



山东大学
SHANDONG UNIVERSITY

软件工程与实践

网上书店——软件需求规格说明

板块	初稿	审阅修改
范围、引用文件、需求概述及规格	庞鑫	王子瑞
CSCI 能力需求、内外部接口数据需求	王子瑞	鲍泽雨
适应性、保密性及计算机资源需求	鲍泽雨	赵忆楠
人员、培训、后勤等各项需求	赵忆楠	刘惠国
合格性规定、需求可追踪性	刘惠国	庞鑫

团队成员：

庞 鑫（202200130172） 王子瑞（202200130095）

鲍泽雨（202200130120） 刘惠国（202200130019）

赵忆楠（202200130180）

目录

1 范围	5
1.1 标识	5
1.2 系统概述	5
1.3 文档概述	5
1.4 基线	6
2 引用文件	6
3 需求	6
3.1 所需的状态和方式	6
3.1.1 运行方式定义	6
3.1.2 系统状态定义	7
3.2 需求概述	8
3.2.1 目标	8
a. 开发意图、应用目标	8
b. 主要功能、处理流程、数据流程	8
3.2.2 运行环境	9
3.2.3 用户的特点	10
3.2.4 关键点	10
3.2.5 约束条件	11
3.3 需求规格	12
3.3.1 软件系统总体功能/对象结构	12
3.3.2 软件子系统功能/对象结构	15
3.3.3 描述约定	16
3.4 CSCI 能力需求	18
3.4.1 用户注册与登录	18
3.4.2 书籍浏览与选购	20
3.4.3 订单管理	21
3.4.4 库存管理	22
3.4.5 客户留言反馈	24
3.4.6 财务管理	24
3.4.7 网站信息维护	25
3.4.8 开通会员	26
3.5 CSCI 外部接口需求	27
3.5.1 接口标识与接口图	27
3.5.2 INTF-01 用户界面接口	27
3.5.3 INTF-02 支付系统接口	28
3.5.4 INTF-03 库存同步接口	29
3.5.5 INTF-04 物流状态通知接口	30
3.5.6 INTF-05 邮件与短信推送接口	31
3.5.7 INTF-06 数据库硬件接口	31
3.5.8 需求的优先顺序和关键程度	32
3.6 CSCI 内部接口需求	33
3.6.1 用户服务与订单服务接口	33

3.6.2 库存服务与订单服务接口	34
3.6.3 支付服务与订单服务接口	34
3.7 CSCI 内部数据需求	35
3.7.1 数据库表需求	35
3.7.2 文件存储需求	36
3.7.3 缓存数据需求	36
3.7.4 数据安全要求	36
3.8 适应性需求	37
3.9 保密性需求	37
3.10 计算机资源需求	37
3.10.1 计算机硬件需求	37
3.10.2 计算机硬件资源利用需求	38
3.10.3 计算机软件需求	39
3.10.4 计算机通信需求	42
3.11 软件质量因素	44
3.12 设计和实现的约束	46
A. 体系结构约束	46
B. 设计与实现标准	47
C. 灵活性与可扩展性	47
3.13 数据	48
3.14 操作	50
3.15 故障处理	51
3.16 算法说明	52
3.17 有关人员需求	54
3.18 有关培训需求	56
3.19 有关后勤需求	56
3.20 其他需求	57
3.21 包装需求	58
4 合格性规定	60
4.1 合格性方法定义	60
4.2 合格性方法应用	60
4.3 特殊合格性方法说明	61
4.4 方法引用规则	61
5 需求可追踪性	62
5.1 从 CSCI 需求到系统/子系统需求的可追踪性	62
5.2 从系统/子系统需求到 CSCI 需求的可追踪性	63
5.3 追踪性维护	63
5.4 未覆盖需求说明	64
6 尚未解决的问题	64
6.1 功能需求相关的问题	64
6.2 非功能需求相关的问题	64
6.3 技术债务与待确认项	65
6.4 问题跟踪与管理	65
7 注解	66

7.1 背景信息	66
7.2 术语与定义	66
7.3 缩略语列表	66
7.4 关键原理说明	67
7.5 文档使用说明	67
7.6 参考文献	67

1 范围

1.1 标识

系统名称：书海在线（BookOcean）网上书店系统

系统标识号：BOS-2025-PRJ001

软件名称：BookOcean 网上书店平台

软件缩略名称：BOS（BookOcean System）

软件版本号：v1.1.0（主版本.次版本.修订号）

发行号：Release-2025-Q2（按年度季度发行）

适用文档版本：需求规格说明书 v1.1、设计文档 v1.0

支付网关接口：PG-API v2.3

物流追踪系统：LTS v1.5

预计发布日期：2025 年 5 月 2 日

1.2 系统概述

网上书店系统旨在为图书销售业务提供数字化、智能化的线上购书解决方案，通过构建一个集图书展示、在线交易、库存管理、客户服务等功能于一体的电子商务平台，突破传统实体书店的地域限制，扩大市场覆盖范围。该系统的建设不仅有助于优化运营流程、提高库存管理效率，还能提升用户购物体验，推动书店实现线上线下业务的协同发展，增强市场竞争力。

1.3 文档概述

无论采取什么样的方法来定义需求，我们都必须使用一组文档来记录结果。我们和客户在整个开发过程和维护过程中都会查阅这些文档。本文档旨在明确“网上书店”的功能性需求、非功能性需求以及相关约束条件，为开发团队、测试团队、产品经理及其他利益相关者提供清晰、完整的软件需求定义，确保最终交付的系统符合业务目标和用户期望。

本文件属于内部资料，未经明确授权，禁止向外部人员或未授权方披露、复制或传播。

文档版本更新将通知授权用户，如有疑问或建议，请联系 18272892200。

1.4 基线

(1) GB T-8567-2006 计算机软件文档编制规范。

(2) 《掌握需求过程(第 3 版)》。

2 引用文件

(1) GB T-8567-2006

标题：计算机软件文档编制规范

修订版本：无特别说明

发行日期：2006-3-14

来源：国家标准，可通过国家标准化管理委员会获取

(2) 《掌握需求过程(第 3 版)》

标题：掌握需求过程

版本：第 3 版

发行日期：2014-1-1

来源：公开出版物

(3) 设计文档 v1.0

标题：书海在线（BookOcean）网上书店系统 设计文档

修订版本：v1.0

发行日期：2025-4-25

来源：内部资料，仅供项目团队成员使用。未经授权，禁止向外部人员或未授权方披露、复制或传播。

3 需求

3.1 所需的状态和方式

3.1.1 运行方式定义

方式	适用角色	功能限制	状态关联
普通用户方式	注册用户	登录后开放完整功能	活动/空闲/降级
管理员方式	后台管理员	<ul style="list-style-type: none"> - 全权限操作（如强制取消订单） - 实时监控仪表盘 	活动/紧急
游客方式	未注册用户	<ul style="list-style-type: none"> - 未登录用户仅可浏览 	独立测试环境（非生产状态）

3.1.2 系统状态定义

状态	触发条件	系统行为	关联需求
空闲 (Idle)	无用户交互超过 30 分钟	<ul style="list-style-type: none"> - 释放非核心资源（如临时缓存） - 保持基础服务（如支付回调监听） 	性能优化（自动资源回收）
活动 (Active)	用户登录并操作	<ul style="list-style-type: none"> - 全功能可用 - 实时库存/价格校验 	功能需求（购物车、下单）
降级 (Degraded)	高并发或第三方服务故障	<ul style="list-style-type: none"> - 关闭非核心功能（如推荐算法） - 静态化首页 - 队列化支付请求 	容灾需求
紧急 (Emergency)	数据库崩溃/安全攻击	<ul style="list-style-type: none"> - 只读模式（禁止下单） - 切换备份数据库 - 告警通知管理员 	安全需求（等保 2.0 三级）
维护 (Maintenance)	手动触发（管理员后台）	<ul style="list-style-type: none"> - 显示维护页 - 允许后台继续操作（如库存更新） - 阻塞用户端 API 	运维需求（停机窗口 ≤10 分钟/月）

3.2 需求概述

3.2.1 目标

a. 开发意图、应用目标

1、开发意图

针对当前图书电商市场的以下痛点，提出解决方案：

- （1）线下书店受空间限制，书籍展示种类有限，且价格透明度低。
- （2）中小型书店缺乏专属在线销售渠道，依赖第三方平台（如淘宝、京东）需支付高额佣金。
- （3）通用电商平台书籍推荐不精准（如基于全品类购买历史推荐）。

2、应用目标

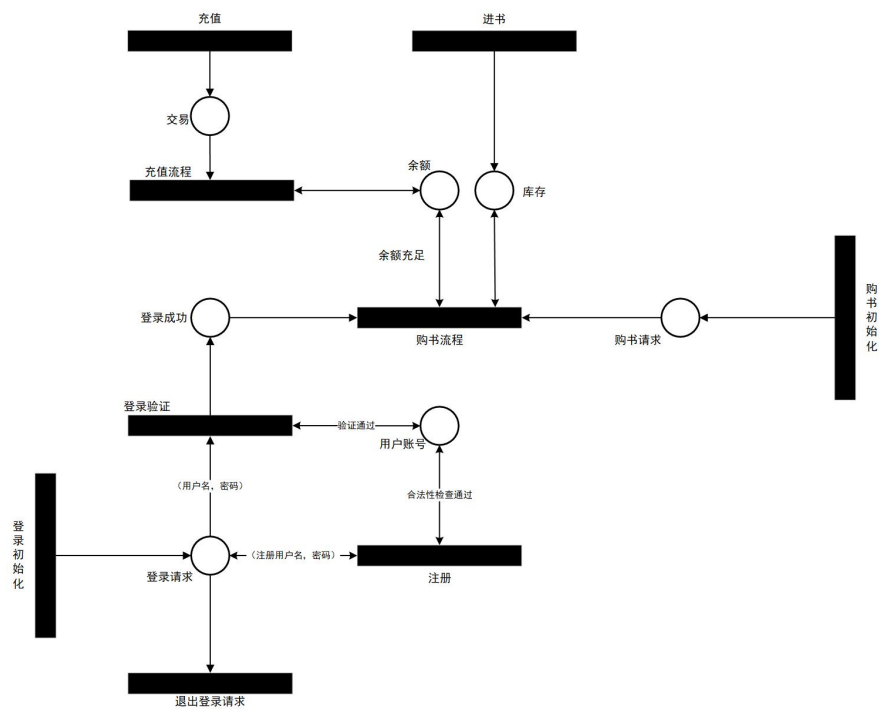
维度	目标描述
核心功能	为中小书店/出版社提供低成本、高定制化的在线销售平台
用户体验	实现 3 步快速下单（搜索→加入购物车→支付），减少用户决策时间
数据价值	通过用户行为分析（如浏览时长、评分），帮助出版商优化选题和库存
扩展性	支持未来接入电子书阅读、图书租赁等增值服务

b. 主要功能、处理流程、数据流程。

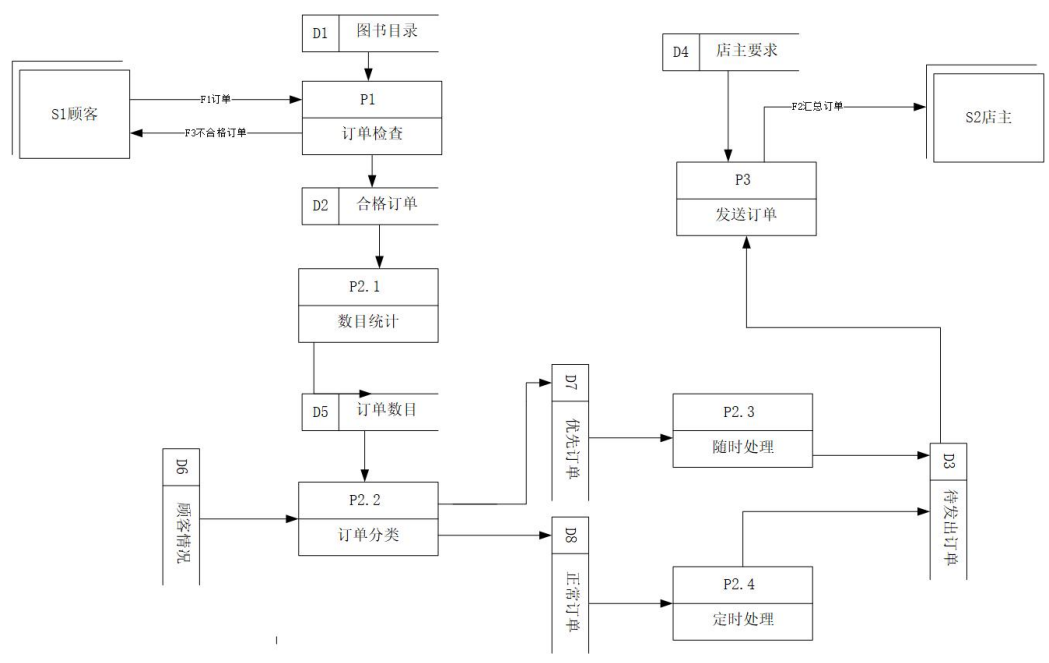
本系统的主要功能如下：

该网上书店系统是一个多角色的在线图书销售平台，主要面向店主和用户两类角色，提供完整的图书管理和购书服务。店主端包含库存管理、账目统计、进销存记录、信息发布及留言板回复等功能，实现对书店业务的全面管理；用户端支持游客浏览、注册登录、分级检索图书、购物车结算及留言互动，为顾客提供便捷的购书体验。系统兼顾安全性与扩展性，满足基础电商需求的同时保留未来集成物流、会员体系等扩展能力。

本实验处理路程使用 petri 网来表示，如下：



本实验采取数据流图来表示本实验的数据流程。



3.2.2 运行环境

“书海在线（BookOcean）网上书店系统”运行环境要求部署在 Windows 上，推荐使用 8 核 CPU、16GB 内存及 500GB SSD 存储，支持 Docker 容器化运行。系

统依赖 MySQL 8.0 数据库，后端需 JDK 17，前端构建需 Node.js 16+。生产环境需 50Mbps 以上带宽，开放 HTTPS/SSH 等端口，并配置每日数据库备份和 CDN 静态资源加速。开发测试环境可通过 Docker Compose 模拟，预发布环境需与生产环境保持 1:1 配置。系统需适配高并发场景，支持自动扩容和故障转移机制。

3.2.3 用户的特点

根据系统功能和使用场景，主要分为以下三类用户：

1、普通访客（未登录用户）

- （1）仅能浏览首页、书籍列表和详情页，无法进行购买或使用购物车功能。
- （2）可能通过搜索或分类查找书籍，但无法查看完整价格（可选设计：显示价格但提示登录购买）。
- （3）行为目的：快速了解网站内容，决定是否注册。

2、注册用户（买家）

- （1）核心用户群体，可完整使用系统功能（登录、购物车、下单、查看订单记录）。
- （2）对价格敏感，关注促销活动、用户评价和书籍库存状态。
- （3）可能频繁使用搜索和分类筛选功能，偏好个性化推荐（如“猜你喜欢”）。
- （4）需要简单直观的购买流程，对支付安全和订单状态更新有较高要求。

3、管理员（店主）

- （1）负责维护书籍信息、库存、订单处理及用户管理（如封禁违规账号）。
- （2）需要高效的操作界面，支持批量导入书籍数据、修改订单状态（如发货/退款）。
- （3）关注系统稳定性与数据报表（如销售统计、用户活跃度）。

3.2.4 关键点

1、关键功能需求

- （1）**首页模块**
核心功能：书籍分类展示、热门推荐、搜索框（支持书名/作者/ISBN 模糊查询）。
关键交互：轮播图广告位、分页加载（每页 20 本书）。
- （2）**登录模块**
登录/登出：账号密码登录，JWT Token 维持会话。
安全要求：密码加密存储（BCrypt），连续 5 次失败锁定账号 30 分钟。
- （3）**书籍展示与详情**
书籍列表：按分类（文学/科技/社科等）、销量/评分排序。
详情页：显示库存状态、价格、用户评价（星级+文字）、相似推荐（基于协同过滤算法）。
- （4）**购物车**

核心逻辑：未登录用户暂存本地（LocalStorage），登录后同步至数据库。

关键约束：同一书籍限购 10 本，库存实时校验（下单前再次确认）。

（5）下单和支付

订单流程：选择收货地址→选择支付方式（微信/支付宝）→生成待支付订单（15 分钟超时关闭）。

支付对接：调用第三方支付接口（如支付宝沙箱环境），异步通知验签。

（6）个人中心

订单管理：分状态查看（待支付/已发货/已完成），支持取消未支付订单。

购买记录：按时间倒序展示，支持导出 PDF（可选功能）。

2、关键算法

（1）推荐算法

相似书籍推荐：计算书籍关联度。

热门榜单：基于时间衰减的权重公式（如热度 = 销量×0.6 + 浏览数×0.4）。

（2）搜索优化

模糊匹配：Elasticsearch 分词检索（支持同义词扩展）。

排序策略：默认按相关性，支持按价格/评分二次排序。

3、关键技术

（1）前端技术

框架：Vue 3 + Element UI（响应式布局，适配 PC）。

状态管理：Pinia 管理购物车/用户登录状态。

（2）后端技术

核心框架：Spring Boot 3, MySQL 8（事务型数据）。

缓存：Redis（存储购物车、秒杀库存、用户会话）。

4、关键非功能性需求

（1）性能指标

首页加载时间≤1 秒（CDN 加速静态资源）。

（2）数据安全

用户隐私数据（手机号、地址）脱敏显示，传输层 HTTPS 加密。

（3）兼容性

浏览器：Chrome/Firefox/Edge 最新版。

3.2.5 约束条件

1、时间约束

(1) 需要在 2025 年 6 月 20 日前完成产品的交付

2、经费约束

(1) 总开发预算不超过 1 万元，需优先使用现有云资源，额外经费需经财务审批。

3. 政治与社会文化约束

- (1) 用户生成内容（UGC）需内置敏感词过滤，符合中国互联网信息管理办法。
- (2) 界面设计需考虑多语言支持（中/英文优先），避免宗教或文化敏感元素。

4. 技术与方法约束

- (1) 后端必须使用公司指定的开发语言（Java）和框架（Spring Boot）。
- (2) 数据库需兼容 MySQL 8.0+，禁止使用非关系型数据库（除非特殊审批）。
- (3) 必须实现 RBAC（基于角色的访问控制）权限模型。

5. 法律与合规约束

- (1) 需符合《个人信息保护法》（PIPL）和 GDPR（如涉及欧盟用户）。
- (2) 用户数据存储必须加密，且不得跨境传输（除非通过安全评估）。
- (3) 金融类功能需满足《网络安全等级保护 2.0》三级要求。

3.3 需求规格

3.3.1 软件系统总体功能/对象结构

本网上书店系统主要面向普通用户和系统管理员两个角色，提供在线购书、订单处理、用户管理、图书管理等功能。从总体结构上看，系统主要包括用户子系统、图书子系统、订单子系统和后台管理子系统等模块。各子系统之间通过统一的数据接口进行通信，系统采用典型的三层架构：表现层负责用户交互，逻辑层处理业务规则，数据层负责持久化管理。

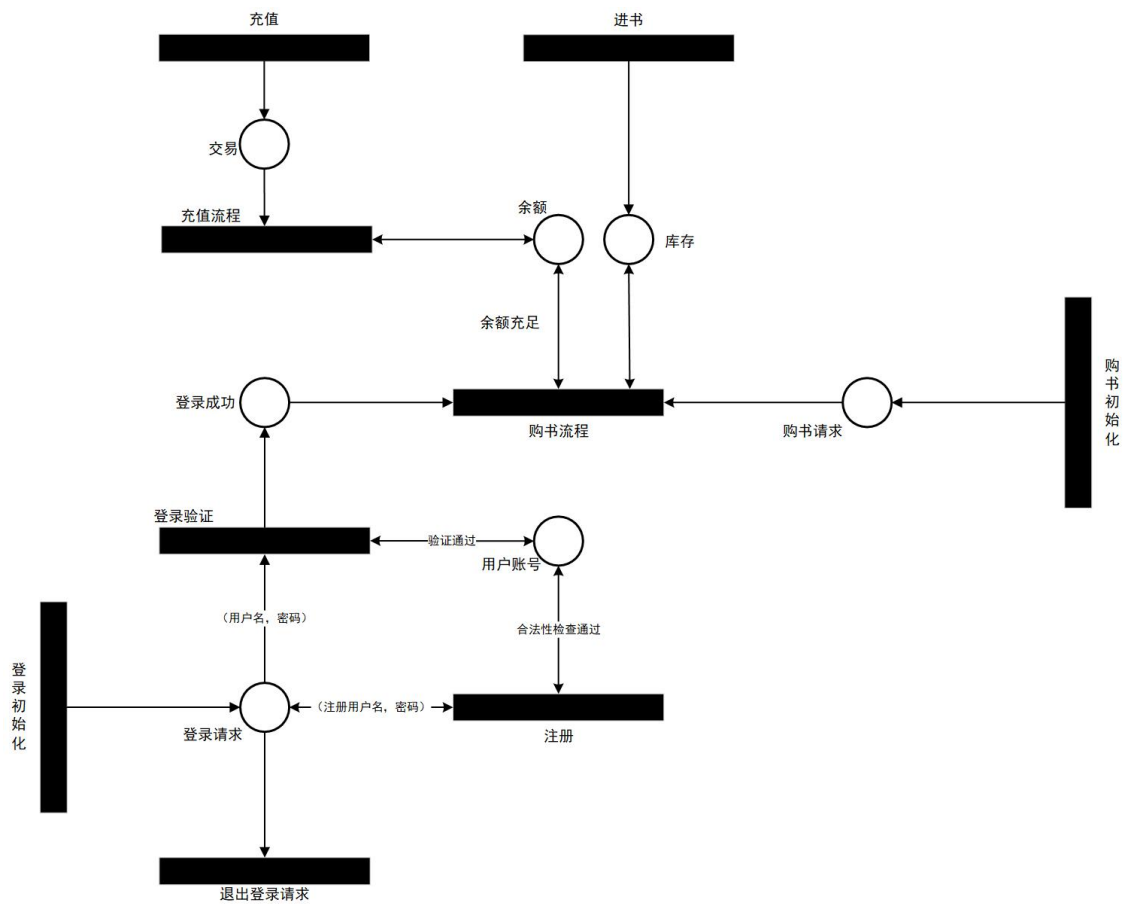


9.		└──	图书分类管理
10.		└──	订单子系统
11.		└──	下订单
12.		└──	支付与确认
13.		└──	订单查询与历史记录
14.	└──		后台管理子系统
15.		└──	图书信息维护
16.		└──	用户权限管理
17.		└──	订单处理与统计分析

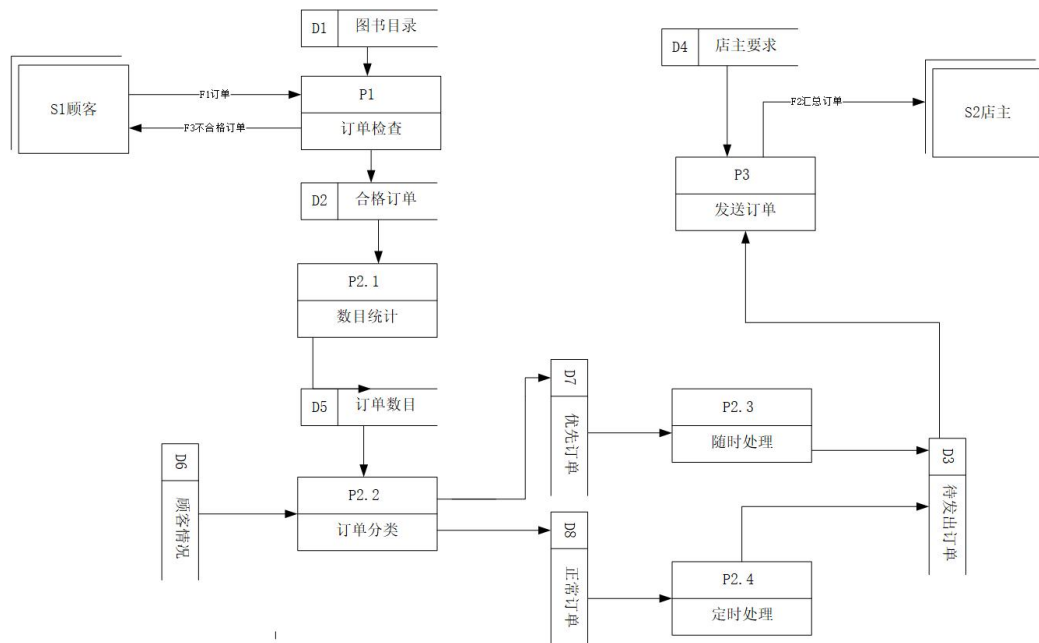
为进一步明确系统功能的执行流程，下图展示了用户从浏览图书到完成购买的业务流程图。



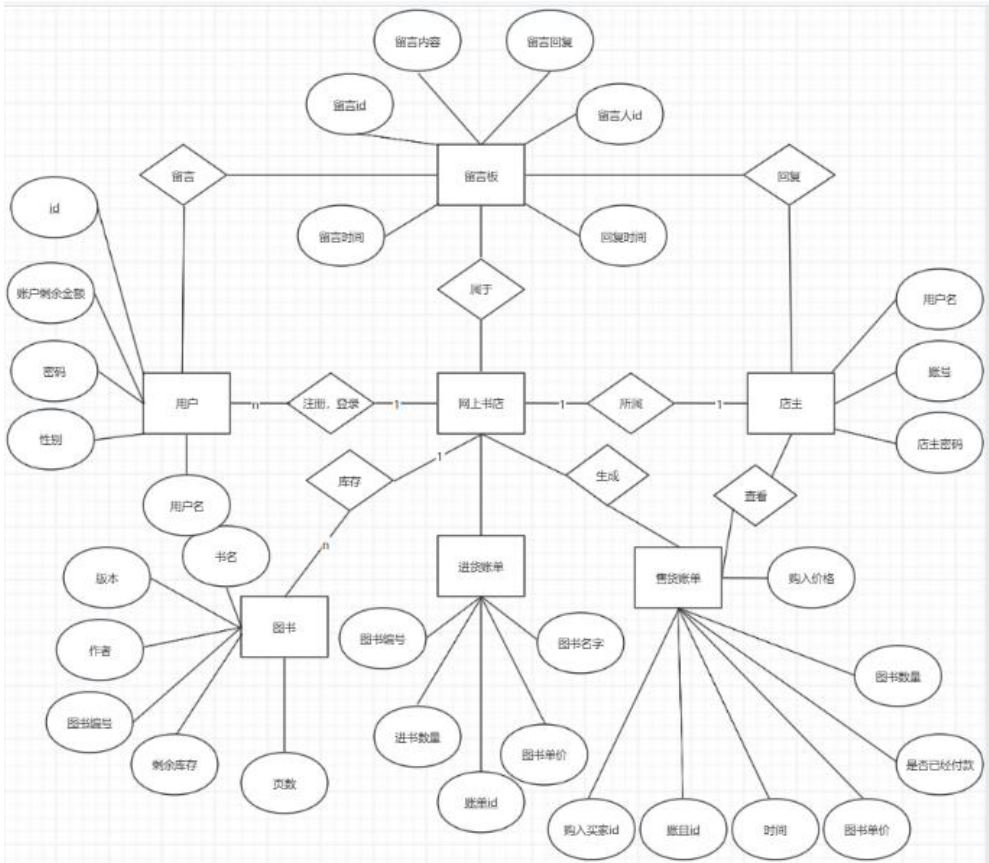
本实验处理路程使用 petri 网来表示，如下：



本实验采取数据流图来表示本实验的数据流程。



在面向对象结构方面，系统的核心类图结构可抽象如下：



3.3.2 软件子系统功能/对象结构

在系统的主要子系统中，各模块功能具体如下：

用户子系统是系统对外服务的入口，面向所有访问者提供完整的账户管理功能，包括用户注册、登录、个人资料维护及购物车操作等。注册模块支持邮箱、手机号等多种注册方式，具备输入校验机制（例如密码强度校验、邮箱格式验证、重复用户名检测等），并通过验证码（图形或短信）完成身份确认。注册成功后，用户信息将被写入用户信息表中，系统同时生成默认空的购物车数据记录。登录模块通过账号和密码进行身份验证，支持“记住我”与“找回密码”功能；登录成功后跳转至首页并加载个性化推荐。个人信息模块支持修改昵称、联系方式、头像上传等操作，涉及用户数据更新的所有接口都需进行权限验证。购物车模块支持将选中图书临时存放，用户可在购物车中对商品数量进行调整，或删除不再需要的图书项。系统自动计算当前购物车内商品总价，并可对限时促销等价格策略做动态更新。

图书子系统作为核心信息展示与选购平台，支持用户以多种方式浏览和检索图书资源。图书信息以分类导航、标签推荐、热销榜单等方式展示，支持分页浏览。搜索功能支持关键词模糊匹配，可对标题、作者、出版社字段进行匹配过滤。高级搜索支持按照价格区间、出版时间、评分范围等多维条件筛选图书。图书详情页面展示包括封面图片、图书简介、作者信息、出版社、出版时间、评分、评

论、价格与当前库存数量，用户可在此页面加入购物车或收藏图书。系统支持后续对图书评论、评分等用户交互功能的扩展，以提升平台的内容丰富度与用户活跃度。

订单子系统负责管理用户的购物车到订单生成、支付、发货、确认收货等全流程交易操作。用户在购物车中点击“去结算”后，系统将跳转到订单确认页面，用户需填写或选择收货地址、发票信息与支付方式。系统支持多种支付方式（如支付宝、微信、银行卡等），通过统一支付接口对接第三方支付平台。支付完成后，系统自动更新订单状态为“已支付”，并触发后台的发货流程。订单数据记录包含订单号、用户 ID、下单时间、订单项明细（图书 ID、数量、单价）、支付方式、订单总额、状态标识等内容。用户可在“我的订单”模块中查看历史订单，进行状态筛选与详情查看，支持取消未支付订单、申请退款与订单评价等操作。订单状态包括：待支付、已支付、已发货、已完成、已取消、退款中、已退款等，整个订单生命周期均可追踪。

后台管理子系统面向具有管理员权限的用户，提供系统数据维护与管理功能。管理员通过独立登录入口进入后台页面，支持角色权限管理，防止未授权用户访问敏感模块。图书管理功能支持新增、修改、删除图书信息，支持通过表格导入大量图书数据，并可批量进行库存修改、分类调整及上下架操作。订单管理模块允许管理员查看所有用户订单详情，支持订单状态修改（如标记为已发货）、异常订单处理与售后申请审核。用户管理模块支持冻结账户、重置密码、设定用户等级等操作。统计报表功能可生成基于时间范围的销售额、热门图书排行、用户活跃度等数据，图表形式直观展现系统运营情况，便于管理决策。

各子系统之间保持功能解耦，但通过数据库共享实现数据一致性，确保系统整体协同运作。

3.3.3 描述约定

为保证本系统需求描述在开发、测试和维护过程中具备一致性与可操作性，本节规定了统一使用的术语、符号、单位、数据格式及枚举值等技术性约定，具体如下：

1、时间与日期格式

所有时间统一采用北京时间（UTC+8）。

日期格式为：YYYY-MM-DD（例如：2025-05-16）

时间格式为：HH:MM:SS（24 小时制，例如：14:25:00）

日期时间组合格式为：YYYY-MM-DD HH:MM:SS（例如：2025-05-16 14:25:00）

所有时间戳在数据库中以 UNIX 时间戳（秒）形式存储，前端展示转换为可读格式。

2、货币单位与金额处理

所有金额单位为人民币，单位为“元”，统一保留两位小数。

金额统一使用 `Decimal(10,2)` 类型处理，避免浮点数误差。

所有支付金额需经过服务端验证，防止前端参数篡改。

3、编号与标识符

用户唯一编号（UserID）为系统自增整数，主键字段，正整数。

图书编号采用标准 ISBN 格式（例如：978-7-302-11221-0），系统内部存储为去除连接符后的字符串。

订单编号（OrderID）为唯一字符串，格式为 `ORDYYYYMMDDHHMMSS+4 位随机数`（例如：ORD202505161430231247）。

所有标识符命名统一使用 CamelCase 风格（如 BookID、UserName），避免歧义。

4、状态与枚举值定义

系统中涉及的所有状态变量采用枚举定义，具体如下：

用户状态（UserStatus）：0（正常）、1（已冻结）、2（注销）

订单状态（OrderStatus）：0（待支付）、1（已支付）、2（已发货）、3（已完成）、4（已取消）、5（已退款）

图书库存状态（BookStockStatus）：0（正常销售）、1（缺货）、2（下架）

支付方式（PaymentMethod）：0（支付宝）、1（微信支付）、2（银行卡）

5、输入与字段格式规范

用户名（UserName）：允许中英文与数字组合，长度为 4~20 个字符。

密码（Password）：不少于 8 个字符，必须包含大小写字母、数字及特殊字符。

电子邮箱（Email）：符合 RFC 5322 标准格式，如 `example@domain.com`。

手机号：仅支持中国大陆手机号，采用 11 位纯数字 格式，正则表达式为 $\text{^1[3-9]\d{9}\$}$ 。

图书价格字段统一为 decimal 类型，单位为元，精确到 0.01。

6、数学符号与逻辑表示

文中符号采用如下约定：

符号	含义	示例
\in	属于	用户 $u \in$ 用户集合 U
\forall	对所有	$\forall u \in U, u. \text{状态} = \text{“正常”}$
\exists	存在	$\exists b \in B, \text{使得 } b. \text{价格} < 10$
\rightarrow	映射或推导关系	订单 \rightarrow 用户 \rightarrow 支付方式
\wedge	逻辑与	状态 = “已支付” \wedge 金额 > 0
\vee	逻辑或	状态 = “已发货” \vee “已完成”
\neq	不等于	$u. \text{ID} \neq \text{NULL}$

7、错误码与提示信息规范

所有接口返回采用统一错误码结构：

```
1. {
2.   "code": 0,
3.   "message": "请求成功",
4.   "data": { ... }
5. }
```

错误码采用 4 位数字、所有错误提示信息必须为中文，简洁清晰，便于用户理解。

通过上述统一的描述约定，可以有效提高项目成员之间的沟通效率，降低设计与开发阶段的误差，确保需求文档具备可实现性与工程落地性。如后续扩展支持多语言或跨平台环境，也可在此基础上定义国际化与本地化策略。

3. 4CSCI 能力需求

3.4.1 用户注册与登录

a. 说明

本模块用于实现用户在系统中的注册、登录以及密码找回功能。为保障系统

的可用性和安全性，需要满足以下要求。

在核心功能方面，需要实现用户注册，具体地新用户可填写必要信息完成账户注册；同时要包含用户登录功能，已注册用户通过用户名或邮箱进行身份验证后登录。以及要包含密码找回功能，也即用户可以通过邮箱进行密码重置。

在性能要求方面，考虑应用的舒适，注册请求响应时间要小于 1.5 秒，以保证用户有较好的使用体验；同时由于是网上书店，系统需支持同时处理至少 1000 个并发登录/注册请求；登录请求失败率应低于 1%，以保证客户粘性。

在安全要求方面，要求用户密码必须加密存储，采用哈希映射的方式存储用户密码的哈希值，并在登陆时进行验证。加密要求符合 AES256 标准。

b. 输入

注册输入要求字段如下表所示。

字段名	类型	校验规则
用户名	String	唯一性校验；长度 4~20；仅允许字母数字及下划线
密码	String	复杂度校验（大小写+数字+特殊字符，长度≥8）
邮箱	String	符合标准邮箱格式（RFC 5322），唯一性校验

登录输入要求字段如下表所示。

字段名	类型	说明
用户名	String	输入用户名
密码	String	不明文传输，使用 HTTPS 加密

c. 处理

用户注册流程如下：用户提交注册表单；系统根据表单在后端校验字段格式合法性；确认校验用户名与邮箱是否已被占用，若被则认为不合法；若合法，则生成激活链接（含唯一 token），并通过邮件发送至用户邮箱；用户点击链接后，后端验证 token 并激活账户；注册成功后返回用户 ID，并跳转首页。

用户登录流程如下：用户提交登录凭证（用户名、密码）；获得相关信息，后端验证用户名是否存在；校验密码是否正确（对比加密后的 hash）；若错误则返回，要求重新输入；登录成功后，生成 JWT Token（有效期默认为 2 小时），并设置刷新策略；返回 Token 给客户端，用于后续接口鉴权。

密码找回流程如下：进入“忘记密码”页面，输入注册邮箱；系统生成一次性重置链接（带 token），发送至用户邮箱；用户点击链接，进入密码重置页面；输入新密码，系统校验复杂度并更新数据库；成功后提示用户密码修改成功，并跳转到登录界面。

会话管理（JWT）：Token 结构需包含，user_id 用户唯一标识、exp 过期时间（默认 2 小时）、iat 签发时间戳、role 用户角色（如普通用户、管理员），提供刷新 Token 接口，支持延长登录状态（需额外安全控制，如设备指纹绑定）。

d. 输出

注册成功输出说明：用户完成注册流程并激活邮箱后，系统返回用户唯一标识（用户 ID）、跳转链接，引导用户进入首页或默认页面。

登录成功输出，在用户通过验证后，系统生成访问令牌（Token），用于后续接口的身份认证。该 Token 包含用户身份信息和过期时间。

错误输出说明需根据不同的业务异常情况，系统返回对应的错误提示信息，包括但不限于以下几种典型情况：密码错误或用户名不存在：提示“用户名或密码不正确”，防止攻击者猜测用户名；需要验证码：提示“登录失败次数过多，请输入验证码”，以增强安全性；邮箱未激活：提示“您的邮箱尚未激活，请查收激活邮件”，引导用户完成验证流程；Token 无效或过期提示“登录状态已失效，请重新登录”。

这些输出信息将被结构化返回，便于前端进行处理和展示给用户

3.4.2 书籍浏览与选购

a. 说明

本模块用于支持用户在系统中浏览图书信息、根据多种条件筛选和搜索书籍，并进行选购操作。主要功能包括图书展示、多条件筛选、加入购物车等。

在核心功能方面，图书列表展示功能，需按分页方式呈现书籍信息；多条件筛选功能，支持按分类、价格区间、关键词等方式筛选图书；模糊搜索：实现中文与英文关键词的语义匹配（例如输入“哈利波特”可匹配“Harry Potter”）。库存状态显示功能，每本书籍实时展示当前库存情况；加入购物车功能，用户可将选中书籍添加至购物车，支持设置购买数量。

在关键需求方面，支持模糊搜索，提升用户体验；实时显示库存状态，避免超卖；分页加载性能良好，响应时间控制在合理范围内。

非功能性要求，搜索响应时间小于 1 秒；支持高并发访问下的稳定图书展示与搜索；购物车数据具备持久化能力，防止页面刷新丢失。

b. 输入

浏览与搜索输入：

字段名	类型	说明
搜索关键词	String	支持中文或英文模糊匹配，如“哈利波特”可匹配“Harry Potter”
分类筛选	String	用户选择的图书分类（如文学、科技、教育等）
价格区间	Range	最低价格与最高价格之间的范围筛选

加入购物车输入：

字段名	类型	说明
-----	----	----

图书 ID	String	唯一标识一本书
数量	Int	用户希望购买的数量，需满足库存限制

c. 处理流程

图书浏览与搜索处理，用户输入搜索关键词或选择筛选条件；系统调用 Elasticsearch 进行全文检索与条件过滤；返回符合条件的图书列表并按分页展示；每条图书信息包含封面图、价格、评分、库存状态等；若库存紧张，提示用户剩余数量。

加入购物车处理，用户点击“加入购物车”按钮，提交图书 ID 与数量；系统校验库存是否充足；若库存足够，则更新购物车数据（使用 Redis 缓存存储）；若库存不足，返回提示信息引导用户调整数量或查看其他书籍；购物车数据与用户会话绑定，支持登录后同步本地与云端购物车。

d. 输出示例

图书列表输出需包含系统返回符合用户筛选条件的图书集合，包括每本书籍的封面图片链接、书名及作者、当前价格、用户评分、库存状态（如“有货”、“仅剩 2 本”）。

库存不足提示需要系统给出明确提示尝试加入购物车的图书库存不足。

用户成功将书籍添加至购物车后，系统反馈操作结果，并可跳转至购物车页面或继续浏览。

3.4.3 订单管理

a. 说明

本模块用于实现订单的全生命周期管理，包括订单创建、支付处理、状态跟踪、退货申请与审核等功能。系统需确保订单数据的完整性与一致性，并在关键节点进行自动处理。

在核心功能方面，创建订单功能，用户提交图书列表、收货地址及支付方式后生成订单；支付，对接第三方支付平台（如支付宝、微信）完成支付操作；状态变更功能，订单从待支付、已支付、发货中到已完成等状态流转；退货处理功能，支持整单或部分退货申请，后台审核通过后执行退款；自动取消订单，未在 15 分钟内完成支付的订单将被系统自动取消。

在核心约束方面，订单创建后若 15 分钟内未支付，则自动取消并释放库存；支持对订单中的部分商品发起退货请求；退货审核通过后触发退款流程，并更新库存。

非功能性要求，支付接口调用响应时间小于等于 2 秒；支持高并发下单场景下的稳定性；所有订单数据应具备审计能力，保留操作日志。

b. 输入

订单创建输入：

字段名	类型	说明
图书列表	JSON 数组	包含图书 ID、数量等信息
收货地址	String	用户选择或填写的收货地址
支付方式	String	可选支付宝、微信或其他支持的支付方式

退货申请输入：

字段名	类型	说明
订单 ID	String	需要退货的订单唯一标识
退货原因	String	用户填写的退货理由

c. 处理流程

订单创建流程，用户确认购物车内容，填写或选择收货地址；系统校验图书库存是否充足；若库存满足需求，则生成订单记录，冻结相应库存；返回订单编号及待支付状态提示；用户进入支付页面，调用第三方支付接口完成付款；支付成功后，订单状态变更为“已支付”，并通知仓库准备发货。

自动取消订单流程，系统定时扫描未支付订单；对超过 15 分钟仍未支付的订单执行自动取消操作；同时释放该订单所占用的图书库存；记录取消原因并发送通知给用户。

退货申请与处理，用户在订单详情页提交退货申请，填写原因；系统记录申请并修改订单状态为“退货申请中”；后台人员审核申请内容；审核通过后，系统执行退款操作并更新库存；若为部分退货，则仅退还对应商品金额；退货完成后发送结果通知用户。

d. 输出示例

订单状态变更通知说明，当订单状态发生变更时（如支付成功、订单取消、发货完成等），系统会通过短信或邮件通知用户当前订单状态。

退货审核结果说明，退货申请审核通过或拒绝后，系统向用户反馈最终结果。

3.4.4 库存管理

a. 说明

本模块用于实现图书库存的实时监控、预警及人工干预功能。系统需确保库存数据与订单、采购等模块保持同步，并在库存低于设定阈值时及时发出补货提醒。

在核心功能方面，实时库存查询功能，展示每本书在各仓库的当前库存数量；库存变更同步，与订单系统联动，自动更新下单、退货带来的库存变化；补货预警机制，当库存低于设定阈值（默认为 10 本）时，触发预警通知；支持手动调整库存，管理员可对特定图书进行库存增减操作；生成补货建议报告，基于销售趋势与库存情况推荐补货数量。

在关键指标方面，当图书库存小于等于 10 本时，系统自动触发补货预警；管理员可自定义不同图书的补货阈值；支持多仓库库存管理，区分不同仓库位置的库存分布。

在非功能性要求方面，库存变更响应延迟应小于 1 秒；支持批量导入/导出库存数据；所有库存变动操作应记录日志，供审计使用。

b. 输入

图书入库输入。

字段名	类型	说明
ISBN	String	图书唯一标识
数量	Int	入库数量
仓库位置	String	指定存放仓库名称或编号

库存修改请求输入。

字段名	类型	说明
图书 ISBN	String	需要调整库存的图书标识
调整类型	Enum	增加库存 / 减少库存 / 设置为指定值
调整数量	Int	调整的具体数值
操作人	String	管理员账号信息

c. 处理流程

库存变更同步处理，订单创建或支付成功后，系统自动减少对应图书库存；若发生退货并审核通过，系统回滚相应库存；所有库存变更操作均记录日志，包括时间、变更前后值、操作来源；更新完成后，检查是否触发库存预警阈值。

补货预警处理，系统定期扫描所有图书库存状态；对于库存小于等于预警阈值（默认 10 本）的图书，标记为待补货；自动发送预警邮件或站内消息给相关管理人员；可视化界面高亮显示低库存图书，便于快速响应。

手动调整库存处理，管理员进入库存管理页面，选择需要调整的图书；输入调整方式（增加、减少或设置）及具体数值；系统校验调整后的库存是否合法（如不能为负数）；操作成功后更新库存数据并记录操作日志；若调整影响库存预警状态，重新评估并更新预警状态。

补货建议生成，系统根据历史销售数据、库存水平、补货周期等因素分析；生成每日或每周补货建议报表；报表中包含建议补货图书、数量、预计需求周期等信息；支持导出为 CSV 或 Excel 格式，供采购部门参考。

d. 输出示例

库存报表输出，系统支持按条件（如图书类别、仓库、时间段等）生成库存报表，并提供导出功能。

预警邮件输出，当某图书库存低于设定阈值时，系统自动发送邮件提醒相关人员。

手动调整成功提示，管理员完成库存调整后，系统反馈操作结果。

3.4.5 客户留言反馈

a. 说明

本模块用于收集用户在使用系统过程中提交的意见、建议或咨询信息，并按照预设分类进行存储和管理。系统支持敏感词过滤与自动工单分配，以提升服务效率与内容安全性。

在核心功能方面，用户留言提交，允许用户填写留言内容及联系方式；留言分类机制，用户可选择留言类型（投诉、建议、咨询）；敏感词过滤，自动识别并屏蔽预先定义的敏感词汇；工单自动分配，根据留言类型自动创建并分配客服处理任务。

基础功能要求，每条留言内容不得超过 500 字；所有留言需记录时间戳、用户 ID（如已登录）及分类标签；支持后台查看与管理所有留言记录。

b. 输入

留言提交输入。

字段名	类型	说明
留言内容	String	用户输入的文本内容，长度限制为 500 字以内
联系方式	String	可选字段，如手机号、邮箱等，便于后续联系
留言分类	Enum	投诉 / 建议 / 咨询（三选一）

c. 处理流程

敏感词过滤处理，用户提交留言后，系统对内容进行关键词扫描；若发现敏感词，则将该词替换为“***”；同时提示用户“包含敏感词：***”，但不影响留言提交；过滤后的留言内容保存至数据库。

客服工单分配处理，根据留言分类自动创建对应的客服工单；工单中包含留言内容、用户联系方式、分类标签等信息；系统按规则将工单分配给对应客服人员或部门；工单状态初始化为“待处理”。

d. 输出示例

提交成功提示输出，用户完成留言提交后，系统给出操作成功的提示。

敏感词警告输出，当留言内容中包含敏感词时，系统在提交成功前提示用户注意。

3.4.6 财务管理

a. 说明

本模块用于实现平台财务数据的汇总、核算与报表生成，支持收支统计、税务计算及对账功能。系统需满足财务合规性要求，并提供自动化处理能力。

在核心功能方面，收支流水记录：基于订单支付与退款数据生成每日财务流水；自动佣金计算，按预设比例（如 15%）提取平台服务费；损益表生成，每月自动生成损益报表，供管理层分析；税务辅助计算，支持增值税等基础税务数据准备；对账机制，支持与第三方支付平台进行数据核对。

在合规要求方面，所有财务操作符合 GAAP 会计准则；每日 0 点自动生成当日流水报表；所有交易数据保留完整审计记录。

b. 输入

财务数据输入来源：

字段名	类型	说明
订单支付数据	JSON 对象	包含订单 ID、支付金额、时间、用户 ID 等信息
退款记录	JSON 对象	包含退款金额、原因、关联订单、处理状态

c. 处理流程

流水与报表生成，系统定时采集订单支付与退款数据；自动生成每日财务流水明细；根据规则计算平台应得佣金；汇总生成月度损益表与分类收入报表。

异常交易监控，实时检测大额或异常交易行为；若发现可疑数据（如单笔退款超过设定阈值），触发警报；提供人工复核入口，支持标记为正常或异常处理。

对账流程，每日自动与支付宝、微信等平台对账；对比交易金额与数量是否一致；发现不一致时标记为异常并通知财务人员介入。

d. 输出示例

财务报表输出说明，系统生成标准格式的 PDF 财务报表，包含收支明细、损益情况、税务相关信息等。

异常交易警报说明，当系统检测到异常交易时，自动发出提示信息。

3.4.7 网站信息维护

a. 说明

本模块用于维护网站首页展示内容，包括轮播图、公告、导航栏目等，确保前台展示内容的准确性和时效性。

在核心功能方面，内容编辑与发布：支持富文本编辑器添加图文内容；分类导航管理：设置首页导航栏目的链接与排序；公告与活动配置：发布系统公告、促销活动的信息；版本控制：保留历史修改记录，支持回滚操作；敏感内容审核：通过 AI 识别技术过滤违规图片。

操作权限要求，仅限管理员账号具备修改权限，所有变更操作均记录操作日

志，供审计使用。

b. 输入

内容管理输入字段：

字段名	类型	说明
图文内容	HTML 文本	使用富文本编辑器提交的内容
排序权重	Int	数字越小优先级越高，范围限制在 1~100 之间

c. 处理流程

内容更新流程，管理员进入后台编辑页面，修改轮播图、公告或导航信息；设置排序权重和生效时间；提交后系统保存当前版本并记录修改日志；前端实时加载新内容并展示。

版本控制处理，每次内容更新都会生成新的版本记录；支持查看历史版本并手动恢复至任意历史状态；修改记录包括操作人、时间、变更摘要等信息。

敏感内容检测，用户上传图片时，系统调用 AI 图像识别接口；若检测到敏感或违规内容（如暴力、色情），则拦截上传；同时提示用户“图片包含不适宜内容”。

d. 输出示例

前端实时预览说明，管理员完成编辑后，可在后台直接预览前端展示效果。

违规内容拦截说明，当上传内容被识别为不适宜展示时，系统阻止发布并提示。

3.4.8 开通会员

a. 说明

本模块用于支持用户开通会员服务，选择会员类型并完成支付，系统自动激活对应权益。

在核心功能方面，会员等级选择，支持月度/年度两种会员周期；支付通道接入，支持支付宝、微信、银联等多种支付方式；权益生效控制，根据购买时间自动计算会员有效期；自动续费设置，用户授权后到期自动扣款续费。

用户体验要求，页面简洁明了，清晰展示各会员等级的权益；支持中途升级或降级会员等级；提供会员卡页面展示剩余天数与权益详情。

b. 输入

会员开通输入字段：

字段名	类型	说明
会员类型	Enum	可选项：月度会员 / 年度会员

支付信息	JSON 对象	包括支付渠道、用户标识、交易号等
------	---------	------------------

c. 处理流程

会员开通流程：用户选择会员等级并确认支付；调用支付接口完成付款；支付成功后，系统记录会员开始时间与到期时间；更新用户身份状态，开放对应会员权益。

自动续费处理，在会员即将到期前，系统检查是否开启自动续费；若已授权，则自动发起续费请求；续费成功后延长会员有效期，并发送通知提醒用户。

权益控制逻辑，系统根据会员状态动态控制可访问资源；到期后自动关闭相关特权，引导用户续费。

d. 输出示例

会员卡页面说明，用户登录后可在个人中心查看当前会员状态。

续费提醒说明，系统在会员即将到期时主动推送提醒。

3.5 CSCI 外部接口需求

本章详细描述为实现网上书店系统（OBS）及其各子系统、配置项与外部实体之间接口所需的全部需求。本章内容按照接口类型进行分类，所有需求均具备项目唯一标识符，具备可测性和可追踪性。

3.5.1 接口标识与接口图

下表标识本系统所有外部接口，并指明接口实体、版本、状态、约束说明与文档引用。各接口以项目唯一标识符编码：INTF-XX。

编号	接口名称	接口实体	状态
INTF-01	用户界面接口	终端用户	固定
INTF-02	支付系统接口	支付网关 API	外部系统
INTF-03	库存同步接口	后端库存服务	正在开发
INTF-04	物流状态通知接口	快递服务商 API	外部系统
INTF-05	邮件与短信推送接口	通知服务平台	外部系统
INTF-06	数据库硬件接口	MySQL 数据库	固定

3.5.2 INTF-01 用户界面接口

接口类型，图形用户界面（Web）

优先级，高，所有业务功能必须支持终端用户交互，该部分直接决定用户使用体验。

接口函数表格如下。

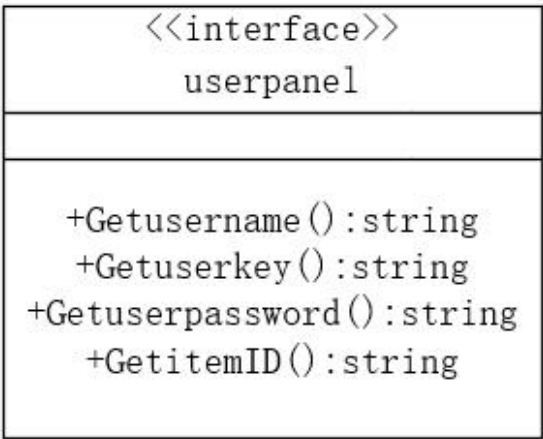
项目唯一标识符	名称	返回数据类型	长度/格式	约束	来源与接收者
UI-001	获取用户名	String	最大 20 字符	必填，唯一；可更新	用户输入 → 系统验证
UI-002	获取密码	String	hash 后 128 字符	前端加密，后端验证	用户输入 → 系统校验
UI-003	获取搜索关键词	String	≤100	可模糊查询，敏感词过滤	用户 → 系统
UI-004	获取商品 ID	String	BK-xxxxx	不可更改，系统唯一标识符	系统 → 用户界面展示

数据集合体，页面布局信息（字体、图标、配色、响应式样式），登录页面、搜索页、商品详情页、结算页等组件集合。

显示特性，支持 Chrome、Safari、Edge 浏览器；移动端自适应布局；页面加载不超过 1 秒，按钮响应时间<100ms

安全性，HTTPS 通信；CSRF、XSS 防护；登录接口限制 5 次错误尝试。

接口图如下：



3.5.3 INTF-02 支付系统接口

接口类型，RESTful API，基于 OAuth 2.0 鉴权

优先级，高，直接关系到账务准确性。

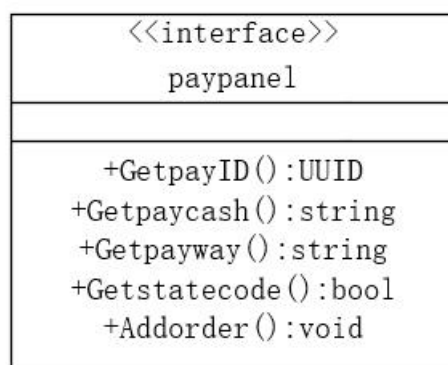
接口函数如下

项目唯一标识符	名称	数据类型	范围	精度	来源/接收者
PAY-001	获取订单号	UUID	36 字符	唯一	系统 ↔ 支付平台
PAY-002	获取金额	String	0.01~9999.99	小数点后 2 位	系统 → 平台
PAY-003	获取渠道	String	ALIPAY, WECHAT	-	用户选择
PAY-004	获取状态码	布尔型	SUCCESS/FAIL	-	平台 → 系统
PAY-005	增加订单	void	-	-	系统 → 物流

通信特性，HTTPS，最大支持并发 100 qps，响应时间 < 1s，失败重试 3 次，幂等性要求强制执行，消息体 JSON 格式，UTF-8 编码。

协议特性，API 版本控制，签名机制 HMAC-SHA256，状态同步采用轮询+Webhook 双机制。

接口图如下：



3.5.4 INTF-03 库存同步接口

类型，后台 REST 服务接口。

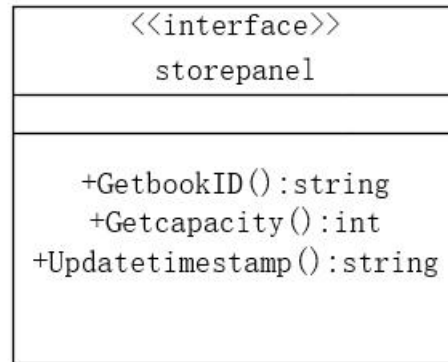
优先级，中，影响库存准确性与下单可用性。

数据结构如表中所示。

项目唯一标识符	字段名称	类型	说明
INV-001	获取图书 ID	String	唯一标识，格式 BK-xxxxxx
INV-002	获取可用库存量	Int	0~9999
INV-003	更新时间戳	String	ISO 8601 格式

通信与协议要求，接口调用方式 POST/PUT/GET，支持增量与全量更新，数据传输加密，访问需 Token 授权，日同步频率大于等于 10 次。

接口图如下：



3.5.5 INTF-04 物流状态通知接口

类型 Webhook 机制，异步消息推送

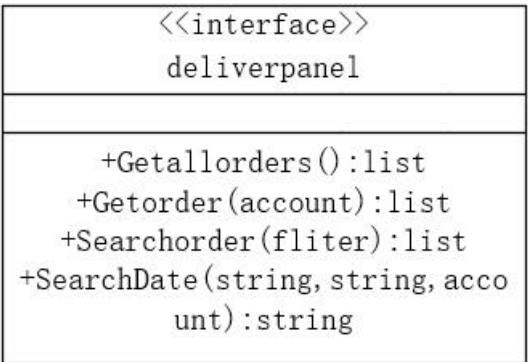
优先级，中，消息体结构

消息体结构，订单号、快递单号、状态枚举（运输中、派送中、签收）

通信特性，POST 方式推送到配置 Webhook URL；超时重试机制（最多 3 次）；传输延迟容忍上限：5 秒内

项目唯一标识符	字段名称	类型	说明
DEL-001	获取所有订单	List	获取所有的订单
DEL-002	获取指定用户订单	List	获取指定用户订单
DEL-003	获取过滤订单	List	获取过滤订单
DEL-004	筛选订单	List	获取特定日期特定用户的订单

接口图如下：



3.5.6 INTF-05 邮件与短信推送接口

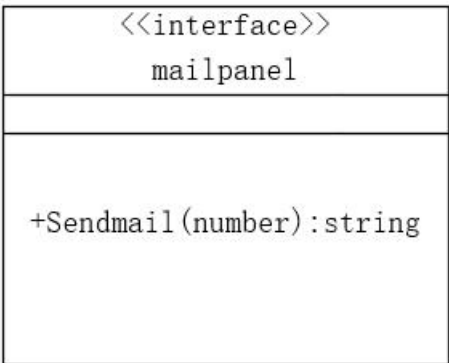
类型，REST API（对接第三方服务，如 SendCloud、阿里云短信）。

数据元素集合体，模板 ID、接收手机号/邮箱、变量参数映射表。

约束，每用户每日限制：10 条短信、20 封邮件；短信字符限制小于等于 70 汉字/条。

项目唯一标识符	字段名称	类型	说明
MAIL-001	发送邮件	String	向特定邮件发送信息

接口图如下：



3.5.7 INTF-06 数据库硬件接口

类型，与 MySQL 8.0 数据库的连接接口

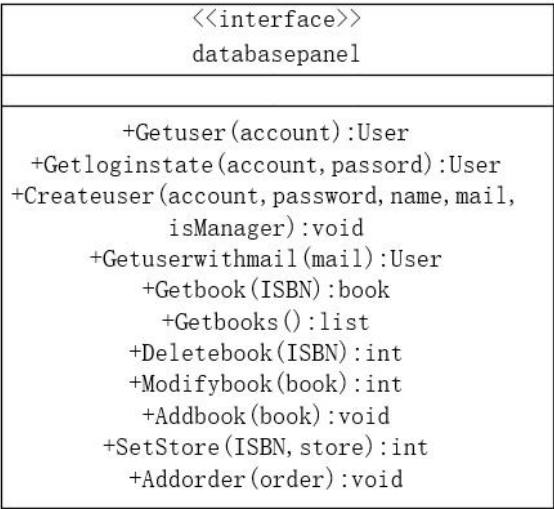
通信方式，内网 TCP 连接（端口 3306）；链接使用连接池，最大并发连接

数 200;

安全特性，数据库账户按最小权限原则分配；连接加密（SSL）；访问日志审计每次操作行为。

项目唯一标识符	字段名称	类型	说明
DATA-001	获取指定用户	User	根据账号获取指定用户
DATA-002	获取登录状态	User	根据用户名获取登录状态
DATA-003	创建用户	-	用户注册
DATA-004	根据邮箱获取用户	User	用户邮箱登录
DATA-005	获取图书	Book	根据 ISBN 获取图书
DATA-006	获取所有图书	List	获取所有图书
DATA-007	删除某图书	int	删除某图书
DATA-008	修正图书	int	修正图书信息
DATA-009	增加图书	void	增加某图书
DATA-010	更新库存	int	更新某一图书的库存
DATA-011	增加订单	void	增加一个订单

接口图如下：



3.5.8 需求的优先顺序和关键程度

以下接口需求被评定为关键级别：

项目唯一标识符	接口名称	关键性质
INTF-01	用户界面接口	用户体验直接影响留存
INTF-02	支付系统接口	财务安全性要求极高
INTF-06	数据库接口	数据一致性/完整性依赖数据库

除以上关键接口外，其余接口按正常优先级处理。系统整体默认对所有接口施加安全、加密和错误容忍机制要求。

3. 6CSCI 内部接口需求

3.6.1 用户服务与订单服务接口

a. 接口用途

用于验证用户权限并获取用户的订单历史信息，确保只有授权用户才能访问其订单详情。

b. 数据格式

请求（订单服务 → 用户服务）Json 语言表示如下，其中变量含义 user_id 用户唯一标识符；request_type 请求类型，本例中为验证访问权限。

```
{
  "user_id": "U1001",
  "request_type": "verify_access"
}
```

响应 Json 语言表示如下，其中变量含义 is_valid 布尔值，表示用户是否具有访问权限；user_role 用户角色，可用于定制化展示或优惠。

```
{
  "is_valid": true,
  "user_role": "VIP"
}
```

c. 性能要求

调用延迟小于等于 200ms，保证快速响应用户体验，失败重试机制，在网络故障等情况下，自动重试 3 次以提高成功率。

3.6.2 库存服务与订单服务接口

a. 接口用途

实现订单创建时的实时库存扣减和资源锁定，确保销售的商品库存准确无误。

b. 数据格式

请求（订单服务 → 库存服务）Json 语言表示如下，其中变量含义 book_id 图书唯一标识符；quantity 需要预留或减少的数量；operation 操作类型，如“reserve”表示预留给订单使用。

```
{  
  "book_id": "B205",  
  "quantity": 2,  
  "operation": "reserve"  
}
```

响应 Json 语言表示如下，其中变量含义 success 操作是否成功；remaining_stock：当前库存剩余量。

```
{  
  "success": true,  
  "remaining_stock": 15  
}
```

c. 异常处理

当库存不足以满足请求时，返回错误信息 Json 语言表示如下，此响应指示当前操作无法完成，需要用户调整购买数量或选择其他商品。

```
{  
  "error": "INSUFFICIENT_STOCK"  
}
```

3.6.3 支付服务与订单服务接口

a. 接口用途

处理来自订单服务的支付请求，并通过回调通知订单状态更新情况，确保交易顺利完成。

b. 通信协议

同步调用，使用 HTTP REST API 进行即时通信，适用于直接获取结果的情况。
异步通知，利用 Webhook 机制，在支付完成后主动通知订单服务最新的支付状态，
适合于长时间运行的任务。

c. 数据示例

支付请求 Json 语言表示如下，其中变量含义 order_id 订单编号，用于关联
具体的订单记录；amount 支付金额；currency 货币单位，默认为人民币 (CNY)。

```
{  
  "order_id": "ORD-20240501-001",  
  "amount": 59.99,  
  "currency": "CNY"  
}
```

支付回调通知 Json 语言表示如下，其中变量含义 order_id 订单编号；status
支付状态，如"paid"表示支付成功；transaction_id 第三方支付平台生成的交
易 ID，用于追踪和核对。

```
{  
  "order_id": "ORD-20240501-001",  
  "status": "paid",  
  "transaction_id": "TXN-1234567890"  
}
```

3. 7CSCI 内部数据需求

3. 7. 1 数据库表需求

a. 用户数据表 (users)

字段名	类型	约束	备注
user_id	VARCHAR(36)	PRIMARY KEY, UUID	用户唯一标识符
username	VARCHAR(50)	UNIQUE, NOT NULL	用户名
password_hash	TEXT	NOT NULL, PBKDF2 加密	密码哈希值

email	VARCHAR(100)	UNIQUE, NOT NULL	邮箱地址
last_login	TIMESTAMP	DEFAULT NULL	最后登录时间
created_at	TIMESTAMP	CURRENT_TIMESTAMP	账户创建时间

b. 订单数据表 (orders)

字段名	类型	约束	备注
order_id	VARCHAR(20)	格式 RD-YYYYMMDD-X	订单编号
user_id	VARCHAR(36)	users(user_id)	关联用户 ID
status	ENUM	('pending', 'paid', 'shipped')	订单状态
total_amount	DECIMAL(10, 2)	NOT NULL	订单总金额
created_at	TIMESTAMP	CURRENT_TIMESTAMP	订单创建时间

3.7.2 文件存储需求

a. 图书封面图片

格式为 JPEG/PNG；大小限制小于等于 500KB；存储路径：
/static/book_covers/{book_id}.jpg；命名规则：基于图书 ID 生成静态资源 URL，便于快速访问。

b. 日志文件

格式为 JSON Lines（每行一个独立的 JSON 对象）；保留策略：日志将被保留 30 天，之后自动归档。归档的日志应存储于低成本存储介质中，并可按需恢复。

3.7.3 缓存数据需求

Redis 键设计，购物车数据 cart:{user_id} - 存储特定用户的购物车信息，确保用户体验的一致性。热门书籍 hot_books:{category} - 按类别缓存热门书籍列表，TTL 设置为 1 小时，以适应热门书籍的变化频率。

3.7.4 数据安全要求

加密，所有敏感字段如密码、支付信息必须使用 AES-256 进行加密存储。确保即使数据库泄露，敏感信息也不易被解读。

审计，对于任何涉及数据修改的操作，系统应记录操作者的 IP 地址、操作时间和具体操作内容。这些日志应当受到严格的访问控制，并定期审查。

传输安全，所有涉及敏感数据的传输均需通过 HTTPS 协议进行，防止中间人攻击。

权限管理，不同级别的用户只能访问与其角色相匹配的数据，避免越权访问。

3.8 适应性需求

“书海在线（BookOcean）网上书店系统”的运行依赖于初始化配置数据（如门店地理位置、支付密钥等），并支持动态调整关键运行参数（如订单支付超时时间、库存预警阈值等）。所有参数均通过后台管理界面实时更新，并强制校验取值范围，敏感参数的变更将记录审计日志以确保可追溯性。

3.9 保密性需求

“书海在线（BookOcean）网上书店系统”针对关键操作（如订单处理、数据删除等）实施多重安全防护措施，包括二次确认机制、操作延时执行、权限隔离及实时审计日志。系统对无效或异常操作（如支付失败、高频点击）自动启用降级处理或拦截，并通过告警通知管理员，以最大限度降低操作风险。

3.10 计算机资源需求

本条应分以下各条进行描述。

3.10.1 计算机硬件需求

本项本项目开发的网上书店软件（CSCI）所需的计算机硬件环境如下：

（1）开发环境硬件需求

设备数量：5 台笔记本电脑（每名开发人员 1 台）。

处理器：最低 Intel Core i5-1135G7 或同级 AMD Ryzen 5，支持多线程可以运行开发工具及本地测试环境。

内存：最低 8GB RAM，推荐 16GB（确保流畅运行 IDE、数据库及模拟服务器）。

辅助存储器：

固态硬盘（SSD）容量 \geq 512GB，用于存储代码、开发工具及测试数据。

额外需预留 10GB 空间用于数据库和日志文件。

输入/输出设备：

标准键盘、鼠标及显示器（分辨率 \geq 1920 \times 1080）。

可选外接第二显示器以提升多窗口开发效率。

(2) 测试与生产环境硬件需求

服务器（开发阶段可本地模拟）：

处理器：4 核以上（如本地测试可使用 Docker 或轻量级虚拟化）。

内存： $\geq 8\text{GB}$ （若需模拟多用户并发测试）。

存储： $\geq 100\text{GB}$ （用于测试数据库及用户上传内容，如图书封面图片）。

网络设备：

开发阶段需稳定 Wi-Fi/有线网络（带宽 $\geq 50\text{Mbps}$ ），支持 HTTP/HTTPS 通信及团队协作工具（如 Git）。

生产环境需公网 IP 及域名（可通过云服务如 AWS/Aliyun 部署，非本地硬件需求）。

(3) 其他设备

备份设备：建议配置 NAS 或云存储（如 GitHub 私有仓库）用于代码和文档备份。

3.10.2 计算机硬件资源利用需求

1. 处理器（CPU）

最大许可使用率：

开发阶段：单机持续负载 $\leq 70\%$ （峰值 $\leq 90\%$ ，持续时间 < 5 分钟）。

生产环境：单实例平均负载 $\leq 60\%$ （防止并发请求导致服务降级）。

测量条件：

开发时通过任务管理器（Windows）或 htop（Linux）监控。

生产环境通过云监控工具（如 Prometheus）采集 CPU 利用率。

2. 存储器（RAM）

最大许可使用容量：

开发机：8GB 内存下，IDE+本地服务进程占用 $\leq 6\text{GB}$ （预留 2GB 给系统及其他应用）。

生产服务器：8GB 实例中，JVM/Node.js 进程堆内存限制 $\leq 5\text{GB}$ （避免 OOM 错误）。

测量条件：

开发阶段使用 Visual Studio Code 内存分析插件或 jconsole（Java 项目）。

生产环境通过 `kubectl top pod`（若容器化）或 `free -m` 命令监控。

3. 输入/输出设备 (I/O)

磁盘 I/O 吞吐量限制:

开发机 SSD 读写速度峰值 $\leq 500\text{MB/s}$ (避免长时间高负载影响寿命)。

数据库事务日志写入延迟 $\leq 10\text{ms}$ (测试阶段通过 fio 工具验证)。

测量条件:

Windows: 使用 Resource Monitor 的磁盘活动标签页。

Linux: 通过 iotop 或 dstat -d 命令监控。

4. 辅助存储器 (磁盘空间)

容量分配上限:

开发机: 代码仓库+本地数据库 $\leq 100\text{GB}$ (预留 $\geq 50\text{GB}$ 给系统)。

生产环境: 用户上传文件 (如图书封面) 单独挂载磁盘, 容量 $\leq 80\%$ 。

测量条件:

定期运行 df -h (Linux) 或检查磁盘属性 (Windows)。

5. 通信/网络设备

带宽与连接数限制:

开发阶段: 本地测试 API 请求带宽 $\leq 10\text{Mbps}$ (模拟 100 并发用户)。

生产环境: 单实例入站流量 $\leq 50\text{Mbps}$ (超出时触发负载均衡)。

测量条件:

使用 Wireshark 抓包分析或云服务商流量监控面板 (如 AWS CloudWatch)。

资源利用率监控策略

开发阶段:

每名开发者需在每日站会汇报前一日资源峰值 (如 CPU/MEM 截图)。

代码提交前运行负载测试脚本 (如 Apache Benchmark), 确保无超限。

生产环境:

设置警告阈值 (如 CPU $>75\%$ 持续 5 分钟触发 SMS 通知)。

3.10.3 计算机软件需求

1. 操作系统

名称: Windows 11 / Ubuntu 22.04 LTS

版本: Windows 11 22H2 / Ubuntu 22.04.4 LTS

文档引用：

Windows 11 Specifications

Ubuntu 22.04 Release Notes

2. 数据库管理系统

名称：MySQL Community Server

版本：8.0.36

文档引用：

MySQL 8.0 Documentation

3. 通信/网络软件

名称：Node.js（后端 API 服务）

版本：18.17.1 LTS

文档引用：

Node.js 18 Documentation

4. 实用软件

名称：Git（版本控制）

版本：2.40.1

文档引用：

Git Reference Manual

5. 输入/设备模拟器

名称：无（PC 端无需设备模拟器，直接使用物理键盘/鼠标）

替代说明：

若需测试高 DPI 或多显示器兼容性，可使用 Windows 内置的「显示设置」或 Ubuntu「显示配置工具」。

6. 测试软件

单元测试：Jest

版本：29.7.0

文档：Jest Documentation

负载测试：Apache JMeter

版本：5.6.2

文档：JMeter User Manual

UI 自动化测试: Selenium

版本: 4.11.0

文档: Selenium WebDriver Docs

7. 生产用软件

Web 服务器: Nginx

版本: 1.25.3

文档: Nginx Admin Guide

进程管理: PM2

版本: 5.3.0

文档: PM2 Quick Start

8. 开发工具链

IDE: Visual Studio Code

版本: 1.85.1

文档: VS Code Docs

依赖管理: npm

版本: 9.6.7

文档: npm CLI Commands

浏览器测试环境:

Google Chrome (版本 120+) + Firefox (版本 115+)

文档: Chrome DevTools / Firefox Developer Tools

9. 辅助工具

API 调试: Postman

版本: 10.18+

文档: Postman Learning Center

数据库可视化: MySQL Workbench

版本: 8.0.36

文档: MySQL Workbench Manual

关键配置说明:

(1) 跨平台兼容性:

确保所有软件在 Windows 和 Ubuntu 下均可运行 (如 Node.js 需统一 LTS 版

本）。

(2) 测试覆盖：

Selenium 测试需覆盖 Chrome/Firefox/Edge 三大浏览器。

(3) 安全合规：

生产环境软件（如 Nginx、MySQL）需定期升级安全补丁。

3. 10. 4 计算机通信需求

1. 连接的地理位置

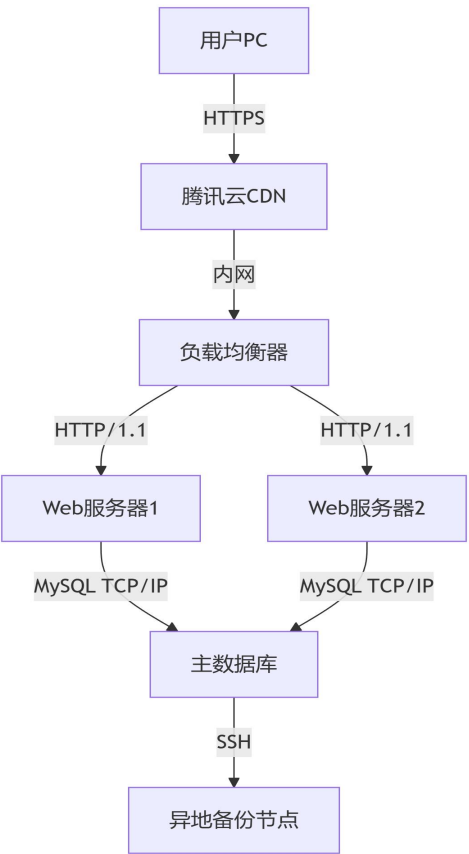
开发阶段：本地局域网（LAN）内通信（团队 5 人同校区），公网仅用于依赖库下载。

生产环境：

用户端：全球范围（主服务区域：中国大陆）。

服务器：部署于腾讯云上海数据中心（BGP 多线接入）。

2. 网络拓扑结构



3. 传输技术

协议：

前端与后端：HTTPS（TLS 1.2+）。

后端与数据库：MySQL 协议（默认端口 3306）+ SSH 隧道（管理连接）。

技术标准：

HTTP/1.1（兼容性优先），未来支持 HTTP/2。

WebSocket（用于实时库存更新通知）。

4. 数据传输速率

场景 最小速率要求 峰值限制

用户浏览页面 500Kbps/请求 $\leq 5\text{Mbps}/\text{用户}$

图书图片下载 2Mbps/图片 $\leq 50\text{Mbps}$ （CDN 承载）

数据库同步 10Mbps（内网专线） $\leq 100\text{Mbps}$

5. 网关需求

生产环境：

腾讯云 NAT 网关（出口 IP 固定，防止封禁）。

API 网关（限流 1000 请求/秒，防 DDoS）。

6. 系统使用时间

可用性：99.9%（全年宕机时间 ≤ 8.76 小时）。

维护窗口：每月第一个周日凌晨 2:00-4:00（UTC+8）。

7. 数据类型与容量

数据类型 方向 容量限制 示例

用户请求 上行 $\leq 10\text{KB}/\text{请求}$ 搜索关键词、登录表单

响应数据 下行 $\leq 1\text{MB}/\text{页面}$ 图书列表+缩略图

数据库备份 异地同步 $\leq 50\text{GB}/\text{日}$ MySQL dump 文件

8. 时间限制

响应时间（P95 百分位）：

静态页面： $\leq 500\text{ms}$ 。

搜索查询： $\leq 1\text{s}$ （数据库索引优化后）。

订单提交： $\leq 2\text{s}$ （支付网关接口依赖）。

超时设置：

前端 API 调用：5 秒超时，3 次重试。

数据库查询：10 秒超时（复杂报表除外）。

9. 数据峰值

预期峰值：

常规流量：1000 并发用户。

大促活动（如双 11）：5000 并发用户（需提前扩容）。

熔断机制：CPU>80%或带宽>70%时，自动触发限流。

10. 诊断功能

监控工具：

Prometheus + Grafana（指标采集与可视化）。

关键监控项：

网络延迟：Pingdom 节点检测。

丢包率：腾讯云网络探针。

日志记录：

ELK Stack（日志分析），保留 30 天。

诊断字段：请求 ID、响应时间、错误码（如 HTTP 500）。

3.11 软件质量因素

1. 功能性

需求：实现全部核心功能（图书浏览、搜索、购物车、支付、订单管理）。

定量指标：

功能覆盖率 $\geq 100\%$ （通过需求跟踪矩阵验证）。

API 接口实现与 Swagger 文档一致性 $\geq 99\%$ 。

验证方法：自动化测试（Jest + Selenium）覆盖所有用户场景。

2. 可靠性

需求：系统无致命错误，数据一致性 100%。

定量指标：

平均无故障时间（MTBF） ≥ 720 小时。

支付事务 ACID 特性保证（0%数据丢失）。

验证方法：

混沌工程测试（模拟数据库宕机、网络分区）。

日志审计（如 MySQL Binlog 校验）。

3. 可维护性

需求：代码模块化，便于修改和扩展。

定量指标：

代码圈复杂度 ≤ 15 （SonarQube 静态分析）。

平均修复时间（MTTR） ≤ 2 小时（针对 P1 级缺陷）。

验证方法：

代码评审（每周一次 GitHub Pull Request 审查）。

文档完整性检查（每个模块需含 README.md）。

4. 可用性

需求：系统高可用，支持多时段访问。

定量指标：

服务可用性 $\geq 99.9\%$ （全年宕机 ≤ 8.76 小时）。

登录/搜索成功率 $\geq 99.5\%$ 。

验证方法：

7×24 小时 Pingdom 监控。

每月一次灾备演练（如 Nginx 主从切换）。

5. 灵活性

需求：适应需求变更（如新增图书分类或促销规则）。

定量指标：

需求变更响应时间 ≤ 3 人日（非核心功能）。

配置文件驱动功能开关（100%可配置化）。

验证方法：

模拟需求变更（如通过 Feature Flag 测试）。

6. 可移植性

需求：支持 Windows/Linux 部署。

定量指标：

环境差异导致的问题 $\leq 5\%$ （通过 Docker 镜像标准化）。

验证方法：

跨平台测试（Jenkins 多环境流水线）。

7. 可重用性

需求：通用模块（如支付接口、日志服务）可复用。

定量指标：

组件复用率 $\geq 60\%$ （通过代码库共享统计）。

验证方法：

新项目集成测试（如直接引入支付模块）。

8. 可测试性

需求：代码易于单元测试和集成测试。

定量指标：

单元测试覆盖率 $\geq 80\%$ （Jest 报告）。

自动化测试占比 $\geq 70\%$ 。

验证方法：

CI/CD 流水线强制覆盖率门槛。

9. 易用性

需求：用户界面直观，学习成本低。

定量指标：

新用户完成首单时间 ≤ 3 分钟（A/B 测试数据）。

SUS（系统可用性量表）得分 ≥ 75 分。

验证方法：

用户测试（邀请 10 名非技术人员实操记录）。

10. 其他属性

安全性：

OWASP Top 10 漏洞检出率=0%（通过 ZAP 扫描）。

性能：

页面加载时间 ≤ 2 秒（WebPageTest 指标）。

3.12 设计和实现的约束

A. 体系结构约束

（1）分层架构：

约束：必须采用三层架构（表现层、业务逻辑层、数据访问层），禁止业务逻辑直接嵌入前端代码。

引用标准：IEEE 1016-2009（软件设计描述标准）。

示例：前端（Vue.js）→ 后端（Node.js REST API）→ 数据库（MySQL）。

（2）数据库与组件：

强制使用：

数据库：MySQL 8.0（兼容 ACID 事务）。

缓存：Redis 7.0（用于会话管理和热点数据）。

现有部件：支付模块必须集成微信支付官方 SDK（v3.0+）。

需方提供资源：图书元数据需通过甲方提供的 Excel 模板（符合 ISO/IEC 29500 标准）导入。

（3）微服务兼容性：

约束：模块化设计，未来可拆分为微服务（如订单服务、库存服务）。

规范：API 定义遵循 OpenAPI 3.0（Swagger 文档强制生成）。

B. 设计与实现标准

（1）编码规范：

语言：JavaScript/TypeScript（后端 Node.js），HTML5/CSS3（前端）。

标准：Airbnb JavaScript Style Guide（ESLint 强制校验）。

数据库命名：小写蛇形（如 book_inventory）。

（2）数据标准：

交换格式：JSON（RFC 8259），日期字段必须为 ISO 8601（如 2024-03-20T08:00:00Z）。

安全规范：

密码存储：bcrypt 哈希（符合 NIST SP 800-63B）。

传输加密：TLS 1.2+（禁用 SSLv3）。

（3）第三方依赖：

约束：所有依赖库需通过 npm audit 检查（CVSS 评分 ≤ 中危）。

引用：OWASP Dependency-Check 标准。

C. 灵活性与可扩展性

（1）扩展性设计：

约束：数据库分库分表预留（如订单表按用户 ID 哈希拆分）。

负载均衡器（Nginx）配置动态扩容接口。

指标：支持每秒新增 1000 订单（通过 Kafka 消息队列解耦）。

(2) 变更响应：

需求：新图书分类字段需通过数据库迁移脚本（如 Flyway）实现，无需停机。

验证方法：灰度发布测试（10%流量验证新功能）。

(3) 技术前瞻性：

约束：代码禁止使用已弃用 API（如 Node.js Callback 风格需转为 Promise）。

预留 GraphQL 接口（未来替代部分 REST 端点）。

引用标准与规范清单

领域	标准/规范	适用场景
架构设计	IEEE 1471-2000	软件体系结构描述
数据安全	PCI DSS 3.2.1	支付交易处理
前端开发	WCAG 2.1 AA	无障碍访问兼容性
测试	ISO/IEC/IEEE 29119-3	自动化测试用例设计

例外与豁免

豁免条件：若需使用非 MySQL 数据库（如 PostgreSQL），需提交《技术可行性分析报告》并通过评审。

技术债务：未达标代码需记录在 JIRA 中并标注偿还计划。

3.13 数据

1. 输入数据要求

用户注册/登录数据

来源：前端表单提交

处理量：峰值不超过 100 次/分钟

格式：JSON（符合 RFC 8259 标准）

约束：密码必须使用 bcrypt 哈希加密存储

图书搜索请求

来源：前端 API 调用

处理量：大促期间峰值不超过 500 次/秒

格式：URL 参数（UTF-8 编码）

约束：95%的请求响应时间不超过 1 秒

订单支付数据

来源：微信支付回调接口

处理量：峰值不超过 50 次/秒

格式：XML（符合微信支付规范）

约束：必须实现签名验证和事务一致性保证

图书元数据批量导入

来源：甲方提供的 Excel 文件

处理量：每次不超过 10 万条，每日 1 次

格式：ISO/IEC 29500 标准 xlsx 文件

约束：文件大小不超过 50MB，字段校验失败率低于 1%

2. 输出数据要求

图书列表响应

目标：前端页面渲染

数据量：单页不超过 1MB（含缩略图）

格式：Gzip 压缩的 JSON 数据

约束：首屏加载时间不超过 2 秒

订单确认通知

目标：用户邮箱/短信

数据量：每小时不超过 5000 条

格式：HTML/纯文本

约束：消息到达率不低于 99.9%

数据库备份文件

目标：异地存储节点

数据量：每日全量+增量不超过 50GB

格式：MySQL dump 文件（SQL 格式）

约束：保留 30 天，使用 AES-256 加密传输

业务日志

目标：ELK 日志系统

数据量：每日不超过 10GB

格式：按日志等级分类的 JSON 数据

约束：关键操作日志保留 6 个月

3. 数据管理能力

存储容量

生产数据库初始分配 200GB SSD 存储空间，支持动态扩容至 1TB

图片存储支持 10 万张图书封面，CDN 缓存源站存储不超过 500GB

处理性能

数据库支持每秒 2000 次查询（QPS），事务处理能力不低于 500 TPS

10 万条数据批量导入任务完成时间不超过 5 分钟（后台队列处理）

数据一致性

支付订单状态严格遵循 CP（一致性+分区容错性）模型

图书库存采用 Redis 缓存+数据库双重校验，超卖率控制在 0.1%以内

备份与恢复

恢复点目标（RPO）不超过 5 分钟，恢复时间目标（RTO）不超过 15 分钟

每日凌晨 2:00 执行全量备份，每小时执行增量备份

3.14 操作

1. 常规操作

用户操作：支持图书浏览、搜索、购物车管理、订单提交等高频操作，响应时间 ≤ 2 秒

后台管理：每日定时生成销售报表，处理时间 ≤ 10 分钟

数据同步：库存数据每小时自动同步至 Redis 缓存

2. 特殊操作

大促活动：支持临时开启秒杀模式，自动扩容至 3 倍服务器资源

紧急下架：支持单图书下架操作 30 秒内生效全平台

人工干预：管理员可手动调整订单状态（需二次认证）

3. 初始化操作

首次部署：自动执行数据库迁移脚本（Flyway），初始化时间 ≤ 5 分钟

缓存预热：系统启动时自动加载热点图书数据到 Redis

配置加载：从中央配置中心获取最新运行时参数

4. 恢复操作

故障转移：数据库主节点宕机时，从节点 30 秒内自动接管

数据修复：支持通过昨日备份+binlog 恢复数据，RTO ≤ 15 分钟

服务降级：在资源不足时自动关闭推荐功能，保障核心交易链路

5. 监控要求

所有异常操作实时告警（企业微信+邮件）

关键操作留痕（审计日志保留 180 天）

3.15 故障处理

a. 软件系统问题

服务崩溃

进程异常终止（如 Node.js 服务崩溃）

数据库连接池耗尽

数据异常

订单状态不一致

库存超卖

接口故障

第三方支付接口超时（微信/支付宝）

CDN 资源加载失败

b. 错误信息格式

json

```
{  
  "timestamp": "ISO8601 时间",  
  "error_code": "ERR-500-01",  
  "message": "数据库连接失败",  
  "detail": "MySQL 连接池耗尽, 当前活跃连接数: 150/100",  
  "recovery_action": "建议: 1. 检查数据库负载 2. 重启服务"
```

}

c. 补救措施

自动恢复

进程守护（PM2 自动重启崩溃服务）

接口重试机制（支付接口 3 次重试）

人工干预

数据库状态不一致时：执行预置修复脚本

库存超卖时：人工核对+补偿

降级方案

支付失败时切换备用通道

缓存不可用时直连数据库

通知机制

P0 级故障 5 分钟内短信通知运维

自动生成故障报告（含时间线）

3.16 算法说明

1. 推荐算法

a. 相似书籍推荐（协同过滤）

概况：

通过计算书籍之间的关联度（基于用户行为数据），推荐与目标书籍相似的书籍。

使用余弦相似度衡量向量化后的书籍特征。

公式：

构建用户-书籍交互矩阵（m=用户数，n=书籍数），矩阵值可为评分或浏览时长。

$$R_{m \times n}$$

向量化每本书籍

$$b_i = (r_{1i}, r_{2i}, r_{3i} \dots r_{mi})$$

计算余弦相似度：

$$\text{sim}(b_i, b_j) = \frac{\mathbf{b}_i \cdot \mathbf{b}_j}{\|\mathbf{b}_i\| \times \|\mathbf{b}_j\|} = \frac{\sum_{k=1}^m r_{ki} r_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m r_{ki}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m r_{kj}^2}}$$

取相似度最高的 Top-N 书籍作为推荐结果。

b. 热门榜单（时间衰减热度）

概况：

综合销量和浏览数计算实时热度，通过加权和指数衰减反映近期趋势。

公式：

原始热度计算：

$$\text{Heat}_{\text{raw}} = 0.6 \times \text{Sales} + 0.4 \times \text{Views}$$

时间衰减（按天衰减，半衰期）：

$$\text{Heat}_{\text{final}} = \text{Heat}_{\text{raw}} \times e^{-\lambda \Delta t}, \quad \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

（例：设半衰期 $t_{1/2}=7$ 天，则 $\lambda \approx 0.099$ ）

2. 搜索优化

a. 模糊匹配（Elasticsearch 分词检索）

概况：

使用倒排索引和文本分析（分词、同义词扩展）实现模糊匹配。

关键步骤：

分词：采用 IK 分词器（中文）或标准分词器（英文）。

同义词扩展：通过同义词词典扩展查询词（如“计算机” → “电脑”）。

检索：使用 TF-IDF 或 BM25 计算文档相关性。

BM25 公式:

$$\text{score}(D, Q) = \sum_{i=1}^n \text{IDF}(q_i) \cdot \frac{f(q_i, D) \cdot (k_1 + 1)}{f(q_i, D) + k_1 \cdot \left(1 - b + b \cdot \frac{|D|}{\text{avgdl}}\right)}$$

$f(q_i, D)$: 词频

$\text{IDF}(q_i)$: 逆文档频率

k_1, b : 调节参数 (默认 $k_1 = 1.2, b = 0.75$)

$|D|$: 文档长度

avgdl: 平均文档长度

b. 排序策略

概况: 默认按相关性排序, 支持二次排序 (价格、评分等)。

多字段排序公式:

$$\text{score}_{\text{final}} = w_1 \cdot \text{score}_{\text{relevance}} + w_2 \cdot \frac{\text{Price} - \min(\text{Price})}{\max(\text{Price}) - \min(\text{Price})} + w_3 \cdot \text{Rating}$$

3.17 有关人员需求

1. 人员配置

数量:

开发阶段: 5 人团队 (1 项目经理/1 后端/2 前端/1 测试)

运维阶段: 7×24 小时值班 (3 人轮岗)

技能要求:

开发人员: 掌握 Node.js/MySQL/Redis 等知识

运维人员: 了解运维相关知识

2. 责任与培训

责任期:

核心开发人员需全程参与 (6 个月)

培训需求:

强制培训: 支付系统安全规范 (PCI DSS)

3. 用户规模

并发用户：

常规：支持 1000 并发用户

大促：扩展至 5000 并发（需提前 1 周准备）

管理后台：

同时操作 \leq 20 名管理员

4. 人为错误防护

高风险操作：

订单退款：需二级审批（操作人+主管）

数据库删除：限制 IP 白名单+动态令牌

界面防护：

错误消息：红色背景显示 \leq 10 秒（#FF0000）

关键操作：需二次弹窗确认+输入验证码

5. 辅助设计

视觉提示：

支付成功：绿色闪烁（3 次）+ “叮”声提示

系统故障：全屏红色遮罩+持续蜂鸣音

操作引导：

复杂流程：分步向导（如商家入驻）

危险操作：强制观看 15 秒警示视频

6. 容错机制

可预测错误：

价格输入：自动拦截非数字字符

库存修改：禁止负数输入

极端场景：

断网操作：本地缓存草稿，恢复后自动同步

误删数据：回收站保留 7 天（需特权访问）

7. 行为工程

疲劳防护：

连续操作 2 小时强制锁定 15 分钟

凌晨操作需人脸识别验证

压力测试：

模拟 200%负载下的人机交互失效点

3.18 有关培训需求

1. 嵌入式培训组件

系统内置交互式教程组件，采用 Vue.js 开发的<onboarding-tutorial>模块，在用户首次登录时自动播放 3 分钟操作指引动画，支持 F1 键手动唤出。教程内容包含基础操作演示和常见问题解答，采用 Web Animations API 实现流畅动效，支持中英文双语切换。

系统提供 Docker 容器集群搭建的虚拟演练环境，预装包含 10 万条测试数据的模拟数据库和故障注入工具，可通过 `docker-compose -f training.yml up` 命令快速启动。该环境能模拟网络延迟、服务中断等异常场景，供学员进行实战演练。

2. 培训软件包

管理员培训套件包含 admin-simulator 后台操作模拟器和 audit-log-analyzer 日志分析工具，配套提供 50 多个典型误操作案例数据集和应急处理成功案例库。开发人员训练模块则提供植入常见漏洞的代码库和配套的 SonarQube 规则集，设置 30 分钟漏洞修复挑战和 API 性能优化任务等实战训练内容。

3. 培训内容标准

必修课程包含 4 小时的支付安全培训（渗透测试考核）、3 小时的故障处理培训（模拟演练考核）和 2 小时的 GDPR 合规培训（在线测试考核）。培训系统要求学员平均通过率达到 85%以上，并保持每季度 20%以上的内容更新率。

4. 培训系统技术要求

系统运行需要最低 4 核 CPU/8GB 内存/50GB 存储的硬件配置，依赖 Node.js 18.x 和 MySQL 8.0 环境。所有培训模拟数据都需经过脱敏处理，培训记录采用 AES-256 加密存储，确保数据安全。

5. 异常处理培训

系统通过代码注入方式模拟各类异常场景，如随机抛出 400/500 错误等，要求学员在 5 分钟内完成问题定位和修复。设置错误识别准确率 90%的合格标准，重点培养故障排查和应急处理能力。培训系统记录学员操作过程，生成详细的技能评估报告。

3.19 有关后勤需求

1. 极简维护方案

采用云服务（如阿里云学生套餐）实现零硬件维护
维护时段设为周六上午 9-11 点（用户低峰期）
使用免费监控工具（如 UptimeRobot）实现基础告警
维护清单简化为 3 项核心检查：
数据库备份验证
支付接口连通性测试
首页加载速度检测

2. 互助式软件支持

建立 GitHub Issues 作为问题跟踪系统
利用 Stack Overflow 社区解决技术问题
团队内部实行“值班轮换制”（每人每周负责 1 天线上咨询）
关键应急预案：
网站崩溃时快速切换至静态页（托管在 GitHub Pages）
数据库故障时恢复最近 7 天的 Airtable 备份

3. 零成本运输部署

纯云端部署，无物理设备运输
部署工具链：
VSCode 远程开发
微信截图指导非技术成员操作
自制部署检查清单（A4 纸打印张贴）

4. 校园资源利用

耗材供应：
打印件使用学校免费配额
测试手机借用学校实验室设备
网络资源：
利用校园网固定 IP（需提前向信息中心报备）
备用 4G 热点（团队成员手机共享）

3.20 其他需求

1. 法律合规性需求

必须遵守《电子商务法》中关于在线交易的基本规定（如显著标注退换货政策）

用户隐私处理需满足《个人信息保护法》最小必要原则（使用开源加密库如 CryptoJS）

图书销售需规避盗版风险（实现 ISBN 校验接口对接国家版本数据中心）

2. 学术伦理需求

毕业设计成果转化需明确著作权归属（建议签署团队内部协议模板）

使用开源组件时严格遵守对应 LICENSE 要求（特别关注 GPL 传染性条款）

论文发表前需完成系统关键代码脱敏处理（自制代码混淆工具包）

3. 低成本容灾需求

云端数据库每日自动备份到团队成员个人网盘（密码分片保管）

关键业务逻辑采用「纸质备份」：核心流程手绘流程图张贴在宿舍墙面

建立「手机接力」应急通讯链：当服务器宕机时改用微信群播报订单状态

4. 学生协作需求

代码注释强制包含「咖啡指数」标记（如// @需咖啡浓度 3 表示实现难度）

文档使用「食堂菜谱式」编写规范（问题现象→解决步骤→营养建议）

版本发布采用「课程表兼容」策略（避开考试周和课程设计周）

5. 硬件极限适配

支持在以下极端环境运行：

宿舍夜间断电时：笔记本电池续航 ≥ 3 小时

校园网限速时：首页加载体积 $\leq 1\text{MB}$ （启用 ASCII 艺术模式）

外接设备仅剩手机热点时：关闭所有非必要 AJAX 请求

3.21 包装需求

1. 数字交付物包装要求

存储介质：使用 32GB USB 3.0 闪存盘(品牌型号统一)，格式化为 FAT32/exFAT

文件结构：

/根目录

| — /docs（文档）

| — /src（源代码）

| —— /db（数据库备份）

| —— README.txt（含 SHA-256 校验码）

加密要求：使用 7-Zip AES-256 加密压缩，密码通过纸质信封单独提交

2. 物理标记规范

标签内容（贴于 U 盘外壳）：

项目名称：XX 网上书店系统

交付版本：v1.0-2024

团队编号：CS-305

最后更新：2024-06-15

警告：内含加密数据，禁止格式化

标记方式：

使用防水油性笔手写（备用方案：打印不干胶标签）

重要 U 盘系红绳+宿舍钥匙扣增强辨识度

3. 云端交付补充

压缩包命名规则：

团队名_项目名_交付日期.zip（例：TeamAlpha_BookStore_20240615.zip）

传输平台：

优先使用学校 FTP（如无则用百度网盘，设置 24 小时有效提取链接）

禁止使用微信文件传输（可能自动压缩）

4. 文档配套要求

必含文件：

《安装指南.doc》 - 含宿舍环境特殊配置项（如校园网代理设置）

《应急恢复.txt》 - 记录团队成员手机号+辅导员联系方式

《开源声明.pdf》 - 列明所有使用的第三方库及对应 LICENSE

5. 低成本验收证据

运行验证视频：

用手机横屏录制（1080p）

必须包含：系统启动→登录→下单→支付的完整流程

视频末尾展示团队成员学生证（防伪用）

纸质签字页：

打印《交付确认单》，由全体成员用不同颜色笔签名

6. 引用标准（学生适用版）

存储介质：参照《GB/T 26225-2010》U 盘基本要求（但允许使用非工业级产品）

文件命名：符合学校《毕业设计归档规范》第 5.2 条

加密方式：满足课程《信息安全基础》实验课标准

4 合格性规定

本章规定了用于验证第 3 章中各项需求的合格性方法，确保所有需求均通过可追溯、可重复的验证手段得到满足。合格性方法包括演示、测试、分析、审查以及特殊方法。

4.1 合格性方法定义

- 1. 演示：通过运行 CSCI（计算机软件配置项）或其部分功能，直接观察其可见的功能操作，无需依赖仪器或专用测试设备，且无需事后分析。
- 2. 测试：通过使用仪器、专用测试设备或工具运行 CSCI，采集数据并执行事后分析以验证需求。
- 3. 分析：基于其他合格性方法（如测试、演示）生成的数据，通过归约、解释或逻辑推断验证需求。
- 4. 审查：对 CSCI 的代码、设计文档、接口规范等进行可视化检查，确认其符合性。
- 5. 特殊方法：采用专用工具、技术、流程或设施（如仿真环境、静态代码分析工具）验证需求。

4.2 合格性方法应用

需求 ID	需求描述	合格性方法	方法说明
REQ-1	系统应在 5 秒内相应用户输入	测试	使用性能测试工具（如 JMeter）采集响应时间数据，并通过统计分析验证

			是否符合要求。
REQ-2	用户界面应符合设计规范	审查	对 UI 原型与实现代码进行可视化比对,确保布局、控件和交互一致性。
REQ-3	数据加密需符合 AES-256 标准	分析	结合测试生成的加密性能数据,推断算法实现是否符合标准。
REQ-4	系统故障后应自动恢复服务	演示	模拟故障场景,观察系统是否在 10 秒内自动重启并恢复服务。
REQ-5	接口通信延迟不超过 100ms	特殊方法	使用网络仿真工具(如 Wireshark)捕获通信数据,分析延迟并生成报告。

4.3 特殊合格性方法说明

对于需要特殊工具或技术的需求(如 REQ-005),需遵循以下流程:

工具选择:明确工具版本、配置及使用规范(如 Wireshark 需配置为捕获完整 TCP/IP 协议栈)。

环境准备:搭建与真实场景一致的测试环境(如模拟高负载网络)。

验收标准:定义明确的验收限值(如延迟超过 100ms 的样本比例需低于 1%)。

4.4 方法引用规则

1. 每个需求至少关联一种合格性方法,复杂需求可组合多种方法(如测试+分析)。
2. 审查与演示结果需记录检查清单或操作日志。
3. 测试与分析需保留原始数据及处理过程。
4. 特殊方法需在需求文档附录中补充详细操作指南及工具验证报告。

5 需求可追踪性

5.1 从 CSCI 需求到系统/子系统需求的可追踪性

本部分描述 SRS 第 3 章 中的每个 CSCI 需求如何映射到更高层次的系统需求或设计决策。对于无法直接映射到系统需求的 CSCI 需求（如接口需求），需说明其来源（如系统设计决策或架构约束）。

CSCI 需求 ID	CSCI 需求描述	关联的系统/子系统需求或设计决策	追踪依据/注释
REQ-001	用户注册与登录功能	系统安全需求(等保 2.0 三级)：用户身份鉴别与访问控制	系统需求文档 § 2.3（安全需求）
REQ-002	图书模糊搜索响应时间≤1 秒	系统性能需求（高并发场景下用户体验保障）	系统需求文档 § 4.1.2（性能指标）
REQ-003	支付事务 ACID 特性保证	系统可靠性需求（支付链路零差错）	系统需求文档 § 2.5（金融合规性）
REQ-004	库存超卖率≤ 0.1%	系统业务规则（避免销售冲突）	系统需求文档 § 3.2（库存管理策略）
REQ-005	多语言界面支持（中/英文）	系统适应性需求（国际化扩展）	系统需求文档 § 5.4（全球化设计）
IRS-PG-001	微信支付接口集成（CSCI 外部接口）	系统设计决策（支付模块解耦为独立服务）	架构设计文档 § 7.1（微服务拆分）
IRS-LTS-002	物流状态查询接口（CSCI 外部接口）	系统实现需求（第三方系统交互标准化）	接口需求规格说明（IRS）v1.2 § 4.3

5.2 从系统/子系统需求到 CSCI 需求的可追踪性

本部分验证所有分配到 CSCI 的系统需求 是否被完整实现，包括通过接口需求规格说明（IRS）覆盖的需求。

系统需求 ID	系统需求描述	对应的 CSCI 需求 ID	实现方式
SYS-0101	用户密码存储需加密（AES-256）	REQ-001（3.4.1 安全要求）	使用 BCrypt 哈希算法存储密码，符合 NIST SP 800-63B 标准
SYS-0203	支付超时订单自动关闭（15 分钟）	REQ-003（3.4.3 订单管理）	基于 Redis 过期键+定时任务实现
SYS-0305	支持每日 10 万条图书数据批量导入	REQ-004（3.4.4 库存管理）	提供 Excel 模板解析服务，异步队列处理导入任务
SYS-0402	前端页面兼容 Chrome/Firefox/Edge 最新版	REQ-002（3.4.2 书籍浏览）	通过 Selenium 跨浏览器测试验证
SYS-0508	用户数据匿名化处理（GDPR 合规）	REQ-009（3.4.9 客户数据维护）	数据库脱敏工具+日志过滤规则
SYS-0607	与物流系统实时同步订单状态	IRS-LTS-002（3.5.1 接口需求）	通过 HTTP API 调用物流系统接口,遵循 IRS v1.2 规范

5.3 追踪性维护

为确保追踪关系的持续有效性，项目组建立了以下维护机制：

- 1. 需求变更时同步更新追踪关系，并在变更日志中记录调整原因；

2. 使用 JIRA 需求管理工具建立数字化的追踪链路，每个需求卡片都标注对应的上级需求；

3. 在每个迭代周期的评审会议中，专项检查追踪矩阵的完整性，发现的缺口将作为技术债务记录。

5.4 未覆盖需求说明

目前有两个系统需求尚未完全实现：实时语音搜索功能(SYS-0601)因需要集成第三方语音识别 API，计划在 v2.0 版本实现；AR 图书预览功能(SYS-0702)由于涉及硬件支持需求，已列入远期规划。这两个需求的延期实现已获得项目干系人的认可。

6 尚未解决的问题

6.1 功能需求相关的问题

(1) 实时语音搜索功能（SYS-0601）

问题描述：系统需求中要求支持通过语音输入进行图书搜索，但当前版本未实现该功能。

原因：该功能依赖第三方语音识别 API（如阿里云语音识别或百度语音技术），集成和测试需要额外开发周期。

解决计划：计划在 v2.0 版本中引入语音搜索模块，并优先评估 API 的性能与成本。

(2) AR 图书预览（SYS-0702）

问题描述：系统需求中提到支持 AR（增强现实）方式预览图书内容，但当前版本未实现。

原因：AR 功能需要特定的硬件支持（如手机摄像头、AR SDK）和额外的 3D 建模资源，开发复杂度较高。

解决计划：列为远期规划，待核心功能稳定后，再评估技术可行性。

(3) 多支付渠道扩展

问题描述：当前仅支持微信支付和支付宝，但部分用户需求银联、PayPal 等支付方式。

原因：支付接口的合规性审核和测试需要额外时间。

解决计划：在 v1.2 版本中逐步扩展支付渠道，优先支持银联。

6.2 非功能需求相关的问题

(1) 极端高并发场景下的性能优化

问题描述：系统需求要求支持 5000 并发用户，但在压力测试中，当并发量

超过 3000 时，响应时间略有上升。

原因：数据库连接池和缓存策略仍需优化。

解决计划：在 v1.1 版本中引入 Redis 集群和连接池动态扩容机制。

(2) 全球化支持（多语言与多时区）

问题描述：当前仅支持中英文切换，但部分用户需求更全面的多语言支持（如法语、西班牙语）。

原因：翻译资源和本地化测试尚未完成。

解决计划：在 v1.3 版本中逐步增加语言选项，并优化时区处理逻辑。

(3) 无障碍访问（WCAG 2.1 AA 合规性）

问题描述：前端界面对屏幕阅读器等辅助工具的支持尚未完全符合 WCAG 标准。

原因：部分动态内容的 ARIA 标签未完善。

解决计划：在下一个迭代周期中修复可访问性问题，并通过自动化测试验证。

6.3 技术债务与待确认项

(1) 第三方服务依赖风险

问题描述：部分功能（如物流查询、支付）依赖外部 API，存在服务不可用或接口变更的风险。

缓解措施：已设计降级方案（如支付失败时切换备用通道），但需进一步测试容错机制。

(2) 遗留代码重构

问题描述：订单模块的部分代码存在冗余，不利于后续扩展。

解决计划：在 v1.2 版本中重构为微服务架构，提升可维护性。

(3) 待确认的需求细节

问题描述：用户行为分析模块的数据采集范围（如是否记录用户浏览历史）尚未与法务团队达成一致。

解决计划：需在项目评审会上确认隐私政策合规性。

6.4 问题跟踪与管理

所有未解决问题均已录入项目管理工具，并分配以下三种属性：

优先级：P0（阻塞性问题）、P1（高优先级）、P2（可延期）

责任人：明确开发、测试或产品团队的负责人

目标版本：标注计划解决的版本号（如 v1.2、v2.0）

项目组将通过双周例会跟踪问题状态，并在版本发布前重新评估未解决问题的风险。

7 注解

7.1 背景信息

本软件需求规格说明（SRS）针对“书海在线（BookOcean）网上书店系统”的研发项目编制，旨在明确系统的功能性需求、非功能性需求及约束条件。项目由学生团队开发，作为毕业设计实践，同时满足中小型书店的线上销售需求。文档遵循 GB/T-8567-2006 规范，结合敏捷开发特点进行裁剪。

7.2 术语与定义

术语	定义
CSCI	计算机软件配置项(Computer Software Configuration Item)，指系统中可独立管理的软件单元。
RBAC	基于角色的访问控制（Role-Based Access Control），通过角色分配权限的权限管理模型。
JWT	JSON Web Token，用于安全传输用户身份信息的开放标准（RFC 7519）。
AES-256	高级加密标准（256 位密钥），用于敏感数据加密的对称加密算法。
Elasticsearch	开源的分布式搜索引擎，支持全文检索和结构化查询。
WCAG 2.1 AA	网络内容可访问性指南 2.1 AA 级标准，确保残障用户可访问 Web 内容。

7.3 缩略语列表

缩略语	全称	说明
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口，用于系统间交互。
CDN	Content Delivery Network	内容分发网络，加速静态资源访问。

缩略语	全称	说明
GDPR	General Data Protection Regulation	通用数据保护条例，欧盟数据隐私法规。
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	加密的 HTTP 协议，保障数据传输安全。
OWASP	Open Web Application Security Project	开放 Web 应用安全项目，提供安全标准与工具。
PCI DSS	Payment Card Industry Data Security Standard	支付卡行业数据安全标准，规范支付交易处理。

7.4 关键原理说明

- 协同过滤推荐算法：通过分析用户行为数据计算书籍相似度，基于余弦相似度公式生成推荐结果。
- 库存超卖控制：采用 Redis 缓存预扣库存+数据库事务的混合机制，确保库存一致性。
- 支付超时处理：基于 Redis 键过期事件自动取消未支付订单，释放库存资源。

7.5 文档使用说明

- 需求标识符：需求 ID 格式为 REQ-XXX（功能需求）、SYS-XXX（系统需求）或 IRS-XXX（接口需求）。
- 符号约定：数学符号（如 \forall 、 \exists ）和逻辑运算符（如 \wedge 、 \vee ）的含义见 3.3.3 节。

7.6 参考文献

- (1) 《GB/T 8567-2006 计算机软件文档编制规范》
- (2) 《掌握需求过程（第 3 版）》
- (3) OWASP Top 10 2023 版