

基于 J2EE 技术的实验室管理系统设计与实现策略研究

鲁艳红 熊科 唐芳丽 郑海伟 房华伟

广西中烟工业有限责任公司柳州卷烟厂, 广西 柳州 545000

[摘要]随着我国化工行业的不断发展, 实验室管理系统在现代科研以及生产领域发挥着重要作用, 系统不仅可以简化实验室资源的跟踪与管理, 还能增强实现项目的组织与监控, 从而提高研究过程的透明度以及保证数据完整性。为了加强对实验室的管理, 文章基于 J2EE 技术, 以柳州卷烟厂实验室综合管理系统设计为例, 分析了总体架构、接口、功能、性能以及出错处理的设计。

[关键词] J2EE 技术; 实验室管理系统; 设计策略

DOI: 10.33142/sca.v7i10.13645

中图分类号: TP31

文献标识码: A

Research on the Design and Implementation Strategy of Laboratory Management System Based on J2EE Technology

LU Yanhong, XIONG Ke, TANG Fangli, ZHENG Haiwei, FANG Huawei

Liuzhou Cigarette Factory of China Tobacco Guangxi Industry Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545000, China

Abstract: With the continuous development of Chinese chemical industry, laboratory management systems play an important role in modern scientific research and production fields. The system can not only simplify the tracking and management of laboratory resources, but also enhance the organization and monitoring of projects, thereby improving the transparency of the research process and ensuring data integrity. In order to strengthen the management of the laboratory, this article is based on J2EE technology and takes the design of the comprehensive management system for Liuzhou Cigarette Factory laboratory as an example to analyze the overall architecture, interfaces, functions, performance, and error handling design.

Keywords: J2EE technology; laboratory management system; design strategy

引言

实验室在各个领域中都发挥着重要作用, 可以为各种实验和研究项目提供必要支持。因此为了更高效地管理实验室资源、优化实验项目, 实验室管理系统必不可少, 通过该系统的应用, 可以进一步提高实验室管理效率, 从而保证科研以及生产活动安全、顺利进行, 同时也可以为相关决策提供有力支持。

1 J2EE 技术分析

1.1 技术概述

J2EE (Java 2 Platform, Enterprise Edition) 是一套用于构建企业级应用的规范和标准, 主要基于 Java 平台来提供丰富的服务、API 和协议。J2EE 的核心技术包括 Servlet、JSP、EJB 和 JDBC 等, 这些技术可以帮助开发人员创建高效、可扩展和跨平台的应用。

1.2 关键技术分析

J2EE 的核心技术主要包括 Servlet、JSP、EJB 和 JDBC。其中 Servlet 是 Java 平台上的 CGI 技术, 用于在服务器端动态生成 Web 页面、JSP 可以实现普通静态 HTML 和动态页面的混合输出, 允许开发人员在 HTML 页面中嵌入 Java 代码、EJB 提供了一套框架来开发分布式商务逻辑, 简化了具有可伸缩性和高复杂性的企业级应用的开发、JDBC 则可以为访问不同的数据库提供统一途径, 对数据

库的平台进行无关性访问^[1]。

2 实验室管理系统需求分析

实验室管理系统是专为实验室设计的信息系统, 旨在提高实验室的管理效率、优化资源配置、加强数据安全和质量控制。需求分析是系统开发前期的关键步骤, 涉及到对实验室的工作流程、管理需求、用户角色和权限、数据管理、系统安全性等方面的详细考察。一般情况下实验室管理系统需要具备用户管理、设备管理、实验项目管理、人员管理、安全管理以及数据管理等功能模块。同时还需要注重系统安全性以及数据保护。此外实验室管理系统的用户界面设计应简洁直观, 以提高用户体验和操作效率。系统应支持移动办公, 允许用户通过移动设备访问系统功能, 实现远程监控和管理, 以提高工作灵活性。

3 基于 J2EE 技术指导的实验室管理系统设计与实现

3.1 项目概述

柳州卷烟厂的质检业务区域含有 50 多台套检测仪器, 约 10 个左右牌号、单牌号辅材, 设计 130 多项检测指标以及 1500 余项试验损耗品, 成品抽检实验室、辅料入库物理指标检测实验室、化学指标检测实验室各自独立。其实验室综合管理系统需要集成 MES、ERP 等相关系统, 将检测、生产、出厂等环节连接, 实现自动化的采集、计算以及结果判定。

3.2 总体设计

3.2.1 总体架构

柳州卷烟厂实验室综合管理系统的整体架构主要由客户端层、Web层、业务逻辑层、数据库层、中间件层以及应用服务器构成，以此来实现与MES、ERP现有系统的在线集成。其中客户端层用于展示用户界面并接收用户输入。客户端通过HTTP协议与服务器通信，实现数据的交互。Web层包含Servlet和JSP页面，负责处理客户端请求，生成动态HTML内容，以及调用业务逻辑层的服务。业务逻辑层由EJB(Enterprise JavaBeans)组件构成，封装了系统的核心业务逻辑。EJBs运行在应用服务器上，提供事务管理、安全控制和资源池化等企业级服务。数据库层用于存储系统的持久化数据^[2]。中间件层包括各种服务和工具，如消息队列、集成框架和安全服务，它们支持分布式系统的构建和维护。应用服务器是J2EE平台的核心，提供执行环境，托管Web层和业务逻辑层，同时管理资源，并提供必要的服务。

3.2.2 功能需求

柳州卷烟厂实验室综合管理系统的主要是为了提高产品质量检测、监督管理的工作效率，增强产品质量稳定性，实现对生产过程以及检验过程的流程化、规范化管理。消除各个实验室之间的信息孤岛，及时发现质量问题并控制。在功能设计上，柳州卷烟厂实验室综合管理系统应包含工作事务台、检测业务过程管理、实验室资源管理、移动应用以及系统配置。其中工作事务台功能应包括接收代办、已办事项、任务进度监控、各项快捷功能以及数据统计分析。实验室资源管理应包括设备管理、标准物质管理、人员管理、文件管理以及试剂耗材管理。

3.2.3 检测流程设计

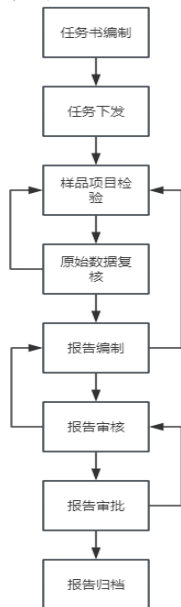


图1 检测流程图

根据检测业务需求编制任务书，并下达样品项目检验任务，经过原始数据复核，审核通过后进行报告编制，再次经过报告审核后进行审核，最后报告归档。其次在系统数据方面，通过仪器数据采集以及基础信息收集，进行样品检测管理，并由数据系统进行综合分析，最后上传到企业门户中的MES系统和ERP系统(图1)。其中基础信息管理可以为样品检测管理与实验室综合管理提供数据支撑。样品检测管理则负责卷烟、烟叶、材料、香精香料以及安全指标等各个方面的检测工作。

3.3 接口设计

3.3.1 内部接口

在内部接口的设计上，首先需要定义系统的服务层接口，这些接口将作为客户端和服务器之间通信的契约。服务层接口应该基于RESTful风格或者SOAP协议，并使用JSON或XML作为数据交换格式。接口设计应遵循高内聚低耦合的原则，确保每个接口只负责一组业务逻辑。其次内部接口设计必须包含安全性措施，以防止未授权的访问。可以使用HTTPS、OAuth或其他认证/授权机制。同时，在检测业务中，需要保证数据一致性，因此需要在服务层实现适当的事务控制策略^[3]。为了提高系统稳定性，可以在接口设计中考虑异常处理机制，以便在出现错误时能够返回有用的信息给客户端，并记录详细的日志用于故障排查。

3.3.2 外部接口

首先需要根据实验室管理系统的业务流程和功能需求来定义外部接口的类型和功能。这些接口包括数据查询、数据更新、用户认证、报告生成等。为了保证实验室综合管理系统的灵活性，并使其易于集成，应设计遵循REST原则的API。同时API应使用HTTP方法(GET, POST, PUT, DELETE)来表示CRUD操作，返回JSON或XML格式的数据。其次接口设计应该包含版本控制策略，以便在未来进行更改时不会破坏现有客户端的兼容性，避免实验检测数据丢失或无法正常使用。最后在部署之前，对每个接口进行彻底的测试，包括单元测试、集成测试和性能测试，以确保接口可以按预期工作。

3.4 功能模块设计

3.4.1 工作台

工作台的首页应包括检测管理、设备管理、耗材管理、文档管理、标准管理、体系管理以及数据管理几大功能模块，用户可以自由点击导航栏进行跳转。工作台首页右侧设计功能入口以及登录用户信息，工作台首页主体为具体功能模块内容。以检测管理为例(图2)，检测管理功能模块下设检测业务以及进度监控两个副模块。检测业务中包含所有在线委托内容以及具体信息，同时用户可以进行查看全部以及新建委托的操作，同时在模块下方可以查看委托结果，同时获取更多必要信息，例如任务编号、检验类型、样品类型等。在用户登录界面，包括修改与退出两个功能，帮助用户进行修改密码以及退出系统操作。工作台右上方设

置消息提醒模块，下方设计快捷功能入口，根据客户使用习惯，对经常用到的功能进行展示，提高系统便捷性。



图 2 检测管理首页示意图

3.4.2 检验业务管理

在检验业务管理功能设计中，需要建立统一标准库，对各种样品类型进行统一规定，部分样品检验项目如表 1 所示。将检测标准分为现行有效标准以及作废标准，并对标准编号、名称以及版本号做出统一标注，同时刷新产品标准状态，如待用标准、在用标准、历史标准以及失效标准。标准库建立的主要依据为国家标准、行业标准以及企业标准。其中企业标准可以在系统中进行新建、修改和删除。

表 1 部分样品检验项目表

序号	样品类型	项目分类	检验项目
1	卷烟	包装与卷制质量	重量、含水率等
2	卷烟	化学安全性指标	CO、TPM、总抽吸口数
3	烟丝	物理指标	水分、重量、结构
4	滤棒	化学安全性指标	邻苯二甲酸酯含量
5	卷烟纸	物理指标	外观、定量、透气度
6	烟用接装纸	物理指标	透气度、孔带宽度、同色色差
7	烟用内衬纸	化学安全性指标	溶剂残留、甲醛含量



图 3 移动端抽样业务列表

在检验业务中，抽样业务十分重要，需要由系统提供抽样任务拟制功能，从而帮助工作人员在线编制抽样任务、填写抽样信息、指定抽样人员等。然后抽样员就可以通过移动端(图 3)来登记抽样信息，并进行相应的抽样工作。系统主要提供移动端抽样信息显示功能，实现样品抽样信息的快速录入，从而提高工作效率。

3.4.3 实验室资源管理

实验室资源管理主要包括人员管理、设备管理、物资管理以及试剂耗材管理。在人员管理方面，作为核心组成部分之一。这个模块负责维护实验室工作人员的信息，包括基本资料、权限分配、考勤记录、培训情况等^[4]。首先要定义数据库表结构，用于存储人员的个人信息、联系方式、职位、部门等数据。同时，还需设计安全措施来保护这些敏感信息。然后根据实验室的实际操作流程，编写相应的 JavaBean 和 Servlet/EJB 组件来处理人员信息的增删改查、权限验证、考勤统计等业务逻辑。同时创建直观易用的用户界面，允许管理员方便地管理人员信息，并让普通用户能够查看自己的相关信息。最后人员管理系统需要与其他实验室管理系统模块(如设备管理、预约系统等)集成，以便实现数据共享和业务协同。

设备管理模块旨在帮助实验室管理员高效地管理实验室内的各类设备。系统需要具备设备信息登记、借用管理、归还管理、维修记录、设备状态监控等功能。通过 J2EE 的强大功能，系统能够处理并发用户请求，保证数据的一致性与安全性，并能够整合数据库管理系统，确保设备数据的持久存储与高效检索。首先在设备信息管理中，需要保证管理员可以添加、修改和删除设备信息，包括设备名称、型号、购买日期、使用状态等，确保设备信息的实时更新。同时系统允许用户在线申请借用设备，管理员可以审核借用申请，记录借用人信息、借用时间、预计归还时间等，避免借用设备的混乱。

3.5 性能设计与优化

在实验室管理系统设计中，性能设计与优化是确保系统能够高效、稳定运行的关键。首先数据库是存储实验数据和管理信息的核心部分。为了提高查询效率，应该采用适当的索引策略，合理设计表结构，以及实施分页加载来减少单次处理的数据量。此外，定期对数据库进行维护，如清理碎片和更新统计信息，也有助于保持良好的性能。其次随着用户数量的增加，服务器可能会面临过载的风险。通过实现负载均衡，可以将请求分配到多个服务器上，从而分散压力并提高系统的可用性。负载均衡器可以根据不同的策略(如轮询、最少连接数或响应时间)来分配请求。最后应完善缓存机制，显著减少数据库访问次数，提高系统响应速度。可以使用分布式缓存系统来缓存热点数据或利用 J2EE 自带的缓存 API 来缓存应用程序数据。

3.6 出错处理设计

3.6.1 出错信息收集

实验室综合管理系统的出错信息如表 2 所示。出错信息的收集是系统的主要工作环节,可以帮助用户或开发者快速定位和解决问题。在 J2EE 应用程序中,可以通过 try-catch 块捕获运行时错误,并记录详细的异常信息,包括错误类型、错误消息、堆栈跟踪以及发生错误时的上下文数据。或利用成熟的日志框架如 Log4j、SLF4J 等,来统一管理日志输出,允许开发者配置日志级别、输出格式和目的地。通过日志框架,可以将错误信息按照预定义的规则进行分类和存储,便于后续分析。最后在系统前端提供错误报告功能,允许用户在遇到问题时提交错误描述和截图等信息,这些用户反馈可以作为补充信息来帮助开发者更全面地理解问题。

表 2 实验室综合管理系统错误信息

错误	错误号	处理方式
URL 找不到	404	提示页面未找到
身份验证失败	401	提示验证失败
权限验证失败	403	提示权限不足
非法数据提交	500	提示非法数据
数据读取、保存失败	500	提示操作出错
Web 服务器错误	500	记录日志

3.6.2 补救措施设计

在出错补救方面,首先应构建一个统一的异常处理框架,保证该框架能够在系统的各个层面捕捉并处理异常。同时实施详尽的日志记录策略,记录系统的运行状态和错

误信息。还可部署监控工具来实时监控系统性能和异常活动。配置告警规则,在检测到潜在问题时及时通知系统管理员。最后还应完善数据备份与恢复功能,定期备份实验室管理系统的关键数据,并确保有可靠的数据恢复计划。在系统出错时,能够迅速恢复数据,减少数据丢失的风险。此外应定期对系统进行维护和更新,包括应用安全补丁和更新软件版本,以修复已知漏洞并提高系统的安全性。

4 结论

随着信息技术的不断进步,实验室管理系统正朝着更加智能化、高效化和安全化的方向发展。当前的实验室管理系统主要集成了资源管理、实验计划管理、实验过程管理、数据共享与分析、安全管理等功能模块,从而实现更加自动化的管理,同时数据处理能力和数据存储能力较强,可以为实验室的科研活动提供更多支持,为生产活动提供安全保障。

[参考文献]

- [1] 吴琼,李静.基于 RFID 技术的实验室资产管理系统设计[J].中国新通信,2024,26(12):41-43.
- [2] 洪毅英.探析计算机实验室管理系统设计应用[J].信息记录材料,2024,25(2):187-189.
- [3] 钮嘉颖,徐蓝青.实验室耗材管理信息系统的设计与开发[J].办公自动化,2023,28(24):50-52.
- [4] 李婉芬.开放实验室管理系统设计方案比较及探究[J].山西青年,2023(18):178-180.

作者简介:鲁艳红(1991.8—),女,广西中烟工业有限责任公司柳州卷烟厂,硕士研究生。