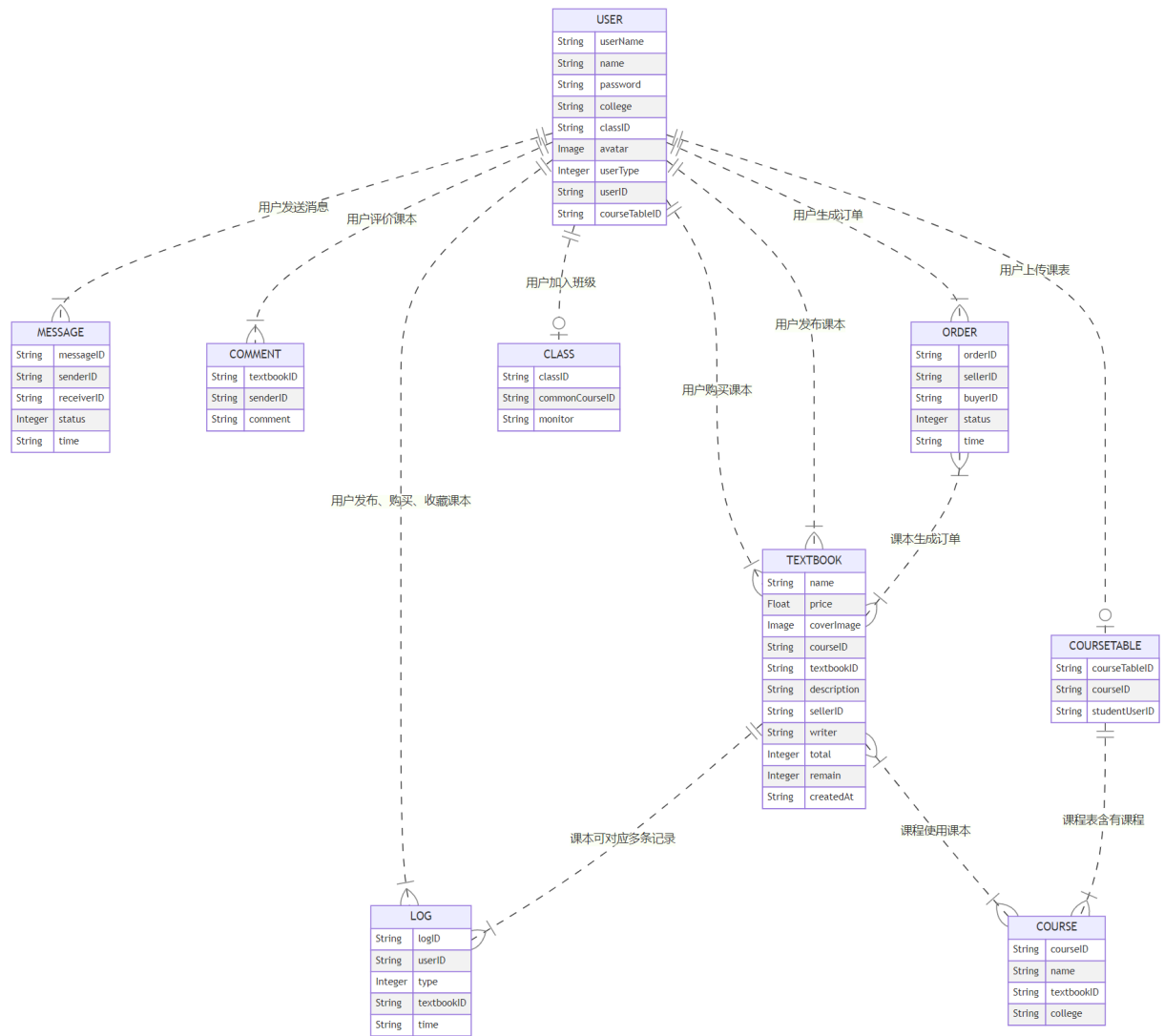


LOG (记录) 实体	名称	描述	数据类型	值约束	值个数
属性1	logID	记录编号ID	String	-	1
属性2	userID	记录所属的用户ID	String	-	1
属性3	type	记录类型	Integer	1, 2, 3	1
属性4	textbookID	记录所涉及的课本ID	String	-	1
属性5	time	记录时间	String	满足时间匹配	1

- 记录可以是卖家发布记录、买家购买记录（直接购买，或添加到购物车后购买）、买家添加购物车记录（未购买）。
- 时间匹配正则表达式：`\d{4}-\d{1,2}-\d{1,2} \d{1,2}:\d{1,2}:\d{1,2}`。

系统基本ER图

系统在任务1时的ER图如下：

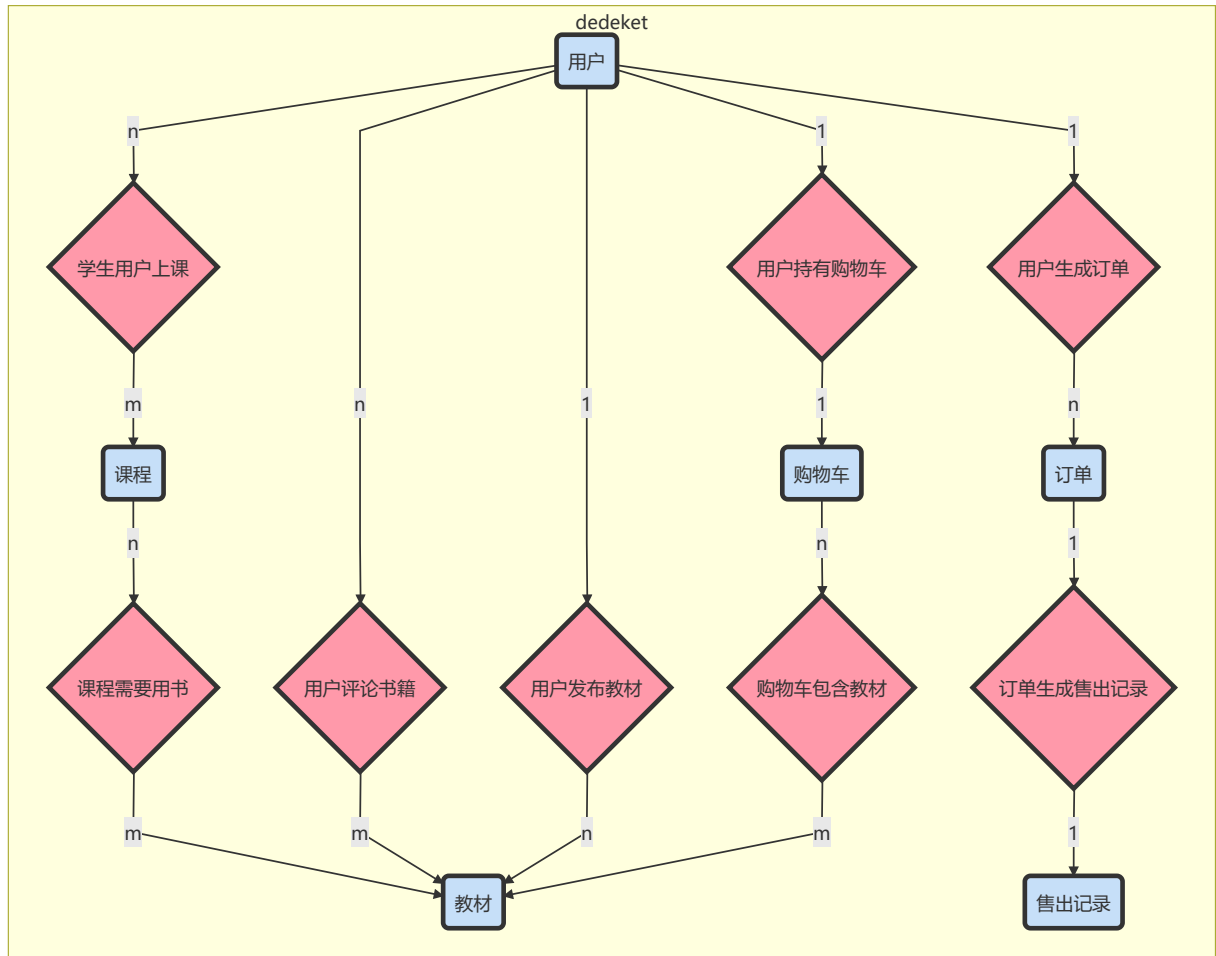


上图中，实体与实体多对多的关系按照下表表示。其中大括号 **{** 即为上图中的关系端点的弧形符号。

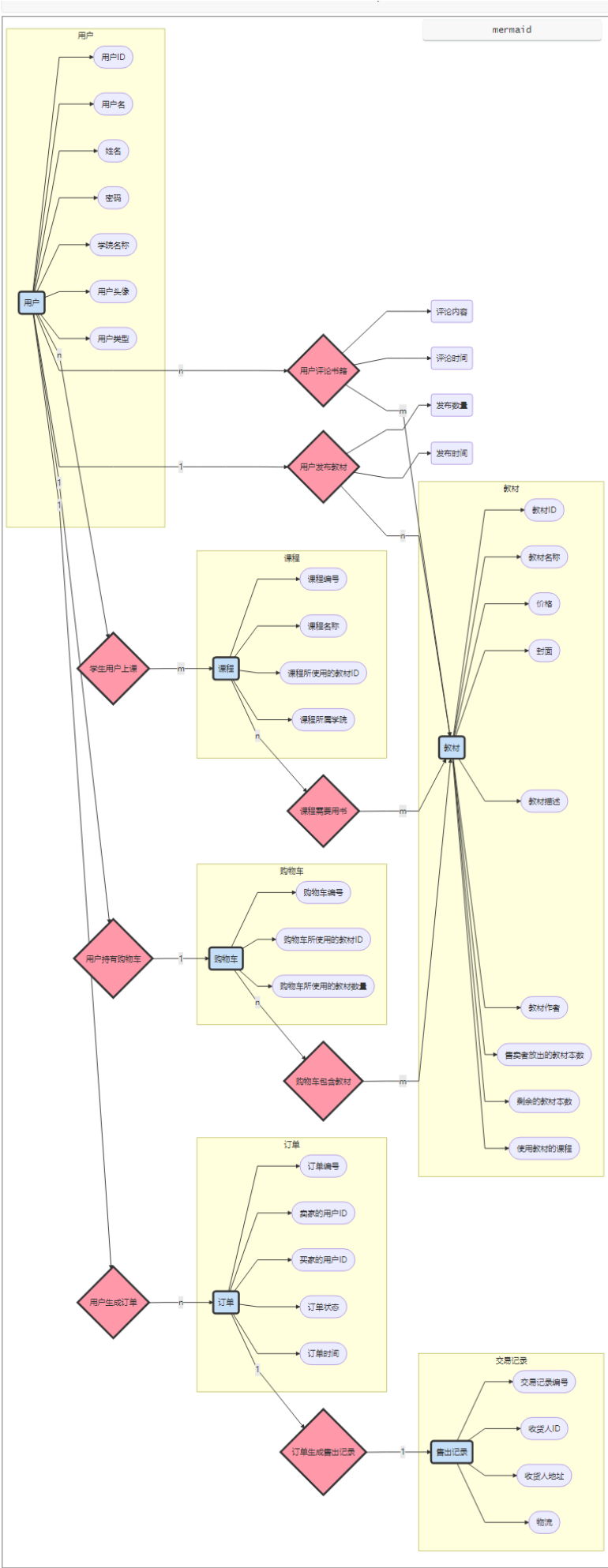
左值	右值	含义
o	o	0 或 1
		1
}o	o{	0 或 多 (无上限)
}	{	1 或 多 (无上限)

在任务2中，我们对概念模式的设计进行了优化，得到的基本ER图如下：

### 1：不包括属性的ER图



## 2: 包括属性的ER图



### 三、数据库逻辑模式设计

根据ER图建立关系模式，得到如下表：

#### 3.1 数据库关系模式

##### 用户表

$$U(\underline{UID}, UAVT, UN, UP, UC)$$

属性依赖集： $UID \rightarrow UAVT, UID \rightarrow UN, UID \rightarrow UAVT, UID \rightarrow UP, UID \rightarrow UC$

属性名	中文	数据类型	备注
UID	用户ID	VARCHAR	主码
UAVT	用户头像	VARCHAR	
UN	姓名	VARCHAR	
UP	密码	VARCHAR	
UC	学院名称	VARCHAR	

##### 教材表

$$B(\underline{BID}, BN, BP, BCIMG, BD, BW, BTOT, BREM)$$

属性依赖集： $BID \rightarrow BN, BID \rightarrow BP, BID \rightarrow BCIMG, BID \rightarrow BD, BID \rightarrow BW, BID \rightarrow BTOT, BID \rightarrow BREM$

属性名	中文	数据类型	备注
BID	教材ID	VARCHAR	主码
BN	教材名称	VARCHAR	
BP	价格	INT	
BCIMG	封面	Image	
BD	教材描述	TEXT	
BW	教材作者	VARCHAR	
BTOT	售卖者放出的教材本数	INT	
BREM	当前剩余的教材本数	INT	

##### 教材评论表

$$CM(\underline{BID}, \underline{UID}, COM)$$

属性依赖集： $(BID, UID) \rightarrow COM$

属性名	中文	数据类型	备注
BID	教材ID	VARCHAR	外码
UID	用户ID	VARCHAR	外码
COM	评价	TEXT	

##### 课程表

$$C(\underline{CID}, CN, CDEPT)$$

属性依赖集： $CID \rightarrow CN, CID \rightarrow CDEPT$

属性名	中文	数据类型	备注
CID	课程编号ID	VARCHAR	主码
CN	课程名称	VARCHAR	
CDEPT	所属学院名称	VARCHAR	

用户选课表

$UC(\underline{CID}, \underline{UID})$

属性依赖集：

属性名	中文	数据类型	备注
CID	课程编号ID	VARCHAR	外码
UID	用户ID	VARCHAR	外码

课程教材表

$BC(\underline{CID}, \underline{BID})$

属性依赖集：

属性名	中文	数据类型	备注
CID	课程编号ID	VARCHAR	外码
BID	教材ID	VARCHAR	外码

用户-教材（购物车, 也就是收藏关系）联系表

$CART(\underline{UID}, \underline{BID}, NUM)$

属性依赖集： $(UID, BID) \rightarrow NUM$

属性名	中文	数据类型	备注
UID	用户编号ID	VARCHAR	外码
BID	教材编号ID	VARCHAR	外码
NUM	购物车中该种教材的数量	INT	

用户-教材（发布）联系表

$SALE(\underline{UID}, \underline{BID}, TOT, REM, TIME)$

属性依赖集： $(UID, BID) \rightarrow TOT, (UID, BID) \rightarrow REM, (UID, BID) \rightarrow TIME$

属性名	中文	数据类型	备注
UID	用户编号ID	VARCHAR	外码
BID	教材编号ID	VARCHAR	外码
TOT	发布数量	INT	
REM	剩余数量	INT	
TIME	发布时间	DATETIME	

交易记录表

$LOG(\underline{LID}, UID, TYPE, BID, TIME)$

属性依赖集： $LID \rightarrow UID, LID \rightarrow TYPE, LID \rightarrow BID, LID \rightarrow TIME$

属性名	中文	数据类型	备注
LID	记录编号ID	VARCHAR	主码
UID	记录所属的用户ID	VARCHAR	外码
TYPE	记录类型	INT	
BID	记录所涉及的课本ID	VARCHAR	外码
TIME	发布时间	DATETIME	

3.2 关系模式范式等级的判定与规范

- 关系模式范式等级判定：

表名	U	B	C	CM	UC	BC	CART	SALE	LOG
范式等级	3NF	3NF	3NF	3NF	3NF	3NF	3NF	3NF	3NF

- 规范化：每一个关系模式属性依赖集的每一条依赖关系，左部均包含码，因此已经规范化到3NF。

3.3 数据库设计优化

多数据库存储

针对不同的数据特点，本平台使用了多数据库对数据进行存储，如使用 MySQL 存储主要的用户、教材、交易信息，使用 MongoDB 存储大量、流式的用户评论、消息，使用 Redis 进行用户鉴权，尽可能降低了 IO 负载与响应延迟。

使用外键

本平台较多地使用了外键来保证数据关联性以提高访问速度，各表也通过外键构建起了相互的联系，保证了数据库的逻辑正确性。

查询语句优化

本平台实现时结合表的特性与需求对查询语句进行了优化，尽量避免使用函数、通配符这类容易降低查询速度的特性。同时。

存储优化

对于固定长度的数据，采用了 varchar 类型，加以定长限制，避免 text 对空间造成的



附注：横向ER图

