

实验室器材管理系统

分析与设计

蔡树鹏、陈磊、陈阳、陈万豪、陈祥麟

文档修订摘要

日期	版本号	描述	编制者	审阅者
2015/3/29	V0.1	引言、问题陈述	陈阳、陈万豪	蔡树鹏
2015/3/30	V0.2	需求分析的用例模型、用例规约	陈磊、蔡树鹏	陈阳
2015/4/6	V0.3	需求分析的补充规约、术语表	蔡树鹏、陈祥麟	陈磊
2015/4/12	V0.4	系统框架	蔡树鹏、陈磊	陈阳
2015/4/13	V0.5	系统关键抽象	陈磊、陈阳	陈祥麟
2015/4/27	V0.6	用例分析	蔡树鹏、陈磊	陈阳
2015/5/4	V0.7	系统类图	蔡树鹏、陈阳	陈万豪
2015/5/10	V0.8	分析类机制	蔡树鹏、陈万豪	陈磊
2015/5/10	V0.9	实验室器材管理系统子系统设计	陈磊、陈祥麟	蔡树鹏

目录

第 1 章 引言.....	5
1.1 文档用途.....	5
1.2 阅读对象.....	5
第 2 章 问题陈述.....	6
第 3 章 需求分析.....	7
3.1 实验室器材管理系统用例模型.....	7
3.2 实验室器材管理系统用例规约.....	7
3.2.1 登录系统.....	7
3.2.2 浏览器材.....	8
3.2.3 借出登记.....	9
3.2.4 归还登记.....	10
3.2.5 个人信息管理.....	12
3.2.6 添加器材.....	13
3.2.7 删除器材.....	14
3.2.8 编辑器材.....	15
3.2.9 添加用户.....	16
3.2.10 删除用户.....	17
3.2.11 编辑用户.....	18
3.2.12 浏览用户.....	20
3.3 补充归约.....	21
3.4 术语表.....	21
第 4 章 实验室器材管理系统设计.....	23
4.1 实验室器材管理系统框架.....	23
4.2 实验室器材管理系统关键抽象.....	24
4.3 用例分析.....	25
4.3.1 分析类及其功能.....	25
4.3.2 登陆系统用例分析.....	25
4.3.3 添加用户用例分析.....	26
4.3.4 删除器材用例分析.....	28
4.4 系统类图.....	30

第1章 引言

1.1 文档用途

本文档的编写目的是让读者对实验室器材管理系统的需求和设计有全局性、总体性的了解。

1.2 阅读对象

此文档将适合以下人员阅读：

- 本项目组成员
- 对本系统感兴趣的人员

第2章 问题陈述

为了方便学校或企业实验室管理人员，现开发一个实验室器材管理系统。该系统的核心功能是对实验器材信息的查询修改、借出和归还登记。

该系统设定两个角色，管理员与用户。只有注册用户才可进入。

管理员的主要功能是添加删除用户，添加删除器材和对器材信息的维护。在添加用户的时候，系统将会要求管理员输入用户 ID、用户名和密码。提交时系统会自动检测该用户 ID 是否已存在，保证用户 ID 的唯一性。在添加器材时，系统将会要求管理员输入器材 ID 和器材信息，如果 ID 合法，就可以成功添加器材。在删除用户和删除器材的时候，系统将会要求管理员进行确认。对器材信息进行修改维护时，将会检查器材 ID 是否唯一，修改失败则返回错误信息。

用户的主要功能是对器材信息进行查询，借出登记与归还登记，还有个人信息管理。查询器材信息时，要求输入关键字，系统在数据库中搜索然后返回相关器材信息。借出登记过程中，系统将会检查器材是否可以借出。借出时进行登记，借出失败返回不可借出的原因。归还器材时，由用户检查器材是否完好，系统检查时间是否超期。器材完好且未超期归还，系统登记归还成功。否则返回归还失败的原因。个人信息管理时，可以修改个人相关信息以及密码，如果信息合规，系统返回修改成功的消息，否则返回修改失败的原因。

第3章 需求分析

3.1 实验室器材管理系统用例模型

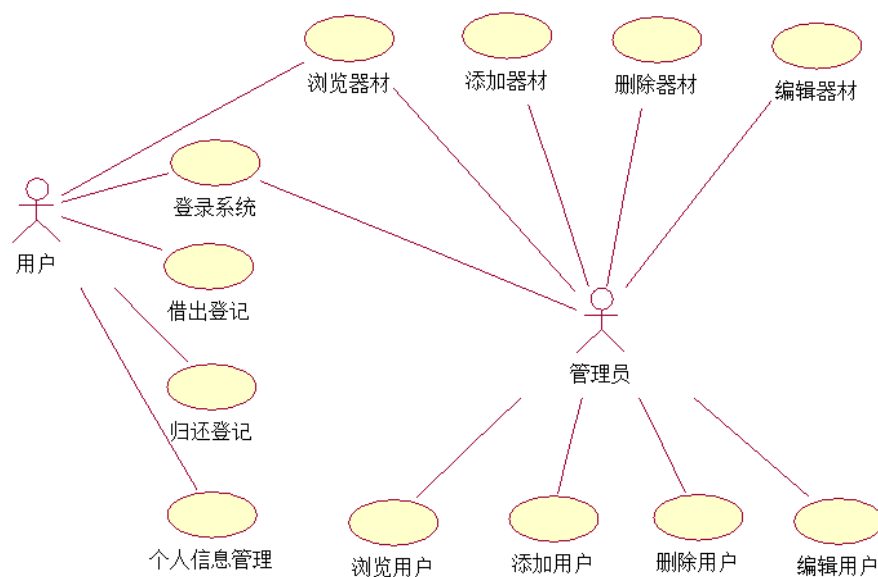


图 3-1 系统用例模型

3.2 实验室器材管理系统用例规约

3.2.1 登录系统

(1) 简要说明

本用例主要用于描述用户的登陆过程

(2) 参与者

用户

(3) 事件流

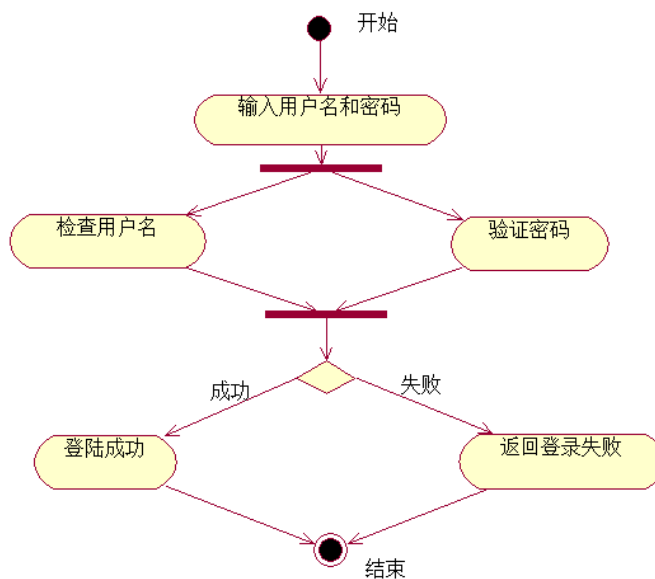


图 3-2 登录系统活动图

a) 基本事件流

- i. 系统请求用户输入用户名，ID，和密码；
- ii. 系统验证输入的用户名，ID，和密码；
 - A1. 用户名不合法或不存在
 - A2. ID 不合法或不存在
 - A3. 两次密码不一致
- iii. 用户成功登陆到主界面

b) 后备事件流

- A1. 用户名不合法或不存在
 - 系统显示用户名错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；
- A2. ID 不合法或不存在
 - 系统显示 ID 错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；
- A3. 密码不正确
 - 系统显示密码错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

密码输入框需以密文方式呈现；

(5) 前置条件

用户已经登录系统；

(6) 后置条件

如果用例成功，则登陆成功；若失败，系统状态不改变。

3.2.2 浏览器材

- (1) 简要说明
本用例描述用户获取器材详细信息
- (2) 参与者
用户
- (3) 事件流

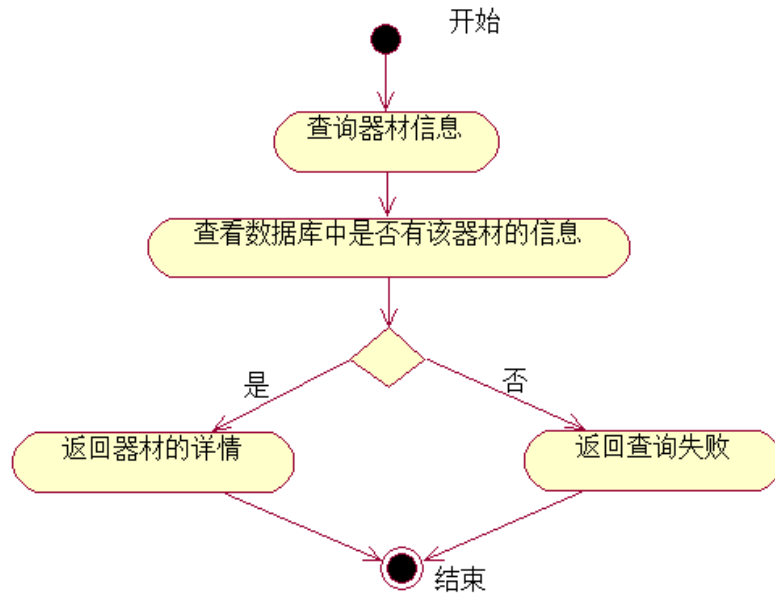


图 3-3 浏览器材活动图

a) 基本事件流

- i. 系统请求用户输入要查询的器材的名称；
- ii. 用户输入要查询的器材的名称；
- iii. 系统验证输入的器材名称；
 - A1. 器材名错误或器材不存在
- iv. 用户成功获取器材的详细信息

b) 后备事件流

- A1. 器材名称错误或器材不存在
 - 系统显示错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

用户成功获取器材的详细信息；

(6) 后置条件

如果用例成功，则获取器材的详细信息；若失败，系统状态不改变。

3.2.3 借出登记

(1) 简要说明

本用例描述用户如何将器材借出

- (2) 参与者
用户与客户
- (3) 事件流

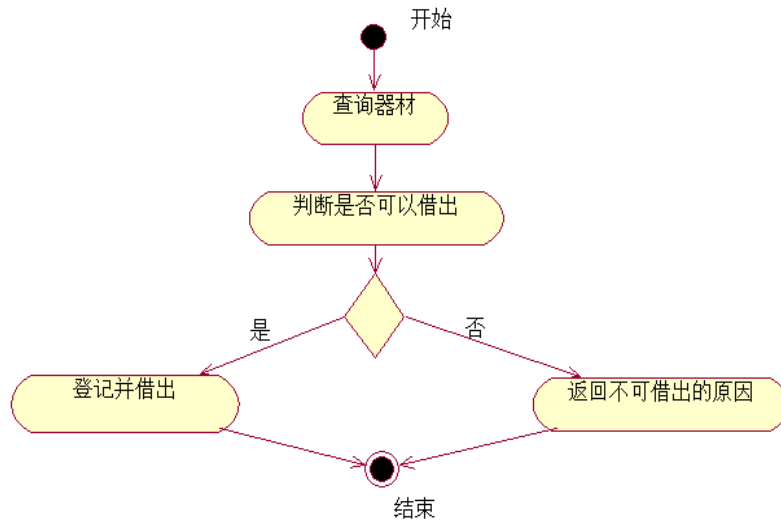


图 3-4 借出登记活动图

a) 基本事件流

- i. 客户请求借器材；
- ii. 用户输入器材信息，查询器材；
- iii. 显示器材的详细信息
 - A1. 器材不存在
 - A2. 器材已被借出
- iv. 用户登记，客户成功借到器材

b) 后备事件流

- A1. 器材不存在
 - 系统显示器材不存在；
 - 返回基本事件流第 1 步；
- A2. 器材已被借出
 - 系统显示器材被借出；
 - 返回基本事件流的第一步

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

用户做好登记，客户成功借到器材；

(6) 后置条件

如果用例成功，用户做好登记，客户成功借到器材；若失败，系统状态不改变。

3.2.4 归还登记

(1) 简要说明

本用例描述客户归还器材，用户做好登记

(2) 参与者

用户和客户

(3) 事件流

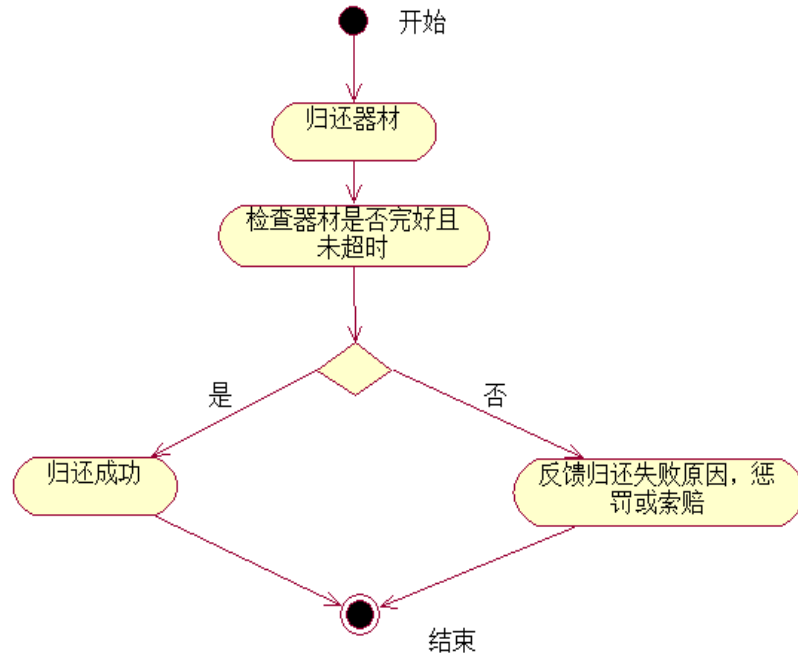


图 3-5 归还登记活动图

a) 基本事件流

- i. 客户提供自己的 ID 与器材的名称；
- ii. 用户检查器材的完整性且是否在规定时间内归还；
 - A1. 器材损坏
 - A2. 超时归还
- iii. 客户成功归还，用户做好相应登记

b) 后备事件流

- A1. 器材损坏
 - 按章程赔款；
 - 予以归还；
- A2. 超时归还
 - 系统提示超时归还
 - 进行相应惩罚，予以归还

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

客户成功归还，用户做好相应登记；

(6) 后置条件

如果用例成功，客户成功归还，用户做好相应登记；反之，反馈归还失败原因，

惩罚或索赔

3.2.5 个人信息管理

(1) 简要说明

本用例描述用户希望更改个人信息

(2) 参与者

用户

(3) 事件流

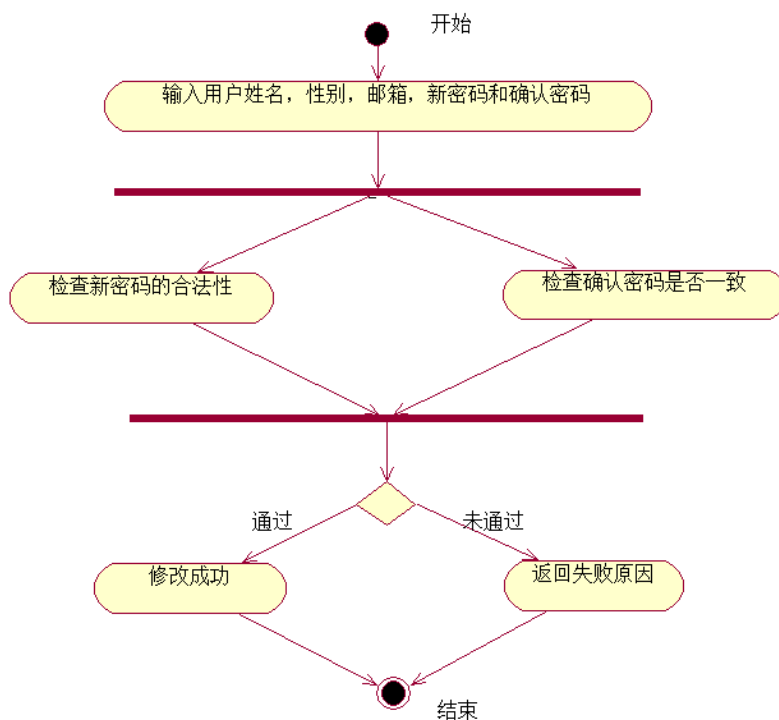


图 3-6 个人信息管理活动图

a) 基本事件流

- i. 系统请求用户输入新密码和确认密码;
- ii. 注册用户的新密码和确认密码;
- iii. 系统验证输入的新密码和确认密码;
 - A1. 新密码不合法
 - A2 新密码与确认密码不一致
- iv. 用户修改除用户名之外的其余个人信息;
- v. 系统确认信息的修改

b) 后备事件流

- A1. 新密码不合法
 - 返回基本事件流第 1 步;
- A2. 新密码与确认密码不一致
 - 返回基本事件流第 1 步;

(4) 特殊需求

无；

(5) **前置条件**

用户修改信息成功；

(6) **后置条件**

如果用例成功，将确认用户修改信息成功；若失败，系统状态不改变。

3.2.6 添加器材

(1) **简要说明**

本用例描述管理员如何添加器材信息

(2) **参与者**

管理员

(3) **事件**

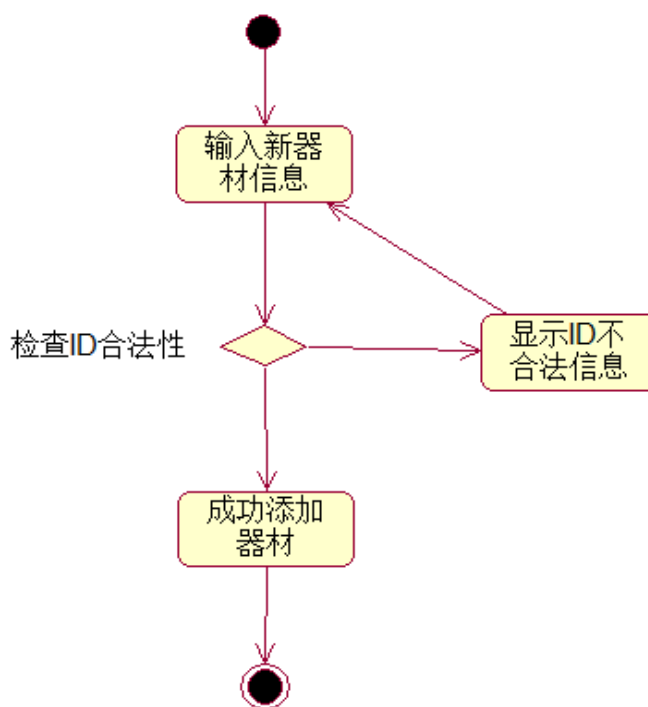


图 3-7 添加器材活动图

a) **基本事件流**

- i. 系统请求管理员输入 ID、器材名称、类型、可借状态和购买时间；
- ii. 管理员输入 ID、器材名称、类型、可借状态和购买时间；
- iii. 系统验证输入的 ID；
 - A1. ID 不合法或不唯一
- iv. 管理员成功添加器材

b) **后备事件流**

- A1. ID 不合法或不唯一
 - 系统显示 ID 错误信息；

- 返回基本事件流第 1 步；
- (4) 特殊需求
无；
- (5) 前置条件
管理员已经登录系统；
- (6) 后置条件
如果用例成功，将添加器材；若失败，系统状态不改变。

3.2.7 删除器材

- (1) 简要说明
本用例描述管理员如何删除器材信息
- (2) 参与者
管理员
- (3) 事件

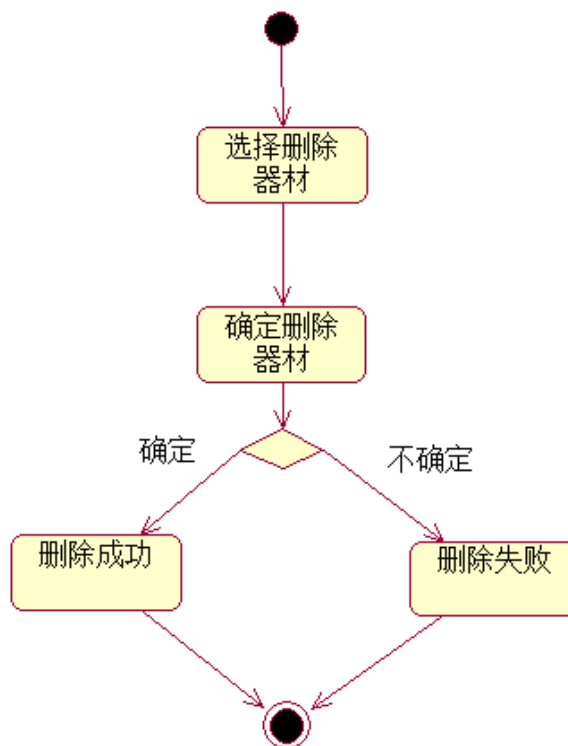


图 3-8 删除器材活动图

a) 基本事件流

- i. 系统提供所有器材信息供用户选择；
 - ii. 管理员选择一个器材信息；
 - iii. 系统请求管理员确定删除信息
- A1. 不确定

iv. 管理员成功删除器材信息

b) 后备事件流

A1. 管理员不确定删除

- 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

管理员已经登录系统；

(6) 后置条件

如果用例成功，将删除器材信息；若失败，系统状态不改变。

3.2.8 编辑器材

(1) 简要说明

本用例描述管理员如何管理器材信息

(2) 参与者

管理员

(3) 事件

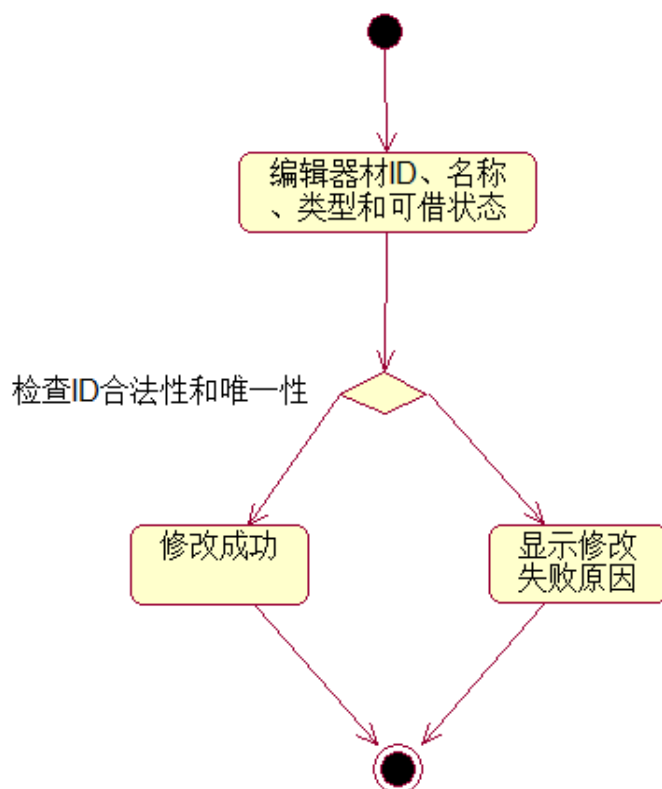


图 3-9 编辑器材活动图

a) 基本事件流

i. 系统提供所有器材信息供用户选择；

- ii. 管理员选择一个器材信息进行编辑;
- iii. 系统验证 ID 合法性和唯一性;
 - A1. ID 不合法或不唯一
- iv. 管理员成功修改器材信息

b) 后备事件流

- A1. ID 不合法或不唯一
 - 系统显示 ID 错误信息;
 - 返回基本事件流第 1 步;

(4) 特殊需求

无;

(5) 前置条件

管理员已经登录系统;

(6) 后置条件

如果用例成功, 将修改器材信息; 若失败, 系统状态不改变。

3.2.9 添加用户

(1) 简要说明

本用例描述管理员如何添加新用户

(2) 参与者

管理员

(3) 事件

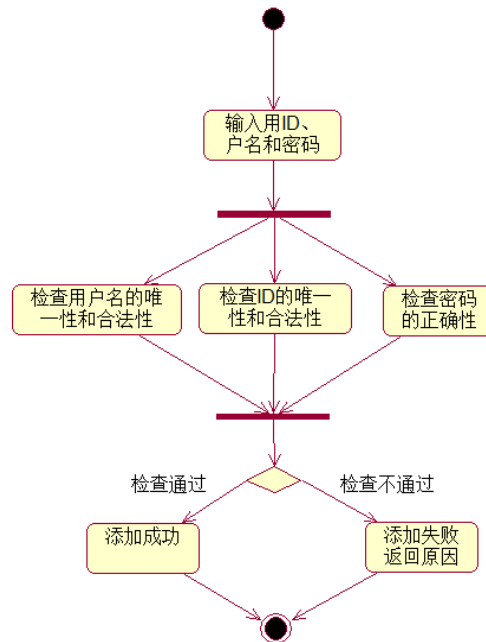


图 3-10 添加用户活动图

a) 基本事件流

- i. 系统请求管理员输入用户名、ID 和密码；
- ii. 管理员输入用户名、ID 和密码；
- iii. 系统验证输入的用户名、ID 和密码；
 - A1. 用户名不合法或不唯一
 - A2. ID 不合法或不唯一
 - A3. 两次密码不一致
- iv. 管理员成功添加用户

b) 后备事件流

- A1. 用户名不合法或不唯一
 - 系统显示用户名错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；
- A2. ID 不合法或不唯一
 - 系统显示 ID 错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；
- A3. 密码不合法或不唯一
 - 系统显示密码错误信息；
 - 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

密码输入框需以密文方式呈现；

(5) 前置条件

管理员已经登录系统；

(6) 后置条件

如果用例成功，将添加用户；若失败，系统状态不改变。

3.2.10 删除用户

(1) 简要说明

本用例描述管理员如何删除用户

(2) 参与者

管理员

(3) 事件

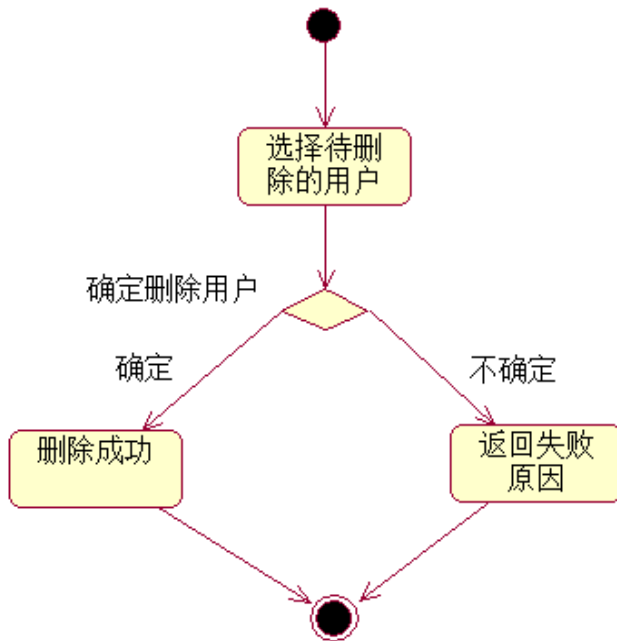


图 3-11 删除用户活动图

a) 基本事件流

- i. 系统提供所有用户信息供管理员选择；
- ii. 管理员选择一个用户；
- iii. 系统请求管理员确定删除信息
 - A1. 不确定
- iv. 管理员成功删除用户信息

b) 后备事件流

- A1. 管理员不确定删除
 - 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

管理员已经登录系统；

(6) 后置条件

如果用例成功，将删除用户信息；若失败，系统状态不改变。

3.2.11 编辑用户

(1) 简要说明

本用例描述管理员如何编辑用户

(2) 参与者

管理员

(3) 事件

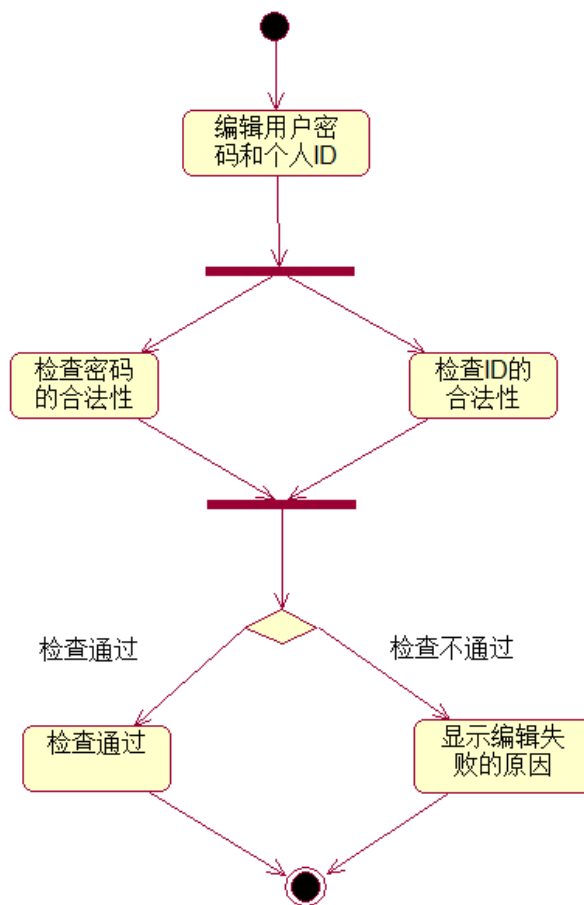


图 3-12 编辑用户活动图

a) 基本事件流

- i. 系统提供所有用户信息供管理员选择；
- ii. 管理员选择一个用户进行编辑；
- iii. 系统验证 ID 合法性和唯一性；
- iv. A1. ID 不合法或不唯一
- v. 管理员成功修改用户信息

b) 后备事件流

A1. ID 不合法或不唯一

- 系统显示 ID 错误信息；
- 返回基本事件流第 1 步；

(4) 特殊需求

无；

(5) 前置条件

管理员已经登录系统；

(6) 后置条件

如果用例成功，将改变用户信息；若失败，系统状态不改变。

3.2.12 浏览用户

(1) 简要说明

本用例描述管理员如何浏览用户

(2) 参与者

管理员

(3) 事件

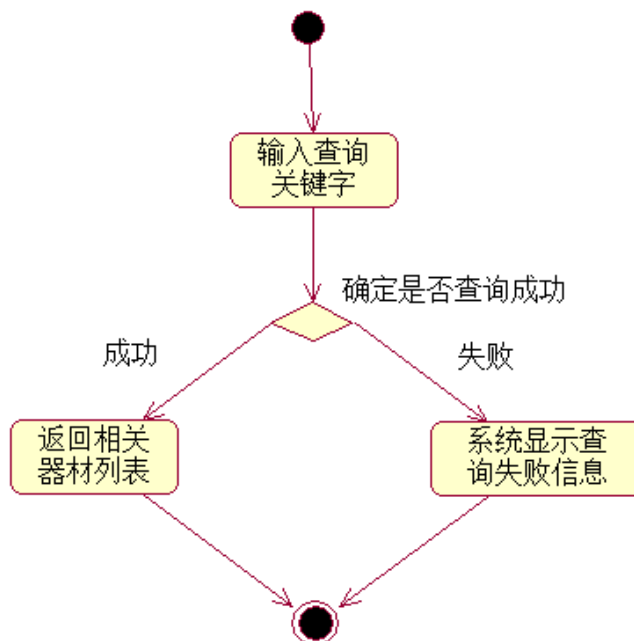


图 3-13 浏览用户活动图

c) 基本事件流

- i. 系统请求管理员输入用户的名称;
- ii. 用户输入要查询的用户名称;
- iii. 系统验证输入的用户名称;
A1. 用户名错误或用户不存在
- iv. 用户成功获取器材的详细信息

d) 后备事件流

- A1. 用户名称错误或用户不存在
- 系统显示错误信息;
 - 返回基本事件流第 1 步;

(4) 特殊需求

无;

(5) 前置条件

管理员已经登录系统;

(6) 后置条件

如果用例成功，将显示用户信息；若失败，系统状态不改变。

3.3 补充归约

本部分为该系统的整体非功能性补充要求。

(1) 兼容性

本系统可支持 winXP、win7 和 win8 系统。

(2) 可靠性

系统 7*24 小时不间断运行。保证用户和管理员可以随时记性器材的借出、归还和信息编辑的正确性。

(3) 性能

系统可支持 10 个在线用户。

用户进行器材借出和归还登记时，系统响应时间小于 1 秒。

用户进行器材查询时，系统响应时间小于 5 秒。

管理员进行用户和器材信息编辑时，系统响应时间小于 1 秒。

管理员进行用户和器材信息查询时，系统响应时间小于 5 秒。

(4) 易用性

系统充分考虑到各功能使用的频率，使得使用频率较多的功能达到一键到达的方便性。

(5) 安全性

系统有用户和管理员两种角色，用户只有有限的操作权，且管理员可对用户进行限制。

(6) 设计约束

本系统通过共享数据库的方式获取各器材的信息。

3.4 术语表

本部分内容包括与本系统开发相关的关键概念的定义。

(1) 实验器材登记系统

对器材借出/归还进行信息登记，编辑器材信息和管理用户系统，即本次开发任务，下文所称的本系统均指器材登记系统。

(2) 器材信息

指器材的 ID、名称、类型和购买时间。

(3) 用户信息

指用户名、用户密码和 ID

(4) 用户 ID

指拥有用户人的 ID。

(5) 器材 ID

用于标识唯一的器材。

(6) 用户

指拥有本系统登录权限和器材查询、器材借出登记和归还登记权限的人。

(7) **管理员**

由本系统设定，负责管理用户信息和器材信息的人。

第4章 实验室器材管理系统设计

4.1 实验室器材管理系统框架

本系统基于层次化和模块化进行搭建的开发。系统可分为三层：表示层、控制层和实体层。此三层的分层结构具有清晰的依赖关系，表示层依赖于控制层，控制层则调用实体层，如图所示。本文使用包图的形式描绘系统各层各模块依赖关系。

- 表示层

表示层是用户与系统进行交互界面，负责获取用户的请求和信息，并将请求结果反馈给用户。本系统的表示层模块包括：登录系统、添加用户、删除用户、浏览用户、编辑用户、添加器材、删除器材、浏览器材、编辑器材、借出器材和归还器材。

- 控制层

控制层是系统业务逻辑的核心，控制管理系统的运行。它负责接收用户的信息和请求，然后根据相关请求调用实体层的相关数据，执行系统的业务逻辑操作，并将最终执行结果返回给用户。本系统控制层模块包括：登录管理、外借管理、用户管理和器材管理。

- 实体层

实体层是系统的数据体层，为控制层访问实体数据提供接口。本系统实体层的模块包括：管理员、外借单、用户和器材。



图 4-1 层依赖关系图

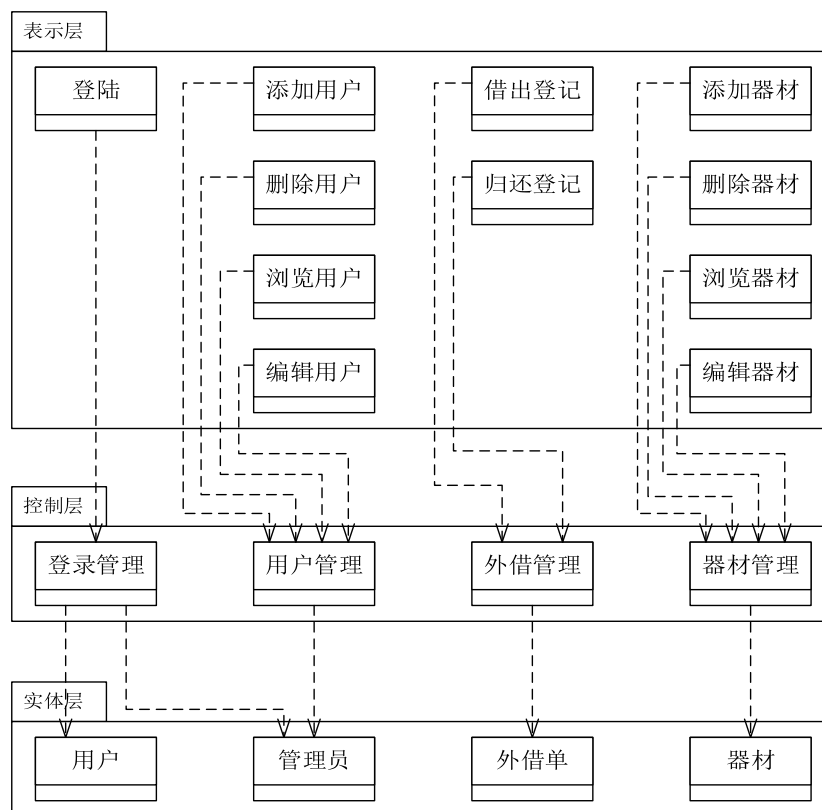


图 4-2 系统框架图

4.2 实验室器材管理系统关键抽象

系统关键抽象即系统的实体类图。系统的实体类描述了系统中的类以及相互之间的关系。它反映了系统中包含的各种对象的类型以及对象之间的静态关系。下图主要描述了系统实体层中各实体类的属性和相互之间的关系。

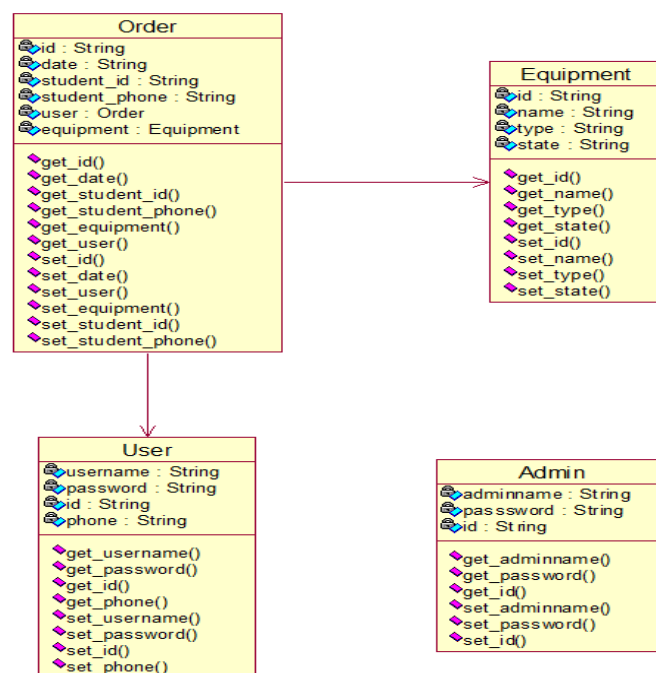


图 4-3 系统关键抽象图

4.3 用例分析

4.3.1 分析类及其功能

由于系统的用例较多，难以一一列举，所以选取了登陆、添加用户和删除器材三个用例进行详细分析，其他的用例分析与这三例类似。每个用例分析由三部分组成，第 1 部分用例功能描述，对用例功能进行简单的描述；第 2 部分用例交互过程，主要描述了用户与系统的交互工程，采用时序图进行描述；第 3 部分 用例类图的分析与设计，描述了用例涉及的各种类，包括边界类，控制类和实体类。

4.3.2 登陆系统用例分析

- 用例功能描述：

用户可以使用该功能成功登陆系统。

- 用例交互过程：

- 用户打开软件进入登陆界面，登陆界面显示用户所要填写的用户名和密码的输入框，用户点击登陆按钮，如果输入有效则会进入登陆的控制层。
- 进入登陆的控制层之后，控制层通过调用函数实现对用户名和账号的匹配。
- 如果匹配则返回登陆成功的消息，反之返回登陆失败的消息。

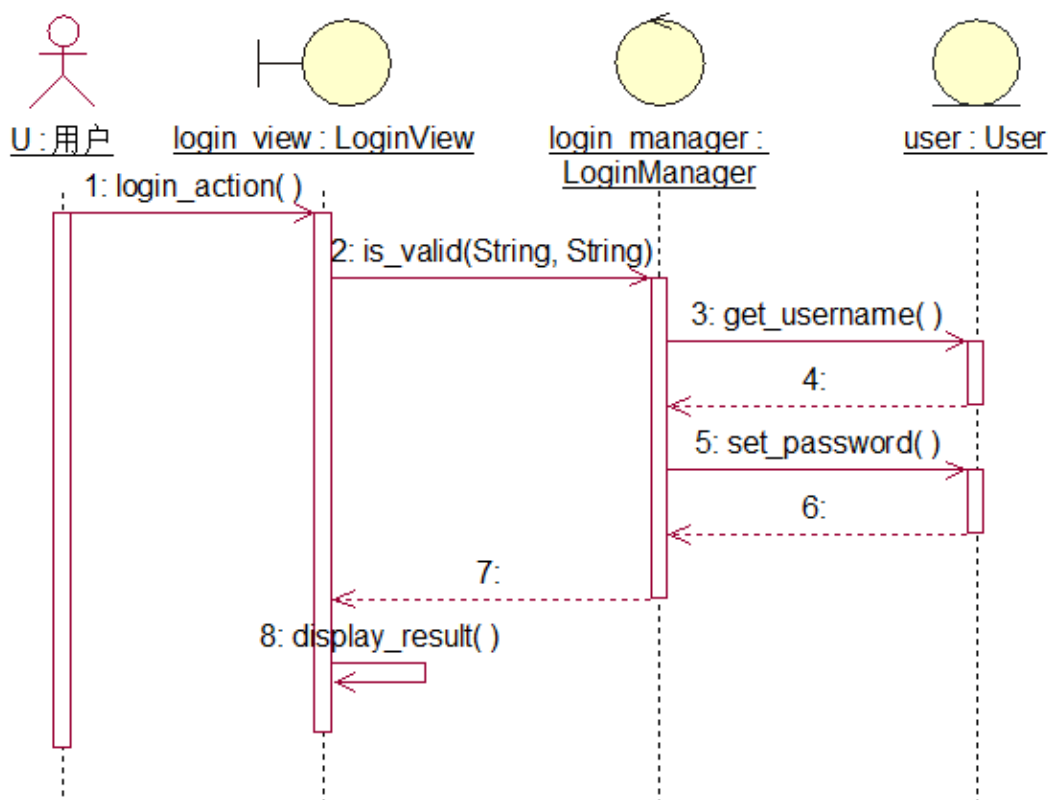


图 4-4 登陆系统时序图

- 用例类图的分析与设计：

- 边界类：用例中，边界类（LoginView），为用户登陆界面，该页面主要用于输入用户名和密码，其属性和功能如图所示。
- 控制类：用例中，控制类（LoginManager），提供用户登陆的业务逻辑，

LoginManager()调用实体层的数据，与输入的数据对比，实现数据的匹配操作，具体属性及功能如图所示。

- c. 实体类：用例中，实体类（User），主要提供用户的各种详细数据，如用户名，密码等，详细属性如图所示。

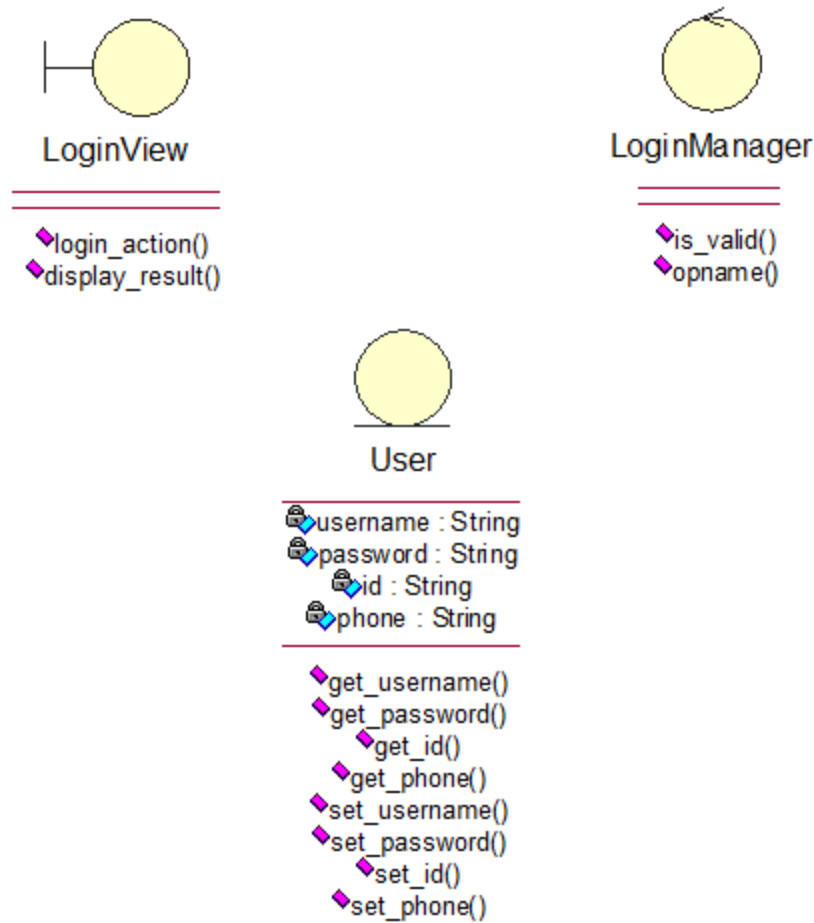


图 4-5 登录系统类图

4.3.3 添加用户用例分析

- **用例功能描述：**
管理员可以使用该功能添加新的用户。
- **用例交互过程：**
 - a. 管理员登陆添加用户界面，添加用户界面显示添加用户所需要填写的三条信息，用户名、密码和 ID 的输入框，输入信息之后，管理员点击添加按钮，如果输入有效则会进入添加用户的控制层。
 - b. 进入添加用户的控制层之后，控制层通过调用逻辑函数，实现对新的用户名、密码和 ID 的添加。
 - c. 如果添加成功则返回成功添加新用户的消息，反之返回添加失败的消息。

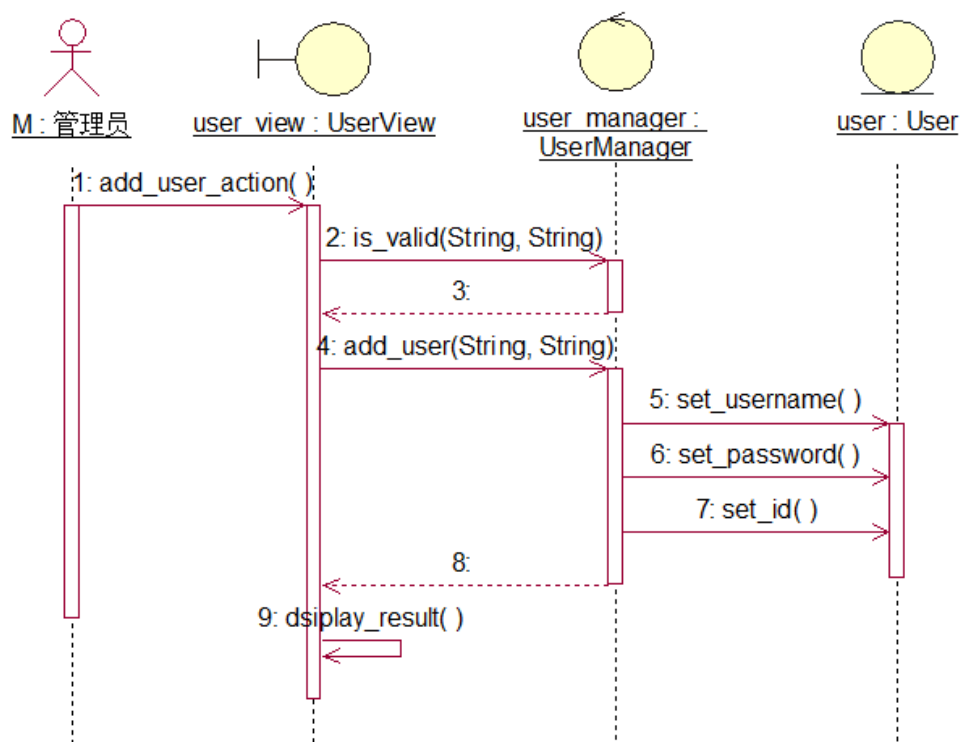


图 4-6 添加用户时序图

● 用例类图的分析与设计：

- a. 边界类：用例中，边界类（**UIView**），为添加用户界面，该界面主要用于输入添加用户所需要填写的三条信息，其属性和功能如图所示。
- b. 控制类：用例中，控制类（**UserManager**），提供添加器材的业务逻辑，**add_user()**完成向实体层添加数据的功能，具体属性及功能如图所示。
- c. 实体类：用例中，实体类（**User**），主要提供用户的各种详细数据，如用户名，密码等，详细属性如图所示。

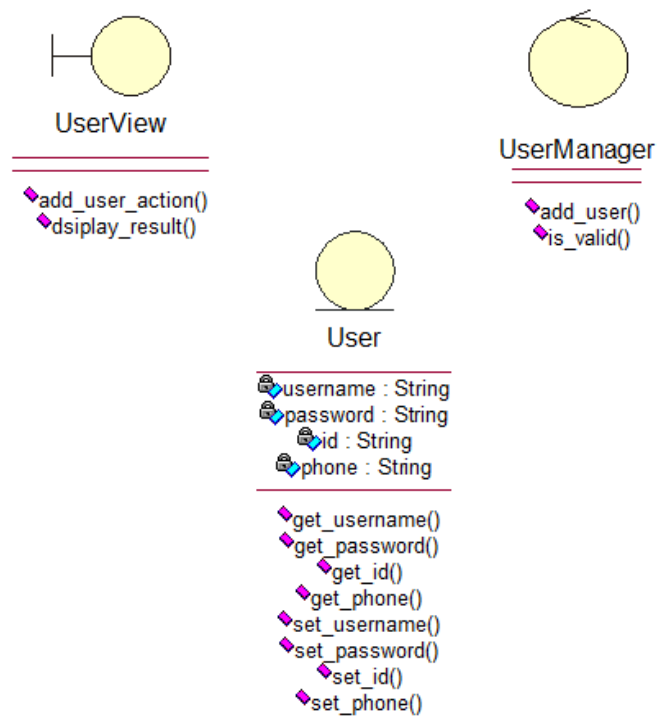


图 4-7 添加用户类图

4.3.4 删除器材用例分析

- 用例功能描述：
管理员可以使用该功能删除器材。
- 用例交互过程：
 - a. 管理员登陆删除器材界面，删除器材界面显示删除用户所需要填写的信息，器材名称和 ID 的输入框，输入信息之后，管理员点击删除按钮，如果输入有效则会进入删除器材的控制层。
 - b. 进入删除器材的控制层之后，控制层通过调用逻辑函数，实现对对应 ID 的器材的删除。
 - c. 如果删除成功则返回成功删除器材的消息，反之返回删除失败的消息。

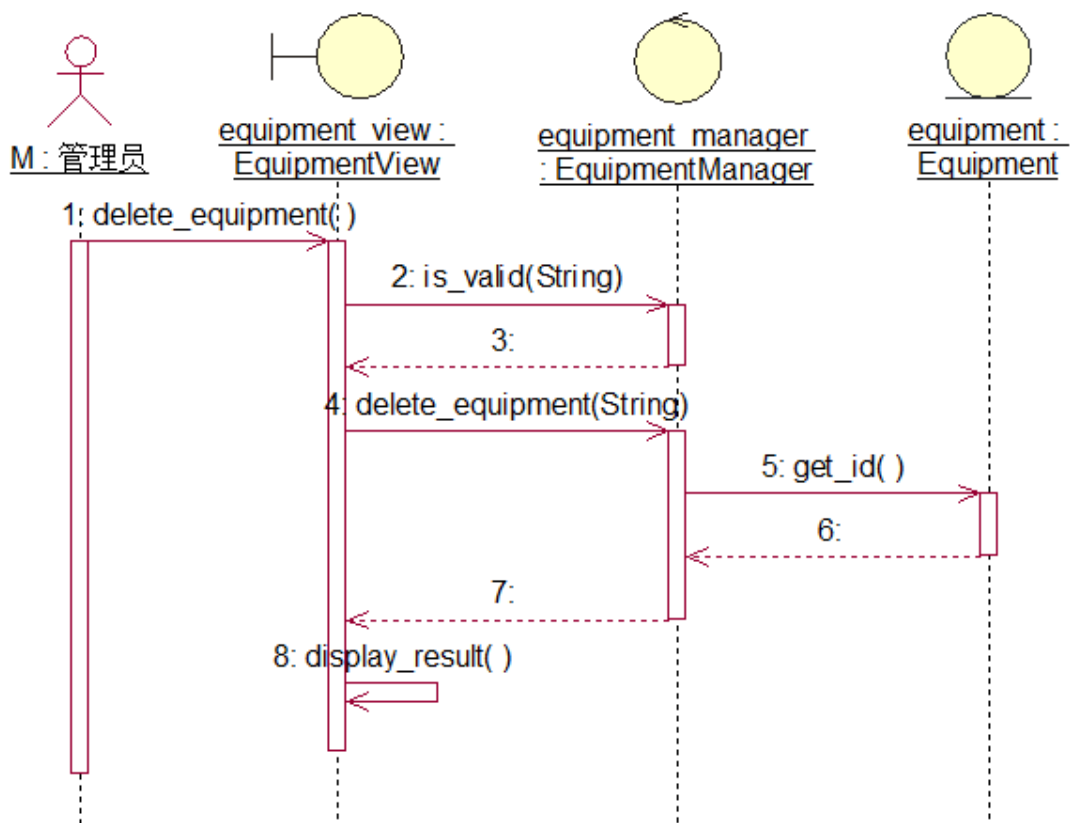


图 4-8 删除器材时序图

● 用例类图的分析与设计：

- a. 边界类：用例中，边界类（EquipmentView），为删除器材界面，该界面主要用于输入删除器材所需要填写信息，其属性和功能如图所示。
- b. 控制类：用例中，控制类（EquipmentManager），提供删除器材的业务逻辑，通过调用 delete_equipment（）完成删除实体层器材数据的功能，具体属性及功能如图所示。
- c. 实体类：用例中，实体类（Equipment），主要提供器材的各种详细数据，如器材名，ID 等，详细属性如图所示。

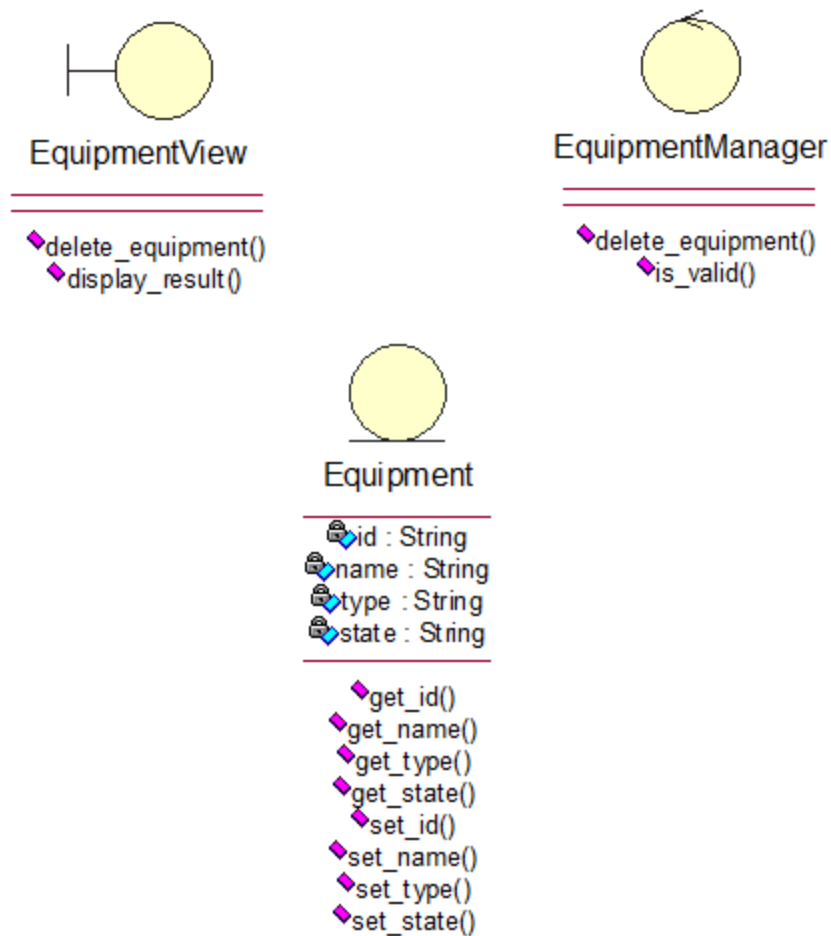


图 4-9 删除器材类图

4.4 系统类图

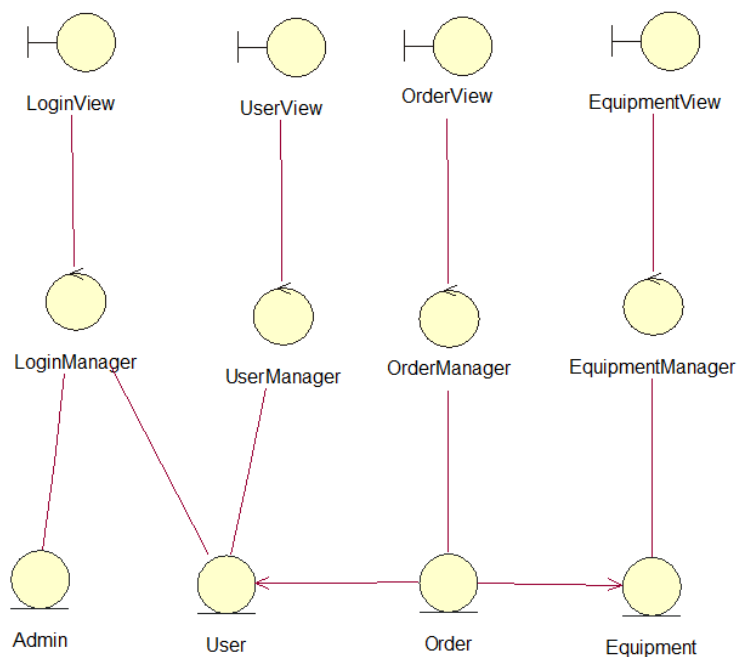


图 4-10 系统类图

4.5 分析类机制

LoginView	图形化
UserView	图形化
OrderView	图形化
EquipmentView	图形化
LoginManager	资源管理
UserManager	资源管理
OrderManager	资源管理
EquipmentManager	资源管理
Admin	持久化，安全性
User	持久化，安全性
Order	持久化，安全性
Equipment	持久化，安全性

表 4-1 分析类到分析机制的映射

第5章 实验室器材管理系统子系统
设计

5.1 实验室器材管理系统子系统及接口设计

4.6 用例分析

实验室器材管理系统包括三个子系统：用户管理子系统、外借管理子系统和器材管理系统。

三个子系统向主程序提供接口服务，主程序调用子系统提供的接口完成相应的流程。

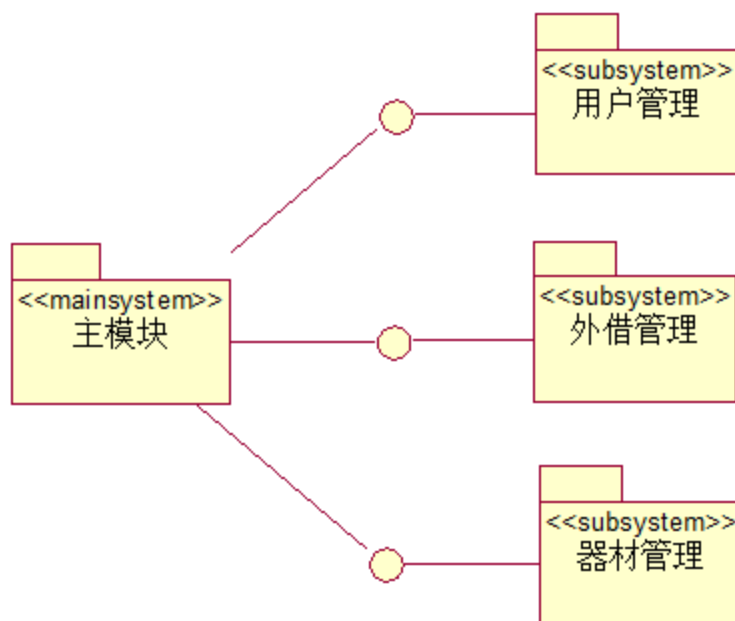


图 5-1 系统接口设计

5.2 实验室器材管理系统的子系统的主要流程

系统的主要流程包括：用户通过调用 LoginIn()方法进图主程序模块，主程序通过调用不同子系统的接口方法实现相应的功能操作。

5.2.1 用户管理子系统的流程

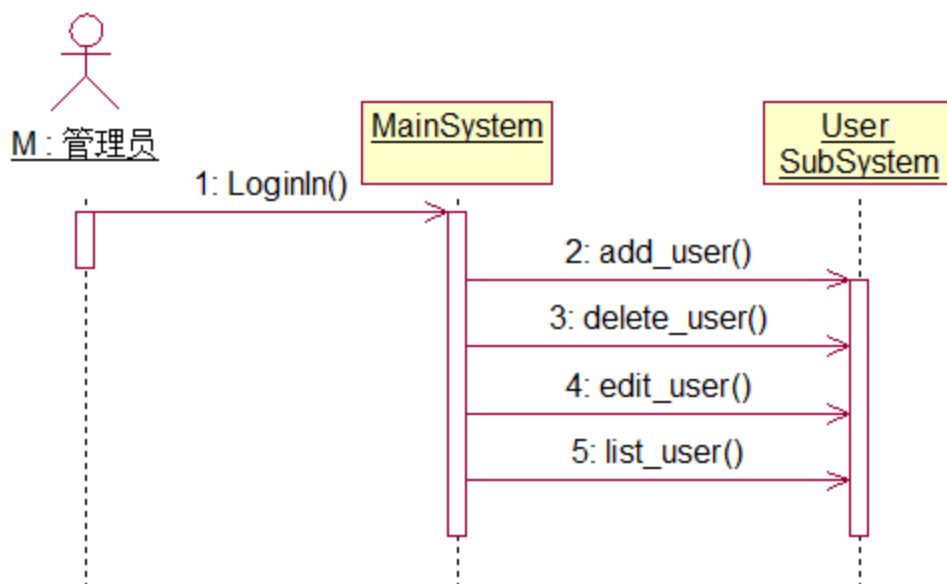


图 5-2 用户管理子系统时序图

管理员通过主程序调用用户管理子系统的 add_user()、delete_user()、edit_user 和 list_user() 等方法实现对用户的管理。

5.2.2 外借管理子系统的流程

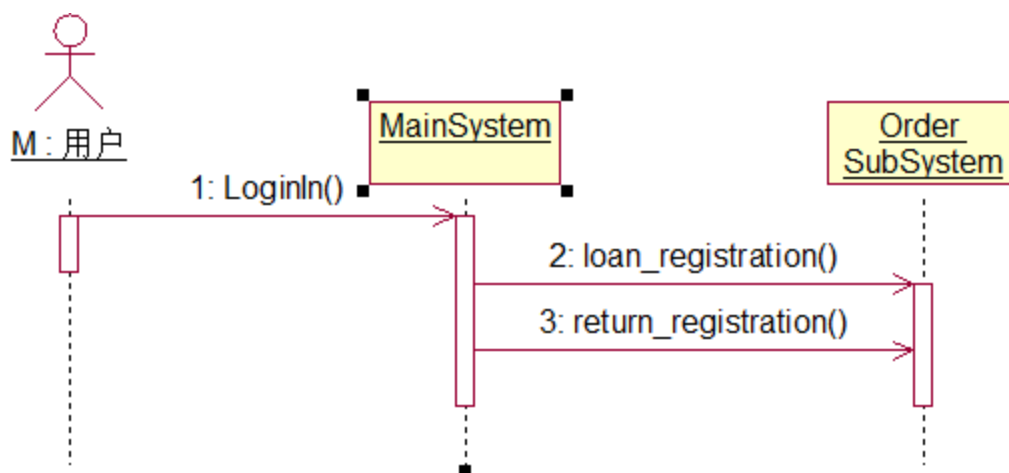


图 5-3 外借管理系统时序图

用户通过主程序调用外借管理子系统的 `loan_registration()` 和 `return_registration()` 等方法实现对外借操作的管理。

5.2.3 器材管理子系统的流程

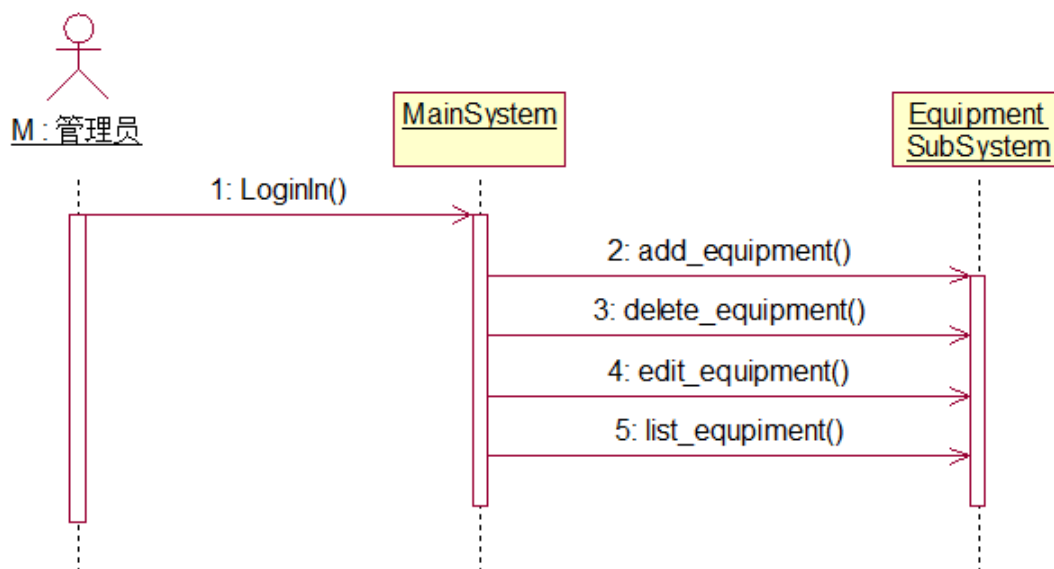


图 5-4 器材管理系统时序图

管理员通过主程序调用器材管理子系统的 `add_equipment()`、`delete_equipment()`、`edit_equipment` 和 `list_equipment()` 等方法实现对器材的管理。

5.3 实验室器材管理系统的子系统内部设计

5.3.1 用户管理子系统的内部设计

用户管理子系统遵循总体架构的分层策略，分别为表示层，控制层和实体层。

- 表示层：

由 `UserView()` 边界类构成，其中由 `add_user()`、`delete_user()`、`edit_user` 和 `list_user()` 等对应的控件组成。

- 控制层：

控制层，控制类（UserManager）负责提供完整的数据流控制服务，对实体层的数据处理，是整个系统的核心所在，控制层向表示层提供调用接口，并调用实体层(User)的数据访问来完成持久化的操作。

- 实体层：

实体层主要负责提供数据的详细信息，如 Id、name 等。

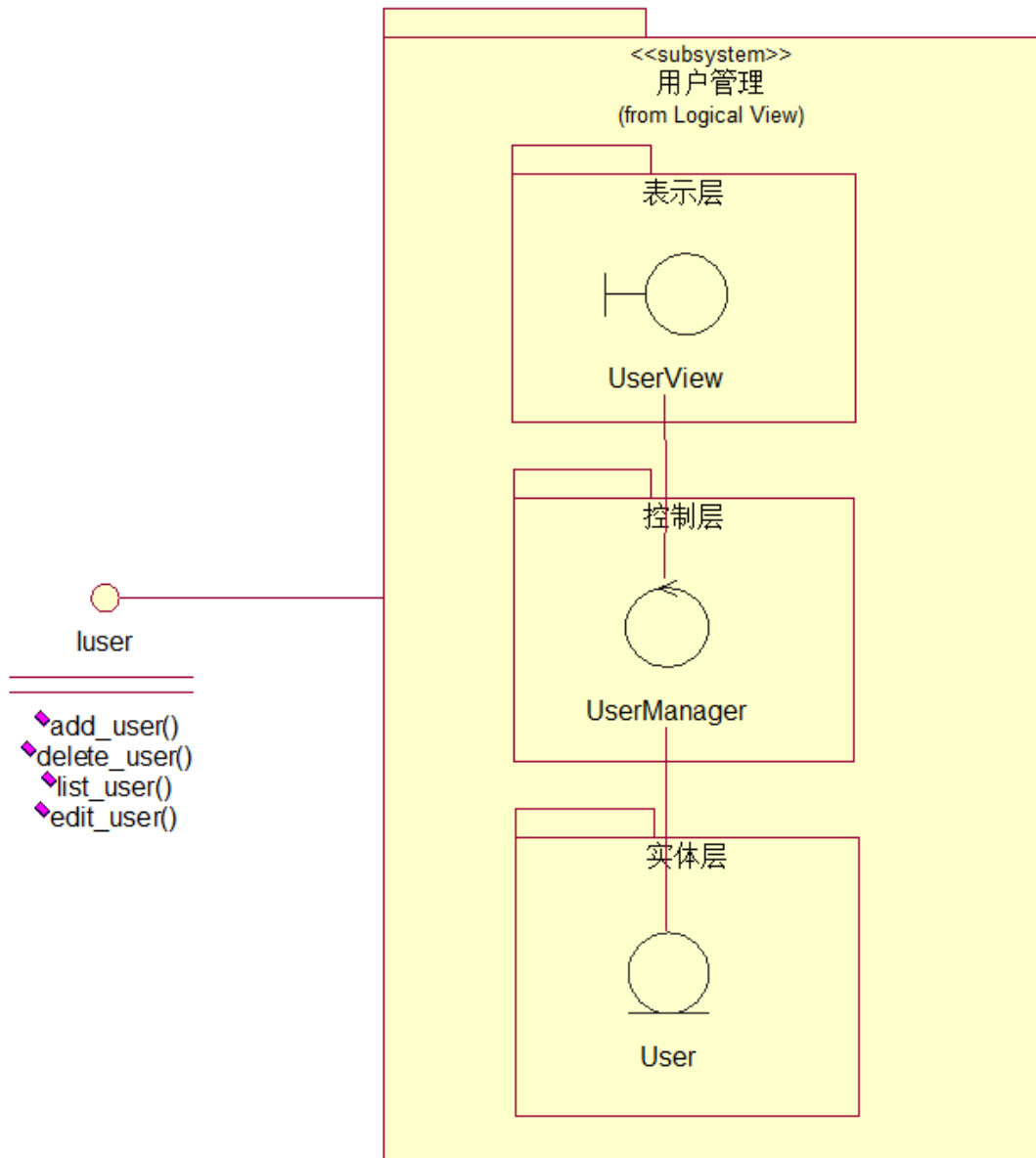


图 5-5 用户管理子系统架构

5.3.2 外借管理子系统的内部设计

外借管理子系统遵循总体架构的分层策略，分别为表示层，控制层和实体层。

- 表示层：

由 OrderView()边界类构成,其中由 loan_registration() 和 return_registration() 等对应的控件组成。

- 控制层：

控制层，控制类（OrderManager）负责提供完整的数据流控制服务，对实体层的数据处理，是整个系统的核心所在，控制层向表示层(OrderView)提供调用接口，并调用实体层(User、Order、Equipment)的数据访问来完成持久化的操作。

- 实体层：

实体层主要负责提供数据的详细信息，如对应外界单的用户和器材的 Id、name 等。

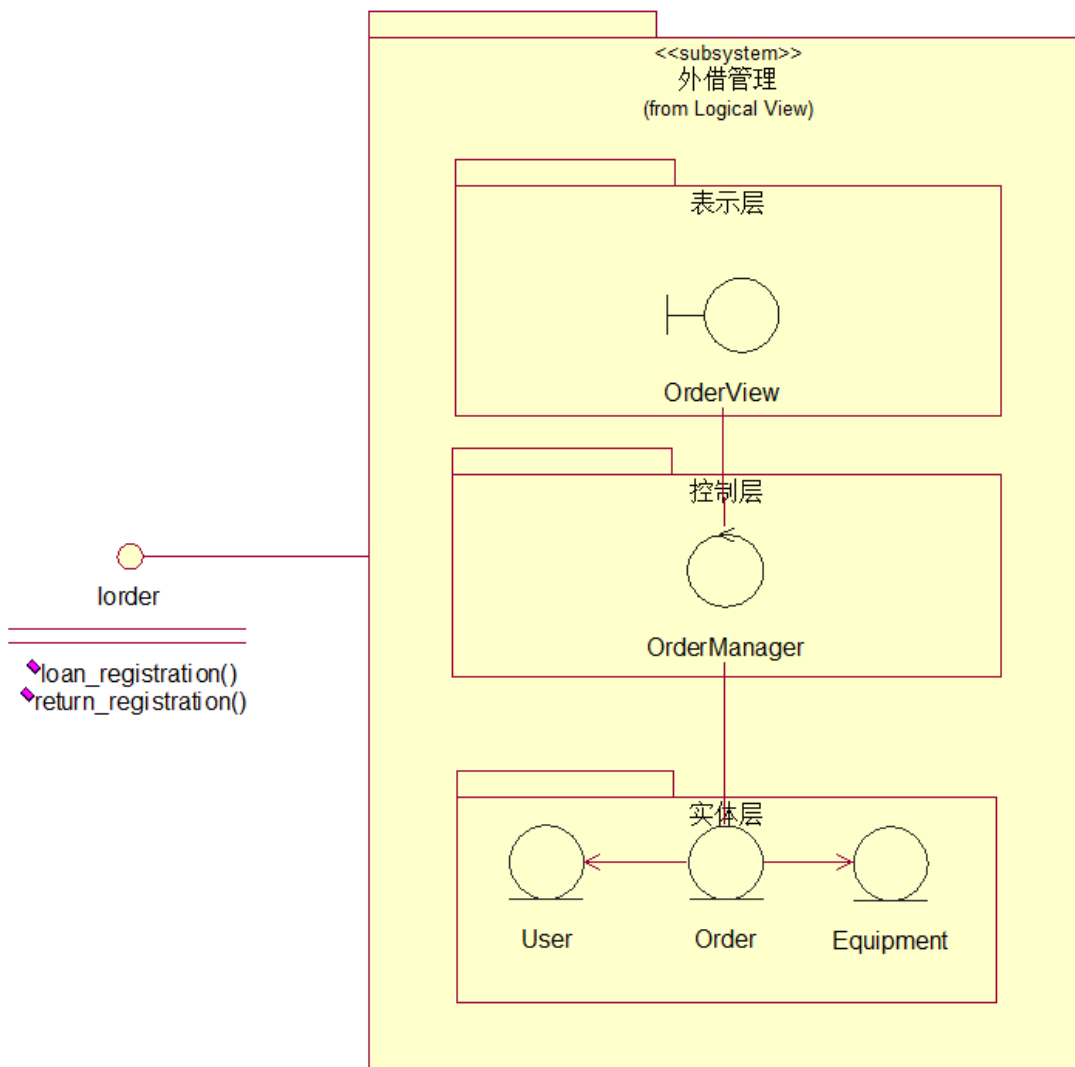


图 5-6 外借管理子系统架构

5.3.3 器材管理子系统的内部设计

器材管理子系统遵循总体架构的分层策略，分别为表示层，控制层和实体层。

- 表示层：

由 EquipmentView()边界类构成，其中由 add_equipment()、delete_equipment()、edit_equipment 和 list_equipment() 等对应的控件组成。

- 控制层：

控制层，控制类（EquipmentManager）负责提供完整的数据流控制服务，对实体层的数据处理，是整个系统的核心所在，控制层向表示层(EquipmentView)提供调用接口，并调用实体层(Equipment)的数据访问来完成持久化的操作。

- 实体层：

实体层主要负责提供数据的详细信息，如对应器材的 Id、name 等。

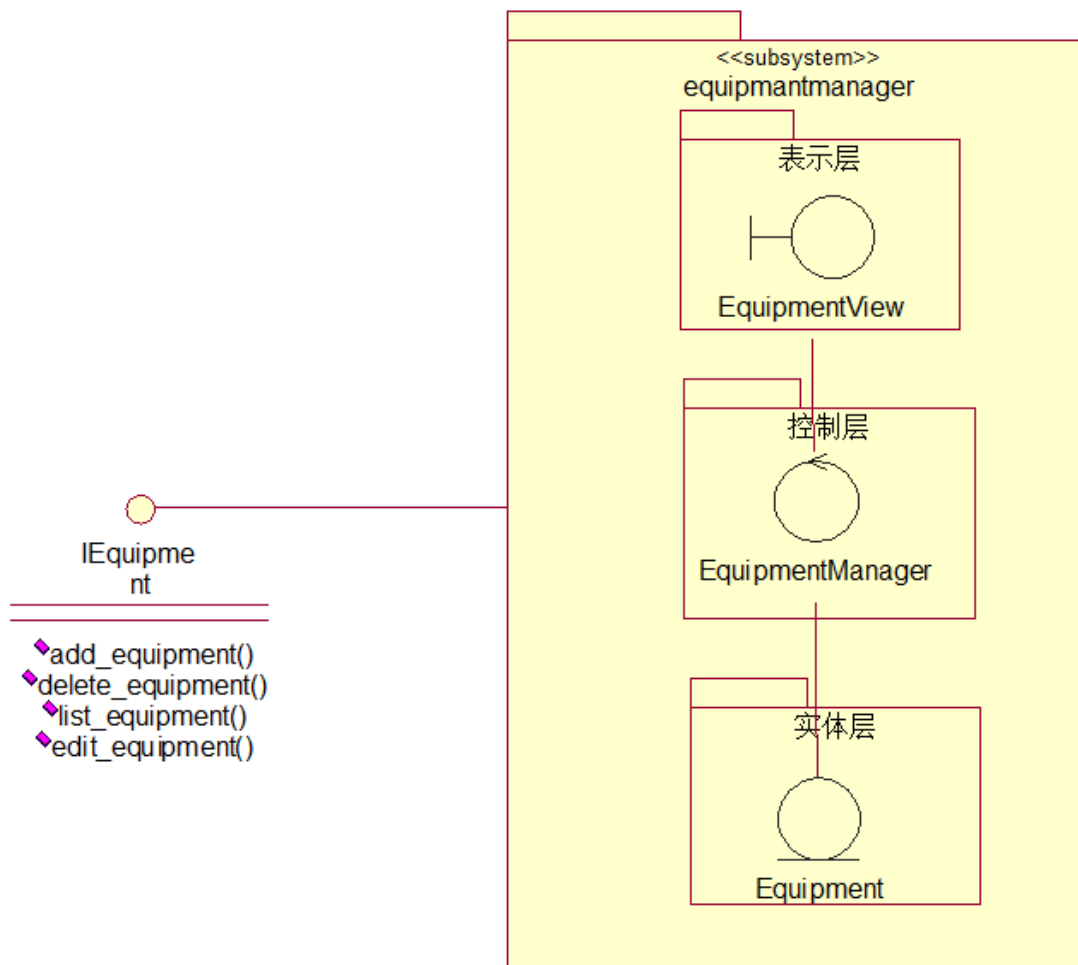


图 5-7 器材管理子系统架构