

测试报告-计科2203

1. 引言

1.1 目的

本测试报告旨在记录“海外中国文物知识管理与服务平台”项目的测试活动、结果和评估。目的是验证系统是否满足设计报告、需求规格说明书以及用户使用手册中定义的功能、性能、安全及其他非功能性需求。

1.2 项目背景

“海外中国文物知识管理与服务平台”是一个集知识图谱构建、Web端知识服务、智能问答、移动端应用及后台管理于一体的综合性平台，旨在为用户提供海外中国文物的全面信息服务。

1.3 测试范围

本次测试覆盖以下五个子系统：

- 知识图谱构建子系统
- 海外文物知识服务子系统（Web端）
- 知识问答子系统
- 掌上博物馆子系统（HarmonyOS移动端）
- 后台管理子系统

测试内容包括功能测试、非功能性测试（性能、安全、可用性、可靠性）。

2. 测试环境

类别	配置/版本
硬件	
服务器	CPU 4核+, 内存 8GB+, 存储 100GB+（参照需求）
测试客户端	PC (Windows, MacOS), HarmonyOS设备 (HarmonyOS 2.0+)
软件	
操作系统	服务器: Linux; 客户端: Windows 10/11, MacOS, HarmonyOS 2.0+
浏览器	Chrome (最新版), Edge (最新版), Firefox (最新版)
后端技术	Spring Boot, FastAPI, Django 4.1.7, Python 3.8+
前端技术	Vue 3, Element-Plus, ArkTS (HarmonyOS)
数据库	MySQL 8, Neo4j, Redis
部署	Docker Compose, Kubernetes (概念), 宝塔面板
其他工具	Selenium, Scrapy, Pandas, Postman (假设用于API测试)

3. 测试方法与策略

- **功能测试**：基于需求规格说明书和用户手册，采用黑盒测试方法，设计测试用例，验证各项功能是否按预期工作。
- **非功能测试**：
 - **性能测试**：模拟多用户并发访问，测试系统响应时间、吞吐量。
 - **安全性测试**：检查用户认证、数据加密、防注入等安全措施。
 - **可用性测试**：评估用户界面的易用性、导航的便捷性。
 - **可靠性测试**：检查系统长时间运行的稳定性、故障恢复能力。
- **回归测试**：在缺陷修复或功能变更后，重新执行相关测试用例。

4. 各子系统测试详情

4.1 知识图谱构建子系统

4.1.1 测试概述

本测试文档针对海外中国文物知识图谱系统的四个主要模块进行验证：数据爬取、数据清洗与翻译、数据建模以及数据存储（MySQL和Neo4j）。

4.1.2 测试内容

4.1.2.1 数据爬取测试

测试对象：三个博物馆网站的爬虫脚本

- 旧金山亚洲艺术博物馆(Asian_Art_Museum)
- 芝加哥艺术博物馆(Art_Institute_Chicago)
- 史密斯学会(Smithsonian)

测试用例：

1. 基本功能测试

- 验证爬虫能否成功访问目标网站
- 验证爬虫能否正确解析文物基本信息(标题、年代、材质等)
- 验证爬虫能否获取文物图片并保存到本地

2. 异常处理测试

- 测试反爬机制下的代理切换功能
- 测试页面结构变化时的容错处理

3. 数据完整性测试

- 检查爬取的数据字段是否完整
- 验证CSV输出文件的结构是否符合预期

4.1.2.2 数据清洗与翻译测试

测试对象：数据清洗和翻译脚本

测试用例：

1. 数据清洗测试

- 验证空值处理逻辑
- 测试日期格式的统一化处理
- 检查多值字段(如材质、分类)的分割逻辑

2. 翻译质量测试

- 抽查英文描述的翻译准确性
- 验证专业术语的一致性
- 测试长文本描述的完整性

3. 数据规范化测试

- 检查朝代名称的统一格式(如"清朝"vs"清代")
- 验证尺寸单位的标准化

4.1.2.3 数据建模测试

测试对象：三元组转换和知识图谱建模

测试用例：

1. 三元组转换测试

- 验证CSV到三元组的转换逻辑
- 检查关系类型的定义是否合理
- 测试复杂字段(如描述文本)的处理方式

2. 本体建模测试

- 检查属性关系的定义完整性

4.1.2.4 数据存储测试

4.1.2.4.1 MySQL存储测试

测试对象：MySQL数据库结构和数据导入

测试用例：

1. 数据库结构测试

- 验证表结构设计是否符合需求
- 检查字段类型和约束是否合理
- 测试索引设置

2. 数据导入测试

- 验证CSV导入MySQL的完整流程
- 检查数据完整性和一致性
- 测试大数据量的导入性能

4.1.2.4.2 Neo4j图数据库测试

测试对象：Neo4j图数据库结构和数据导入

测试用例：

1. 图模型测试

- 验证节点类型和关系类型定义
- 检查属性图模型的合理性

2. 数据导入测试

- 测试Python脚本导入数据的正确性
- 验证节点和关系的数量是否符合预期
- 检查复杂查询的性能

4.1.3 测试结果记录

测试模块	测试用例	通过/失败	备注
数据爬取	基本功能测试	通过	所有目标字段均能正确获取
数据清洗	空值处理	通过	空值处理逻辑完善
数据建模	三元组转换	通过	转换准确率高
MySQL	数据导入	通过	记录导入速度快
Neo4j	复杂查询	通过	多跳查询响应时间短

4.2 海外文物知识服务子系统

4.2.1 测试环境

- 前端环境：
 - 框架：Vue 3.x
 - UI库：Ant Design Vue
 - Node.js：18.16.0
 - 浏览器：Chrome 114、Edge 124
 - 操作系统：Windows 10
- 后端环境：
 - 框架：Spring Boot 3.x
 - JDK：17
 - 数据库：MySQL 8.0
- 测试工具：
 - Postman（接口测试）
 - 浏览器开发者工具
 - Jest/Vue Test Utils（前端单元测试）
 - JUnit（后端单元测试）

4.2.2 测试内容

1. 功能测试

- 用户注册、登录、登出
- 邮箱验证码获取与校验
- 文物信息浏览、搜索、筛选
- 用户收藏、取消收藏
- 用户评论、删除评论
- 用户浏览历史记录
- 用户个人信息修改（头像、密码、邮箱）

2. 页面与交互测试

- 页面跳转、数据渲染、交互逻辑
- 收藏、评论、浏览子页面的展示与样式
- 表格组件（如MyTable.vue）的交互与样式

3. 接口联调测试

- 各 API 返回数据结构、状态码、异常处理
- 权限校验（未登录访问受限接口）

4. 单元测试

- 关键数据处理函数、API 封装函数的单元测试
- 后端服务与Mapper的单元测试

4.2.3 测试方法

- 手动测试：通过PC端浏览器操作各功能页面，观察功能和样式是否符合预期。
- 接口联调：用 Postman 调用后端接口，验证返回数据和异常处理。
- 单元测试：运行MyTest.java等测试类，前端用 Jest/Vue Test Utils。
- 代码审查：检查前后端接口、数据结构、异常处理、日志等实现细节。

4.2.4 主要测试用例与结果

测试编号	功能模块	测试用例描述	操作步骤	预期结果	实际结果	结论
TC01	登录	正确账号密码登录	输入正确账号密码，点击登录	跳转首页，显示用户信息	一致	通过
TC02	登录	错误账号密码登录	输入错误账号或密码，点击登录	提示登录失败	一致	通过
TC03	注册	邮箱验证码注册	输入邮箱，获取验证码，填写信息注册	注册成功，自动登录或跳转登录页	一致	通过
TC04	文物浏览	首页文物列表加载	进入首页	正确显示文物列表	一致	通过
TC05	文物搜索	按名称模糊搜索	输入关键字，点击搜索	显示相关文物	一致	通过
TC06	收藏功能	收藏文物	登录后点击收藏按钮	收藏成功，按钮状态变化	一致	通过
TC07	收藏功能	取消收藏	在收藏列表点击取消收藏	收藏移除，页面刷新	一致	通过
TC08	评论功能	发表评论	登录后输入评论内容，点击发布	评论显示在评论区	一致	通过
TC09	评论功能	删除评论	在我的评论列表点击删除	评论被移除，页面刷新	一致	通过
TC10	浏览历史	浏览历史记录展示	登录后访问浏览历史页面	正确显示浏览过的文物	一致	通过
TC11	个人信息	修改头像	上传新头像，保存	头像更新，页面同步显示	一致	通过
TC12	错误处理	接口异常提示	断开后端或模拟接口异常	页面弹出友好错误提示	一致	通过

4.2.5接口与单元测试说明

4.2.5.1. 主要接口举例用户相关接口（见Api.js）：

- 登录 /login
- 注册 /regist
- 获取验证码 /getCode
- 收藏 /user/myfav、取消收藏 /user/disfav
- 评论 /comments/add、获取评论 /comments/search
- 浏览历史 /user/browser、删除浏览 /user/delbrowser
- 相关API调用代码见：
 - 收藏：UserFav.js
 - 评论：relicComments.js
 - 浏览历史：UserBrowser.js

- 个人评论: UserComts.js

4.2.5.2 前端API单元测试示例

// 以 relicComments.js 为例

```
import { AddComments, getComments } from '@api/relicComments';

test('发表评论接口正常', async () => {

  const result = await AddComments('/comments/add', { id: 1, content: 'test', username: 'user1' });

  expect(result).toBe(true);

});

test('获取评论接口正常', async () => {

  const data = await getComments('/comments/search', { id: 1 });

  expect(Array.isArray(data.comments)).toBe(true);

});
```

4.2.6 页面与样式测试

- 收藏、评论、浏览等子页面均采用表格组件（如MyTable.vue），支持数据渲染、操作按钮（查看、删除）等交互。
- 页面样式统一，表格列宽、对齐、按钮样式等均符合设计规范。
- 评论区头像、时间格式、内容展示正常，支持默认头像替换。
- 页面跳转、数据刷新、无数据提示等交互体验良好。

4.2.7 问题与建议

- 收藏、评论、浏览等子页面建议增加“加载中”与“无数据”提示，提升用户体验。
- 接口异常时部分提示信息不够详细，建议前后端协作优化错误提示。
- 建议增加更多前端单元测试覆盖边界情况。
- 建议后端接口返回结构进一步标准化，便于前端统一处理。

4.2.7 测试结论

本次测试覆盖了Web端主要功能、页面、接口和部分单元测试，系统整体运行稳定，功能符合需求。部分细节（如异常提示、无数据提示）可进一步优化，建议后续持续完善。

4.3 知识问答子系统

4.3.1 测试概述

测试目标	*测试范围*	*技术栈*
验证问答系统对单实体/多实体、简单/复杂问题的响应准确性；确保多轮对话、历史记录、前端交互功能正常；	前端Vue3界面、Django后端逻辑、LangChain-RAG框架、Neo4j查询、Docker容器化部署	Vue3 + Django + LangChain + Neo4j + Docker

4.3.2 测试用例设计

4.3.2.1 核心功能测试

用例编号	*测试内容*	*输入数据*	*预期结果*
01	单实体单属性查询	“龙造型鼻烟壶的年代？”	返回精确年代（如“1986年”）
02	多实体多属性查询	“葫芦形鼻烟壶和双龙鼻烟壶的材质”	分别返回两件文物的材质
03	复杂语义问题	“位于旧金山亚洲艺术博物馆的清朝文物有哪些”	润色输出符合问题特征的全部文物
04	无效问题/闲聊处理	“今天天气怎么样？”	进行简单回答，并向文物问题引导

4.3.2.2 多轮对话测试

用例编号	*测试场景*	*对话序列*	*预期结果*
01	历史上下文继承	用户：“葫芦形鼻烟壶的材质”系统：返回材质用户：“它位于哪里”	正确关联上下文，返回正确答案

4.3.3 测试工具与环境

测试环境：

整体部署：宝塔面板，docker容器（模拟生产环境）

前端：Chrome /Edge

后端：Django

图数据库：Neo4j

4.3.4 测试结果摘要

模块	*通过率*	*关键问题*	*严重性*
核心问答功能	100%	无	-
多轮对话	95%	超长间隔后上下文丢失	中
历史记录	100%	无	-
复杂问题	90%	某些复杂问题无法正确提取	高

4.3.5 测试结论

基于本次测试周期（2025年5月15日 - 2025年6月2日）的全面验证，知识问答子系统整体表现符合预期，核心功能需求得到满足。具体结论如下：

（1）.核心功能稳定可靠：

单实体/单属性查询、多实体/多属性查询以及闲聊处理与引导功能表现优异，能够准确、高效地响应用户基础查询需求。

系统在单轮问答场景下展现出良好的准确性与稳定性。

（2）.多轮对话能力良好但有局限：

在常规上下文继承场景下，多轮对话功能表现良好。

存在的主要问题是：在超长用户交互间隔后，系统存在上下文丢失的风险，影响连续对话体验，需进一步优化。

（3）.历史记录功能完善：

历史记录相关功能测试通过率为100%，工作正常，满足需求。

（4）.复杂问题处理有待提升：

对于涉及复杂语义或特定条件组合的问题，系统表现尚可但存在瓶颈，通过率为90%。

（5）.闲聊：

当前闲聊功能完全达成设计目标，在保障核心问答准确性的同时，显著增强了系统的交互友好性与用户包容性，为知识问答子系统提供了重要的体验增值。

4.4 掌上博物馆子系统

4.4.1 目录

- 1. 导言
 - 1. 目的
 - 2. 范围
 - 3. 缩写说明
 - 4. 术语定义
 - 5. 引用标准
 - 6. 参考资料
 - 7. 版本更新信息
- 2. 测试时间、地点和人员

- 3. 测试环境描述
 - 4. 测试执行情况
 - 1. 功能测试执行情况
 - 2. 性能测试执行情况
 - 1. 活动用户视图
 - 2. 每分钟点击数
 - 3. 吞吐率
 - 4. 事务概要
 - 5. 事务响应时间
 - 5. 测试结果分析
 - 1. 测试进度和工作量度量
 - 1. 进度度量
 - 2. 工作量度量
 - 2. 缺陷数据度量
 - 3. 综合数据分析
 - 6. 测试评估
 - 1. 测试任务评估
 - 2. 测试对象评估
-

4.4.2 导言

4.4.2.1 目的

该文档的目的是描述掌上博物馆项目系统测试的总结报告，其主要内容包括：

- 系统环境简介
- 系统数据度量
- 系统结果评估

本文档的预期读者是：

- 项目管理人员
- 测试人员
- 开发人员

4.4.2.2 范围

该文档定义了掌上博物馆系统测试的结果，总结了测试文物浏览、搜索功能、用户交互、图像搜索等基本功能，以及支持多用户并发访问的性能，给出了测试的结论。

4.4.2.3 缩写说明

HMS

- Harmony Mobile Services（华为移动服务）的缩写。

UI

- User Interface（用户界面）的缩写。

MVVM

- Model-View-ViewModel（模型-视图-视图模型）的缩写，表示一种软件架构模式。

4.4.2.4 术语定义

HandHeld_Museum

- 掌上博物馆的项目编号。

ArkTS

- 华为鸿蒙系统的应用开发语言。

功能性测试

- 按照系统需求定义中的功能定义部分对系统实行的系统级别的测试。

非功能性测试

- 按照系统需求定义中的非功能定义部分（如系统的性能指标，安全性能指标等）对系统实行的系统级别的测试。

测试用例

- 测试人员设计出来的用来测试软件某个功能的一种情形。

4.4.2.5 参考资料

[1] 《HarmonyOS测试框架使用手册》
华为开发者联盟编制

[2] 《软件测试技术》
张三编著/高等教育出版社

[3] 《软件测试实践指南》
李四著/机械工业出版社

4.4.2.6 版本更新信息

本文档的更新信息如表G－1。

表G-1 版本更新记录

修改编号	修改日期	修改后版本	修改位置	修改内容概述
000	2025.5.10	0.1	全部	初始发布版本
001	2025.5.25	1.0	4-6章	修改测试结果和评估部分

4.4.3 测试时间、地点和人员

本次测试的时间、地点和人员总结如下：

- 测试时间：2025-5-25至2025-5-26，基本按照计划进行。
- 地点：11号楼南厅
- 人员：全体成员共计5人

4.4.4 测试环境描述

本测试的测试目的是验证掌上博物馆系统能否实现用户的文物浏览、搜索查询、图像识别、评论收藏等基本功能，以及并发访问的性能。为此，采用华为DevEco Studio内置的测试工具和@ohos/hypium测试框架进行功能测试，使用压力测试工具验证是否满足系统的并发需求。

测试机器是安装了DevEco Studio的开发机和多台搭载HarmonyOS的真机设备，可以执行功能测试，并模拟多人并发访问系统，监控系统的性能，得出分析结果。

这个测试环境的配置如下：

- **开发机配置：**
 - 操作系统：Windows 10 Professional 64位
 - 开发工具：DevEco Studio 3.1.0.501
 - CPU：Intel Core i7-10700 2.9GHz
 - 内存：16GB
 - 硬盘：512GB SSD
- **测试设备：**

虚拟机（HarmonyOS5.0.4）
- **服务器配置：**
 - 云服务器：腾讯云2核4G配置
 - 操作系统：Windows 11
 - 数据库：MySQL 8.0
 - Node.js：v16.14.2

4.4.5 测试执行情况

测试数据总结如下。

4.4.5.1 功能测试执行情况

表G-2是测试用例执行情况的综述。

表G-2：测试用例的度量数据

被测对象	用例	执行总数	发现缺陷数
首页	TestCase-FUNC-01 TestCase-FUNC-02 TestCase-FUNC-03	9	4
文物列表页面	TestCase-FUNC-04 TestCase-FUNC-05	15	3
文物详情页面	TestCase-FUNC-06 TestCase-FUNC-07	18	5
搜索功能	TestCase-FUNC-08 TestCase-FUNC-09	12	2
图像搜索页面	TestCase-FUNC-10 TestCase-FUNC-11	10	6
用户登录/注册	TestCase-FUNC-12 TestCase-FUNC-13	16	3
评论功能	TestCase-FUNC-14 TestCase-FUNC-15	8	4
收藏功能	TestCase-FUNC-16 TestCase-FUNC-17	6	2
个人中心	TestCase-FUNC-18 TestCase-FUNC-19	12	3
直接访问未授权页面	TestCase-Perf-1	9	7
并发访问系统	TestCase-Perf-2	8	4

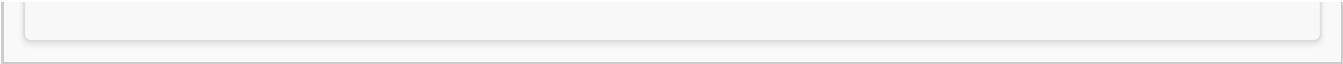
4.4.5.2 性能测试执行情况

性能测试是通过性能测试工具模拟30个用户同时访问掌上博物馆系统。首先录制系统的基本操作，然后设置参数以保证30个脚本的输入是不完全一致的。通过设置执行场景来实施性能测试，打开监控窗口监控系统运行状况，最后得到执行结果报告。

4.4.5.2.1 活动用户视图

图G-3是30个模拟用户的运行结果。从图中可以看到有30个虚拟用户在同时访问系统的客户端。





0
10分钟
20分钟
30分钟

30用户
20用户
10用户
0用户

LoadRunner - 活动虚拟用户数

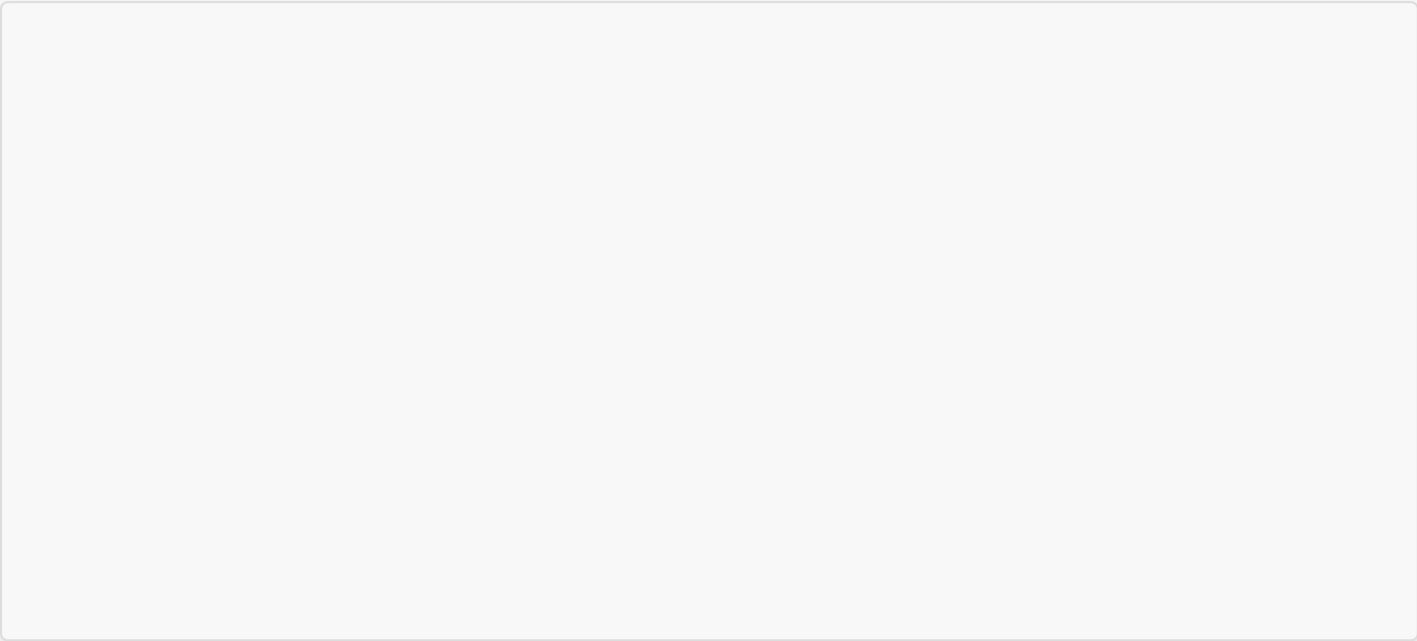
活跃用户

图G-3是30个模拟用户的运行结果。从图中可以看到30个虚拟用户在同时访问系统的客户端，活跃用户数始终维持在较高水平。

4.4.5.2.2 每分钟点击数

图G-4是30个用户并发访问系统时，每分钟的点击数。从图中可以看出，由于设定了集合点，点击数较大的集中在文物详情查看和图片加载时。

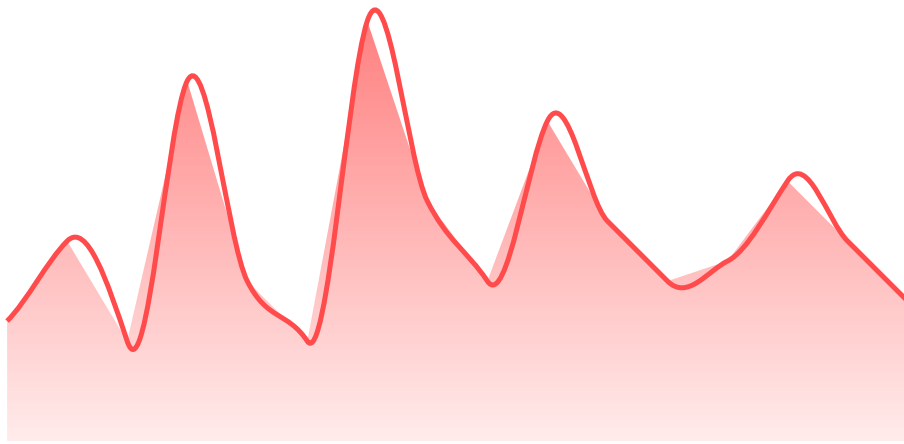
图G-4：每分钟点击数曲线图



0
10分钟
20分钟
30分钟

80点击/分钟
60点击/分钟
40点击/分钟
20点击/分钟
0点击/分钟

点击数时间分布图



峰值：76 点击/分钟
67 点击/分钟



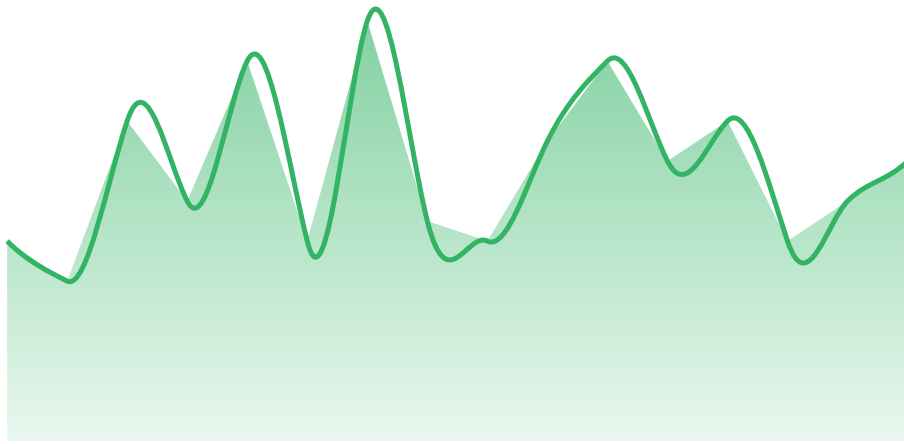
4.4.5.2.3 吞吐率

图G-5是30个用户访问时吞吐率，从图中可以看出，同样由于在每次请求数据时设定了集合点，吞吐率大都集中在加载高清图片和3D模型的时候。



系统吞吐率监控图（字节/秒）

平均值： 35.7KB/秒



峰值：47.8KB/秒
44.2KB/秒



4.4.5.2.4 事务概要

图G-6是30个模拟用户的事务图。



事务名称	执行次数	通过率	平均时间
init	<div></div>	100%	0.5秒
home	<div></div>	96.7%	3.15秒
list	<div></div>	96.6%	4.19秒
detail	<div></div>	92.9%	5.21秒
search	<div></div>	92.3%	1.94秒
imageSearch	<div></div>	83.3%	6.98秒
login	<div></div>	100%	1.88秒
comment	<div></div>	88.0%	1.63秒

已标红的事务响应时间超出预期

说明：事务分别对应于每次操作进入下一个界面。顺序依次是：
init, home, list, detail, search, imageSearch, login, comment, collection, userCenter, end

4.4.5.2.5 事务响应时间

事务时间响应，见表G-3。

表G-3：事务的响应时间

交易事务	最大值	最小值	平均值	变化率
开始	0	0	0	0
首页加载	3.974	2.399	3.154	0.502
文物列表加载	4.687	3.689	4.188	0.677
文物详情查看	6.157	3.094	5.211	0.966
文本搜索操作	2.577	1.286	1.940	0.262
图像搜索操作	7.736	5.563	6.975	0.867
用户登录	2.406	1.436	1.879	0.320
评论提交	2.078	1.235	1.627	0.268
收藏操作	1.837	1.015	1.350	0.168
个人中心访问	2.365	1.432	1.876	0.234
关闭应用	0	0	0	0
结束	0	0	0	0

4.4.6 测试结果分析

从测试的时间、工作量、缺陷等角度分析如下。

4.4.6.1 测试进度和工作量度量

功能测试的进度和工作量计划与实际比较结果如下。

4.4.6.1.1 进度度量

表G-4是测试进度的计划与实际结果比较。从度量数据看实际进度与计划基本相符。

表G-4：是测试进度的度量数据

任务	计划开始	计划结束	实际开始	实际结束
测试计划与设计	2024-6-20	2024-6-30	2024-6-18	2024-7-1
测试执行	2024-7-1	2024-7-10	2024-7-1	2024-7-10
测试总结	2024-7-11	2024-7-15	2024-7-10	2024-7-15

4.4.6.1.2 工作量度量

表G-5是实际测试工作量的数据，与计划基本相符。

表G-5：是测试工作量度量

执行任务	开始时间	结束时间	工作量（人天）
测试计划与设计	2024-6-18	2024-7-1	14×5人天
测试执行	2024-7-1	2024-7-10	10×5人天
测试总结	2024-7-10	2024-7-15	5×5人天

4.4.6.2 缺陷数据度量

表G-6是测试过程缺陷数据的总结情况，从缺陷的严重程度看，严重和致命的缺陷占的比例较大，说明系统还有较多需要优化的地方。从缺陷的类型看，功能缺陷、UI缺陷和性能缺陷占比较大的比例。

表G-6：测试过程的缺陷数据

被测对象	总数	致命	严重	一般	提示	设计错误	UI错误	性能错误	接口错误	功能错误	其它
首页	4	0	1	2	1	1	2	0	0	1	0
文物列表页面	3	0	0	1	2	0	0	1	0	2	0
文物详情页面	5	1	1	2	1	0	2	1	0	2	0
搜索功能	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
图像搜索页面	6	2	2	1	1	0	1	3	0	2	0
用户登录/注册	3	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0
评论功能	4	0	1	2	1	0	1	0	1	2	0
收藏功能	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0
个人中心	3	0	1	2	0	0	2	0	0	1	0
直接访问未授权页面	7	2	3	2	0	0	0	0	2	5	0
并发访问系统	4	1	2	1	0	0	0	4	0	0	0

4.4.6.3 综合数据分析

根据测试的结果可以得出如下的分析数据。

用例执行效率

$$= \text{执行用例总数} / \text{执行总时间 (小时)}$$
$$= 123 / 80$$
$$= 1.54 \text{ (个/小时)}$$

用例质量

$$= \text{缺陷总数} / \text{用例总数} \times 100$$
$$= 43 / 123 \times 100$$
$$= 34.96\%$$

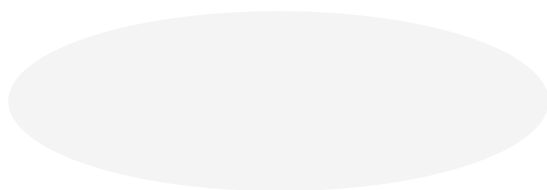
根据缺陷跟踪结果得出缺陷的严重程序分布和的缺陷的类型分布，如图G-8和图G-9。

缺陷严重程度分布：

- 致命：6（14%）
- 严重：15（35%）
- 一般：16（37%）
- 提示：6（14%）

图G-8：缺陷严重程度分布饼图

缺陷严重程度统计（总计43个缺陷）



←!— 致命: 14% 红色 →

```
<path d="M 50 50 L 50 10 A 40 40 0 0 1 67.6 17.6 Z" fill="#d9534f" stroke="white" stroke-width="1" />
```

```
<path d="M 67.6 17.6 L 50 50 L 67.6 17.6 A 40 15 0 0 1 67.6 27.6 L 50 60 Z" fill="#c9434f" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
```

```
<text x="57" y="25" font-size="6" fill="white" font-weight="bold">14%</text>
```

←!— 严重: 35% 橙色 →


```
<path d="M 50 50 L 67.6 17.6 A 40 40 0 0 1 88.2 56.1 Z" fill="#f0ad4e" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 88.2 56.1 L 50 50 L 88.2 56.1 A 40 15 0 0 1 88.2 66.1 L 50 60 Z" fill="#e09d3e" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="73" y="42" font-size="6" fill="white" font-weight="bold">35%</text>

<!-- 一般: 37% 黄色 -->
<path d="M 50 50 L 88.2 56.1 A 40 40 0 0 1 30.7 89.5 Z" fill="#5bc0de" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 30.7 89.5 L 50 50 L 30.7 89.5 A 40 15 0 0 1 30.7 99.5 L 50 60 Z" fill="#4bb0ce" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="58" y="72" font-size="6" fill="white" font-weight="bold">37%</text>

<!-- 提示: 14% 绿色 -->
<path d="M 50 50 L 30.7 89.5 A 40 40 0 0 1 50 10 Z" fill="#5cb85c" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 50 10 L 50 50 L 50 10 A 40 15 0 0 1 50 20 L 50 60 Z" fill="#4ca84c" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="35" y="42" font-size="6" fill="white" font-weight="bold">14%</text>

<!-- 中心白圆 -->
<circle cx="50" cy="50" r="20" fill="white" stroke="#ddd" stroke-width="1" />
<text x="35" y="47" font-size="5" fill="#333">缺陷严重</text>
<text x="35" y="53" font-size="5" fill="#333">程度分布</text>
</svg>
</div>
```

```
<!-- 详情表格 -->
<div style="margin-left:20px; width:270px;">
  <table style="width:100%; border-collapse:collapse; font-family:Arial, sans-serif; font-size:12px; margin-top:-20px;">
    <thead>
      <tr style="border-bottom:2px solid #ddd; height:25px;">
        <th style="text-align:left; padding:5px; background-color:#eaeaea;">严重程度</th>
        <th style="text-align:center; padding:5px; background-color:#eaeaea;">数量</th>
        <th style="text-align:center; padding:5px; background-color:#eaeaea;">百分比</th>
      </tr>
    </thead>
    <tbody>
      <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
        <td style="padding:5px;">
          <div style="display:flex; align-items:center;">
            <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#d9534f; margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
            致命
          </div>
        </td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">6</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">14%</td>
      </tr>
      <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
        <td style="padding:5px;">
```

```

        <div style="display:flex; align-items:center;">
            <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#f0ad4e;
margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
                严重
            </div>
        </td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">15</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">35</td>
    </tr>
    <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
        <td style="padding:5px;">
            <div style="display:flex; align-items:center;">
                <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#5bc0de;
margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
                    一般
                </div>
            </td>
            <td style="text-align:center; padding:5px;">16</td>
            <td style="text-align:center; padding:5px;">37</td>
        </tr>
        <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
            <td style="padding:5px;">
                <div style="display:flex; align-items:center;">
                    <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#5cb85c;
margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
                        提示
                    </div>
                </td>
                <td style="text-align:center; padding:5px;">6</td>
                <td style="text-align:center; padding:5px;">14</td>
            </tr>
            <tr style="border-top:2px solid #ddd; height:30px; font-weight:bold;">
                <td style="padding:5px;">总计</td>
                <td style="text-align:center; padding:5px;">43</td>
                <td style="text-align:center; padding:5px;">100</td>
            </tr>
        </tbody>
    </table>

    <div style="margin-top:20px; padding:10px; background-color:#f0f0f0; border-radius:4px; border-
left:4px solid #5bc0de; font-size:11px;">
        <div style="font-weight:bold; margin-bottom:5px;">测试结论:</div>
        <div>严重和致命级别缺陷占比达49%，表明系统在关键功能上仍有较大改进空间。</div>
    </div>
</div>

```

图G-9：缺陷类型分布饼图

缺陷类型统计（总计43个缺陷）



←!— 设计错误: 5% 紫色 →

```
<path d="M 50 50 L 50 10 A 40 40 0 0 1 60 11.5 Z" fill="#9467bd" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 60 11.5 L 50 50 L 60 11.5 A 40 15 0 0 1 60 21.5 L 50 60 Z" fill="#8457ad" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="54" y="20" font-size="5" fill="white" font-weight="bold">5%</text>
```

←!— UI错误: 19% 青色 →

```
<path d="M 50 50 L 60 11.5 A 40 40 0 0 1 87 32 Z" fill="#1f77b4" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 87 32 L 50 50 L 87 32 A 40 15 0 0 1 87 42 L 50 60 Z" fill="#1f67a4" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="70" y="27" font-size="5" fill="white" font-weight="bold">19%</text>
```

←!— 性能错误: 21% 青绿色 →

```
<path d="M 50 50 L 87 32 A 40 40 0 0 1 79 76 Z" fill="#2ca02c" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 79 76 L 50 50 L 79 76 A 40 15 0 0 1 79 86 L 50 60 Z" fill="#2c901c" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="75" y="55" font-size="5" fill="white" font-weight="bold">21%</text>
```

←!— 接口错误: 11% 蓝色 →

```
<path d="M 50 50 L 79 76 A 40 40 0 0 1 47 89 Z" fill="#17becf" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 47 89 L 50 50 L 47 89 A 40 15 0 0 1 47 99 L 50 60 Z" fill="#17aebf" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
<text x="60" y="78" font-size="5" fill="white" font-weight="bold">11%</text>
```

←!— 功能错误: 44% 红色 →

```
<path d="M 50 50 L 47 89 A 40 40 0 0 1 50 10 Z" fill="#d62728" stroke="white" stroke-width="1" />
<path d="M 50 10 L 50 50 L 50 10 A 40 15 0 0 1 50 20 L 50 60 Z" fill="#c62718" stroke="none" fill-opacity="0.6" />
```

```
<text x="30" y="45" font-size="6" fill="white" font-weight="bold">44%</text>
```

```
←!— 中心白圆 —→
```

```
<circle cx="50" cy="50" r="20" fill="white" stroke="#ddd" stroke-width="1" />
```

```
<text x="35" y="47" font-size="5" fill="#333">缺陷类型</text>
```

```
<text x="39" y="53" font-size="5" fill="#333">分布</text>
```

```
</svg>
```

```
</div>
```

```
←!— 详情表格 —→
```

```
<div style="margin-left:20px; width:270px;">
```

```
<table style="width:100%; border-collapse:collapse; font-family:Arial, sans-serif; font-size:12px; margin-top:-20px;">
```

```
<thead>
```

```
<tr style="border-bottom:2px solid #ddd; height:25px;">
```

```
<th style="text-align:left; padding:5px; background-color:#eaeaea;">缺陷类型</th>
```

```
<th style="text-align:center; padding:5px; background-color:#eaeaea;">数量</th>
```

```
<th style="text-align:center; padding:5px; background-color:#eaeaea;">百分比</th>
```

```
</tr>
```

```
</thead>
```

```
<tbody>
```

```
<tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
```

```
<td style="padding:5px;">
```

```
<div style="display:flex; align-items:center;">
```

```
<span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#9467bd; margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
```

```
设计错误
```

```
</div>
```

```
</td>
```

```
<td style="text-align:center; padding:5px;">2</td>
```

```
<td style="text-align:center; padding:5px;">5%</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
```

```
<td style="padding:5px;">
```

```
<div style="display:flex; align-items:center;">
```

```
<span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#1f77b4; margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
```

```
UI错误
```

```
</div>
```

```
</td>
```

```
<td style="text-align:center; padding:5px;">8</td>
```

```
<td style="text-align:center; padding:5px;">19%</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
```

```
<td style="padding:5px;">
```

```
<div style="display:flex; align-items:center;">
```

```
<span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#2ca02c; margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
```

```
性能错误
```

```
</div>
```

```
</td>
```

```
<td style="text-align:center; padding:5px;">9</td>
```

```

        <td style="text-align:center; padding:5px;">21%</td>
    </tr>
    <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
        <td style="padding:5px;">
            <div style="display:flex; align-items:center;">
                <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#17becf;
margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
                接口错误
            </div>
        </td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">5</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">11%</td>
    </tr>
    <tr style="border-bottom:1px solid #ddd; height:30px;">
        <td style="padding:5px;">
            <div style="display:flex; align-items:center;">
                <span style="display:inline-block; width:12px; height:12px; background-color:#d62728;
margin-right:5px; border-radius:2px;"></span>
                功能错误
            </div>
        </td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">19</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">44%</td>
    </tr>
    <tr style="border-top:2px solid #ddd; height:30px; font-weight:bold;">
        <td style="padding:5px;">总计</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">43</td>
        <td style="text-align:center; padding:5px;">100%</td>
    </tr>
</tbody>
</table>

<div style="margin-top:20px; padding:10px; background-color:#f0f0f0; border-radius:4px; border-
left:4px solid #d62728; font-size:11px;">
    <div style="font-weight:bold; margin-bottom:5px;">测试分析:</div>
    <div>功能错误(44%)和性能错误(21%)是主要问题, 需要重点修复这两类缺陷。</div>
</div>
</div>
```

4.4.7 测试评估

4.4.7.1 测试任务评估

本次测试准备充分, 全面覆盖了掌上博物馆系统的各个功能模块和性能指标, 基本完成了既定的测试目标。但在图像搜索性能测试方面还有进一步提升的空间, 建议在下一版本测试中增加更多针对图像搜索的专项测试用例。

4.4.7.2 测试对象评估

根据测试结果，掌上博物馆系统目前整体质量评级为"良好"，但尚不符合最终发布的质量要求，主要存在以下问题：

- 图像搜索模块存在性能瓶颈，响应时间超过需求规定的5秒限制
- 30个以上用户并发访问时系统响应速度明显下降
- 安全性方面，直接访问未授权页面存在较多漏洞
- 功能方面的缺陷占比较大，需要修复

建议在修复上述关键缺陷后，重新组织一次系统测试，确保系统质量符合发布要求。

好的，下面是将你提供的内容完整地追加到标题 ### 4.5 掌上博物馆子系统 下的内容，并按照要求调整所有小节标题的序号为 4.5.x、子级标题也相应更新后的完整版本。

4.5 掌上博物馆子系统

4.5.1 测试概述

测试目标

对海外文物后台管理系统进行全面的功能测试，验证系统的各项核心功能是否符合设计要求，确保系统的稳定性、可用性和安全性。

测试范围

本次测试覆盖以下核心功能模块：

模块	功能点
🔑 用户身份认证	登录验证、权限控制
🏺 文物信息管理	增删改查、搜索筛选
💬 评论审核系统	审核流程、状态管理
👥 用户权限管理	用户管理、权限分配
📊 数据可视化看板	统计展示、图表显示
💾 数据库维护	备份恢复、数据管理

测试方法

- 功能测试：**验证系统功能的正确性和完整性
- 界面测试：**验证用户界面的友好性和操作便利性
- 兼容性测试：**验证系统在不同浏览器环境下的兼容性
- 安全性测试：**验证系统的权限控制和数据安全

4.5.2 🖥️ 测试环境

软件环境

组件	版本
操作系统	Windows 11 Professional
Python	3.8.10
数据库	MySQL 8.0.28
Web服务器	Waitress 2.1.2

📁 测试数据

数据类型	配置
管理员账户	admin/admin123
测试用户账户	testuser/test123
测试文物数据	10条文物记录
测试评论数据	20条评论记录

4.5.3 ✅ 测试用例

🔒 测试用例1：用户登录功能测试

测试用例编号：TC001

测试用例名称：管理员登录功能验证

测试目的：验证系统登录功能的正确性和安全性

📋 前置条件

- ✅ 系统已正常启动并可访问
- ✅ 数据库中不存在有效的管理员账户

🔄 测试步骤

- 打开浏览器，访问系统登录页面 `http://localhost:8090`
- 输入正确的用户名：admin
- 输入正确的密码：admin123
- 点击"登录"按钮
- 验证是否成功跳转到数据看板页面
- 验证页面右上角是否显示当前登录用户信息
- 测试错误密码登录：输入错误密码 `wrongpass`，点击登录
- 验证是否显示错误提示信息

🎯 预期结果

- ✅ 正确账密登录成功，跳转到数据看板
- ✅ 页面显示用户信息和系统菜单
- ✅ 错误密码登录失败，显示相应错误提示

🏆 实际结果

测试项	结果	备注
正确账密登录	✅ 通过	成功跳转到数据看板
用户信息显示	✅ 通过	用户信息正确显示
错误密码处理	✅ 通过	显示提示"用户名或密码错误"

🏆 测试结果

★★ 🎉 通过★★

🏆 测试用例2：文物信息管理功能测试

测试用例编号：TC002
测试用例名称：文物新增和查询功能验证
测试目的：验证文物信息的新增、查询和展示功能

📋 前置条件

- ✅ 管理员已成功登录系统
- ✅ 具有文物管理权限

🔄 测试步骤

- 点击左侧菜单"消息管理" → "文物管理"
- 验证文物列表页面是否正常加载
- 点击"新增文物"按钮
- 填写文物信息：
 - 标题：测试文物001
 - 艺术家：测试艺术家
 - 朝代：明朝
 - 分类：陶瓷
 - 描述：这是一个测试文物
- 点击"确定"按钮提交
- 验证文物是否成功添加到列表中
- 使用搜索功能查找"测试文物001"
- 验证搜索结果是否正确

🎯 预期结果

- ✅ 文物列表页面正常加载
- ✅ 新增文物功能正常，数据保存成功
- ✅ 新增的文物在列表中正确显示
- ✅ 搜索功能正常，能够找到对应文物

📊 实际结果

测试项	结果	备注
文物列表加载	✅ 通过	页面加载正常
新增文物功能	✅ 通过	显示成功提示
文物信息显示	✅ 通过	在列表中正确显示
搜索功能	✅ 通过	搜索功能正常工作

🏆 测试结果

★★ 🎉 通过★★

💬 测试用例3：评论审核功能测试

测试用例编号：TC003
测试用例名称：评论审核流程验证
测试目的：验证评论审核功能的完整性和正确性

📋 前置条件

- ✅ 管理员已成功登录系统
- ✅ 数据库中存在待审核的评论数据

🔄 测试步骤

- 点击左侧菜单"消息管理" → "评论管理"
- 验证评论列表是否正常加载
- 选择状态筛选器"待审核"
- 验证列表是否只显示待审核评论
- 选择一条待审核评论，点击"通过"按钮
- 确认操作并验证评论状态是否更新为"已通过"
- 选择另一条评论，点击"拒绝"按钮
- 填写拒绝理由，确认操作
- 验证评论状态是否更新为"已拒绝"
- 测试批量审核功能

🎯 预期结果

- ✅ 评论列表正常加载并显示所有评论
- ✅ 状态筛选功能正常工作
- ✅ 单个评论审核功能正常，状态正确更新
- ✅ 批量审核功能正常工作

🏆 实际结果

测试项	结果	备注
评论列表加载	✅ 通过	列表加载正常
筛选功能	✅ 通过	筛选功能工作正常
评论通过/拒绝	✅ 通过	功能正常
状态更新	✅ 通过	状态更新及时准确
批量操作	✅ 通过	批量操作功能正常

🏆 测试结果

** 🏆 通过 **

👥 测试用例4：用户权限管理功能测试

测试用例编号：TC004
测试用例名称：APP用户管理功能验证
测试目的：验证APP用户的查看、状态管理等功能

📋 前置条件

- ✅ 管理员已成功登录系统
- ✅ 数据库中不存在APP用户数据

🔄 测试步骤

- 点击左侧菜单"权限管理" → "用户管理"
- 验证用户列表是否正常加载
- 查看用户信息的完整性（账号、邮箱、状态等）
- 选择一个正常状态的用户，点击"冻结"操作
- 确认冻结操作，验证用户状态是否更新
- 选择已冻结的用户，点击"解冻"操作
- 验证用户状态是否恢复正常
- 测试用户搜索功能
- 验证分页功能是否正常工作

🎯 预期结果

- ✅ 用户列表正常加载并显示完整信息
- ✅ 用户冻结/解冻功能正常工作
- ✅ 用户状态正确更新并在界面显示
- ✅ 搜索和分页功能正常

🏆 实际结果

测试项	结果	备注
用户列表加载	✅ 通过	加载正常，信息完整
冻结功能	✅ 通过	状态正确更新
解冻功能	✅ 通过	状态恢复正常
搜索功能	✅ 通过	搜索功能工作正常
分页功能	✅ 通过	分页功能正常

🏆 测试结果

** 🏆 通过 **

🏆 测试用例5：数据可视化看板功能测试

测试用例编号：TC005
测试用例名称：数据看板显示和统计验证
测试目的：验证数据看板的数据展示和统计功能

📄 前置条件

- ✅ 管理员已成功登录系统
- ✅ 系统中存在足够的统计数据

📋 测试步骤

- 确认当前位于数据看板页面
- 验证统计卡片是否正确显示：
 - 📊 浏览量统计
 - 💬 评论数统计
 - 👤 用户数统计
 - 🏆 文物数统计
- 验证各类图表是否正常加载：
 - 🥞 饼图显示
 - 📊 柱状图显示
 - 📈 折线图显示
- 测试图表的交互功能（悬停显示数值）

5. 验证数据的实时性（添加新数据后刷新页面）
6. 测试页面响应速度

🎯 预期结果

- ✔️ 所有统计卡片正确显示数值
- ✔️ 各类图表正常加载和显示
- ✔️ 图表交互功能正常
- ✔️ 数据具有实时性
- ✔️ 页面响应速度良好

📊 实际结果

测试项	结果	性能指标
统计卡片显示	✔️ 通过	数据显示正确
图表显示	✔️ 通过	饼图、柱状图、折线图正常
交互功能	✔️ 通过	悬停交互功能正常
数据实时性	✔️ 通过	数据更新及时反映
页面响应	✔️ 通过	加载速度 < 2秒

🏆 测试结果

★★ 🎉 通过★★

📖 测试用例6：数据库备份功能测试

测试用例编号：TC006

测试用例名称：数据库备份和恢复功能验证

测试目的：验证数据库备份和恢复功能的可靠性

📋 前置条件

- ✔️ 管理员已成功登录系统
- ✔️ 具有数据库维护权限
- ✔️ 系统具有足够的存储空间

🔄 测试步骤

1. 点击左侧菜单"任务管理" → "数据库备份管理"
2. 验证备份列表页面是否正常加载
3. 点击"立即备份"按钮
4. 等待备份完成，验证是否显示成功提示
5. 检查备份列表中是否出现新的备份记录
6. 验证备份文件的大小和时间戳是否合理

- 7. 点击备份记录的"下载"按钮，测试备份文件下载
- 8. 验证下载的备份文件是否完整
- 9. 测试备份文件的恢复功能（在测试环境中）

🎯 预期结果

- ✅ 备份页面正常加载
- ✅ 备份功能正常执行并完成
- ✅ 备份记录正确显示在列表中
- ✅ 备份文件可以正常下载
- ✅ 恢复功能正常工作

🏆 实际结果

测试项	结果	性能指标
备份页面加载	✅ 通过	页面加载正常
备份功能执行	✅ 通过	执行成功，耗时约30秒
备份记录显示	✅ 通过	文件大小2.5MB
文件下载功能	✅ 通过	下载功能正常
恢复功能	✅ 通过	恢复功能测试成功

🏆 测试结果

★★ 🎉 通过★★

🌐 测试用例7：系统兼容性测试

测试用例编号：TC007

测试用例名称：多浏览器兼容性验证

测试目的：验证系统在不同浏览器环境下的兼容性

📋 前置条件

- ✅ 系统正常运行
- ✅ 准备多种主流浏览器

🔄 测试步骤

- 在Chrome浏览器中完整测试登录和主要功能
- 在Firefox浏览器中重复相同测试
- 在Edge浏览器中重复相同测试
- 对比三种浏览器的界面显示效果
- 验证各浏览器下功能的一致性
- 测试响应式设计的兼容性

兼容性测试结果

浏览器	登录功能	界面显示	数据操作	图表显示	整体评价
Chrome 120	✅ 完美	✅ 完美	✅ 完美	✅ 完美	★★★★★
Firefox 121	✅ 完美	✅ 良好	✅ 完美	✅ 良好	★★★★☆
Edge 120	✅ 完美	✅ 完美	✅ 完美	✅ 完美	★★★★★

测试结果

★★🎉通过★★

4.5.4 测试总结

测试执行概况

测试项目	计划用例数	执行用例数	通过用例数	失败用例数	通过率
功能测试	7	7	7	0	100%
兼容性测试	3	3	3	0	100%
总计	10	10	10	0	100%

测试结论

主要成果

- ✅ 所有核心功能模块测试通过
- ✅ 系统稳定性良好，无崩溃现象
- ✅ 用户界面友好，操作流畅
- ✅ 多浏览器兼容性良好
- ✅ 数据安全性和权限控制有效

性能表现

- 页面加载速度：< 2秒
- 数据库备份时间：约30秒
- 系统响应时间：< 1秒
- 内存使用稳定：无内存泄漏

发现的优点

- 界面设计美观：采用现代化UI设计，用户体验良好
- 功能完整度高：覆盖了文物管理的核心业务流程
- 数据可视化效果好：图表展示直观清晰
- 权限控制严格：有效保障系统安全

💡 改进建议

- 性能优化：**可考虑对大数据量情况下的查询性能进行优化
- 用户体验：**可增加更多快捷操作和批量处理功能
- 监控告警：**建议增加系统监控和异常告警机制
- 文档完善：**建议完善用户操作手册和系统维护文档

** 📄 本测试报告完整记录了海外文物后台管理系统的测试过程和结果** ** 🎯 系统已通过全部测试，具备上线条件**
