

基于 SpringBoot 微服务架构设计与实现实验室 开放课题管理系统

石雨昕¹, 关家兴^{2*}, 邹博华¹, 王夏阳¹, 秦乐²

(1. 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 西安悟空检测科技有限公司, 西安 710065)

摘要: 为解决开放课题申报逐年提升带来的工作量大幅增加、管理工作繁琐、材料重复、评审效率低等问题, 本文详细阐述和分析了开放课题管理过程中的各项需求, 基于面向课题管理体系要求建设了实验室开放课题管理系统。该系统基于 SpringBoot 微服务架构、B/S(Browser/Server) 体系结构、Java 语言研发, 能够完成课题需求上报、需求评审、需求遴选、课题申请收集、课题申请评审以及课题的立项、中期检查、成果管理、结题检查等流程的功能管理, 实现对实验室开放课题全生命周期的信息化管理。

关键词: 开放课题管理系统; 实验室; SpringBoot; B/S 架构; Java 语言

Design and implementation of laboratory open subject management system based on SpringBoot microservices architecture

SHI Yu-Xin¹, GUAN Jia-Xing^{2*}, ZOU Bo-Hua¹, WANG Xia-Yang¹, QIN Le²

(1. Exploration and Development Research Institute of China National Petroleum Corporation, Beijing 100083, China; 2. Xi'an Wukong Testing Technology Co., LTD., Xi'an 710065, China)

ABSTRACT: In order to solve the problems of significant increase in workload, cumbersome management work, duplication of materials and low review efficiency caused by the increase of open subject application year-by-year, this article elaborates and analyzes the various needs in the open project management process, based on the requirements of the project-oriented management system, and the laboratory open subject management system was constructed based on the requirements of subject management system. The system is developed based on SpringBoot microservice architecture, B/S(Browser/Server) architecture, and Java language development. It can complete project demand reporting, requirements review, requirements selection, project application collection, project application review, project project initiation, mid-term inspection results management, and final inspection, and realize the information management of the whole life cycle of laboratory open projects.

Key Words: open subject management; laboratory; SpringBoot; B/S architecture; Java language

0 引言

随着开放课题申报数量的逐年增加, 课题管理工作量大幅增加, 管理工作变的越来越繁琐, 同时, 当前的

课题管理工作还存在着诸如材料重复、评审效率低等问题和不足。这些问题给课题管理带来了一定的难度和压力, 且传统的课题管理还依赖于大量的 excel 文件及线下纸质文件进行, 管理效率较差, 过程及结果文件存储较

*通信作者: 关家兴, 工程师, 研究方向为实验室信息化管理。E-mail: guanjx@wukongjiance.com

*Corresponding author: GUAN Jia-Xing, Engineer, Xi'an Wukong Testing Technology Co., LTD., Xi'an 710065, China. E-mail: guanjx@wukongjiance.com

为不便。

为解决此类问题，在对当前开放课题管理工作弊端及需求进行分析后，开发设计了本系统。除提供需求上报、课题申请、评审、立项等课题管理流程中的功能外，还特别开发了独立于系统权限以外的课题申请评审子系统，用于院外专家在无账号情况下对分配的课题申请进行评审。本系统的应用可大大提升课题管理的效率，节省资源，加强信息可追溯性需。通过建立高效的管理流程和评审机制，促进开放课题申请、评审、立项等工作的规范化和科学化，提高科研院所科研工作的整体水平和国际竞争力。

1 系统架构

系统建设采用 Browser/Server(浏览器/服务器)架构设计，选择开放、业内主流的 JAVA 语言作为开发核心技术，基于 SpringBoot 下的 MVC 模型（M 是指业务模型，V 是指用户界面，C 则是控制器）的设计架构，采用 N 层的体系结构，同时以标准的数据库连接池接口规范自适应各种数据库（Oracle、MySQL、SQL Server 等）的适配，保证系统未来良好的可维护性及可扩展性。在系统架构设计中，引入基于组件的设计理念，将系统的每一个子模块都进行组件化，组件之间都是相互独立可分布式部署运行，并且通过 MQ（消息队列）技术实现子模块的数据交互。传统的 IOE 数据库面临数据库连接、数据库 IO、数据库变更等性能瓶颈，系统采用分布式的数据架构设计，结合结构化与非结构化相结合的方式实现数据的存储方式，使数据库支持高可用切换，应用服务器和数据库服务器可水平扩容，性能高，数据库变更和维护风险分散等优势^[1-3]。

系统采用分层结构开发和设计，将界面、业务流程、服务、数据分离，实现系统内部松耦合，以灵活、快速地响应业务变化对系统的需求^[4-6]。系统层次结构划分为信息资源层、信息存取层、业务服务层、业务流程层、展现层，各层次间通过直接调用或者通过 ESB(即企业服务总线)进行调用，实现系统功能。原则上信息资源层不允许信息存取层之外的层次对其进行调用，信息存取层不允许业务服务层之外的层次对其进行调用^[7-10]。各层的应用组件利用系统支撑服务框架所提供的基础服务实现系统公共设计、运行与管理机制，见图 1 分层架构图。

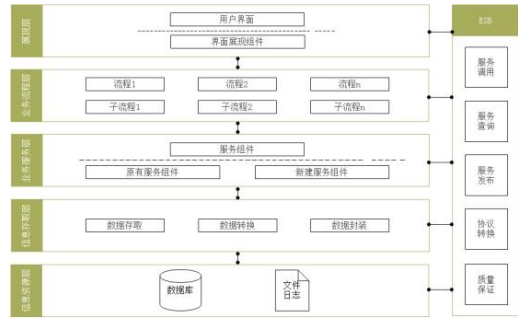


图 1 分层架构图

Fig.1 Layered Architecture Diagram

2 功能设计

系统主要分为前台客户端、后台管理系统以及课题申请评审子系统三端，其中前台客户端用于对外展示课题申请指南、结果公示文件，同时为院外人员提供账号注册、课题申请、消息通知、历史记录查询等功能；后台管理系统用于管理从需求方向上报至结题检查的课题全生命周期管理，提供实验室需求方向的上报、专家分派、评审、遴选、申请指南编制、课题立项、中期检查、成果管理、结题检查等功能；课题申请评审子系统用于院外专家参与课题申请评审工作，提供无账号式的课题申请评审功能，见图 2 开放课题管理系统功能架构。

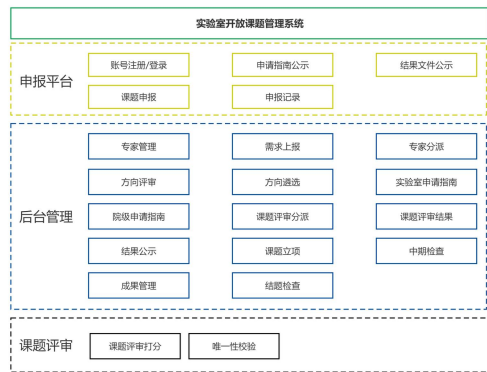


图 2 开放课题管理系统功能架构

Fig.2 Functional Architecture of Open Subject Management System

3 申报平台

- (1) 账号注册/登录：院外人员可通过手机号和校验码注册/登录；
- (2) 申请指南展示：实验室编制并发布的申请指南展示，可支持下载 PDF 文件或复制访问链接分享，分享次数系统将自动记录在后台；
- (3) 结果公示展示：实验室编制并发布的结果公示展示；

(4) 课题申请: 注册并登录后的账号可选择进行中的申请指南进行课题申请, 如申请指南中有多个方向, 可支持选择其中一个进行申请, 申请需填写课题名称、申请人、申请人所在单位、上传申请书、高级职称证明或推荐信证明、营业执照或法人证书, 其中申请人和申请人所在单位会自动记录在该账号下, 下次申请时可自动带入;

(5) 申请记录: 申请人可查看历史申请记录, 支持查看评审结果及下载申请时上传的资料文件。

3.1 后台管理

(1) 专家管理: 参与方向评审的专家库, 可维护姓名、联系方式、职称、分路等基本信息, 是方向评审选择专家时的数据来源;

(2) 需求上报: 实验室特定时段内的需求上报, 需填写需求方向名称、分路、预计费用、研究内容、考核指标、相关仪器设备、实验室联合负责人等信息, 可支持关联上一年度课题;

(3) 专家分派: 对上报的需求方向分派评审专家, 支持按分路自动归类, 支持按指定专家分派或按指定数量随机分派专家, 分派后可自动给评审专家发送短信通知;

(4) 方向评审: 专家对分派给自己的需求方向进行评审, 打分项及评分原则已结构化至系统中, 完成评审后可自动按总分由高到低排序并按预设模板生成专家打分表文件;

(5) 方向遴选: 需求评审结束后的需求方向遴选, 可从多个专家的打分中选择最终的有效得分, 可选择申请书截止的受理日期、资助课题执行年限以及选择方向遴选结果, 遴选完成后系统将按遴选结果自动分类并按实验室维度向下流转;

(6) 实验室申请指南: 实验室可在该环节生成申请指南, 支持单个需求分别生成或多个需求合并生成, 支持 DOC 和 PDF 格式的文件下载, 可定义发布通知的开始日期, 提交时系统将自动转为 PDF 文件发布至前台展示;

(7) 院级申请指南: 该环节可查看或下载已经发布的实验室指南, 支持查看浏览和分享数据, 同时可选择实验室指南转为院级指南, 支持单个实验室指南分别生成或多个实验室指南合并生成, 生成的院级指

南支持 DOC 和 PDF 格式的文件下载;

(8) 课题评审分派: 为入选且超过申请截止日期的课题申请分派评审专家, 考虑课题评审环节大部分为院外专家, 因此该环节分派专家时仅需确认评审专家数量即可, 分派后系统按需求方向维度生成评审链接, 链接中包含需求方向下的多个课题申请;

(9) 课题评审结果: 课题评审结束后可在该环节确定最终入选课题, 并确定入选课题类型;

(10) 结果公示: 入选课题确定后, 实验室可在该环节生成结果公示文件, 生成时可按单课题分别生成或将多课题合并生成, 生成后可定义联系人信息及公示天数、发布日期等信息, 提交后系统将自动生成 PDF 文件并发送至前台展示;

(11) 课题立项: 完成结果公示的课题可在该环节立项, 并完善相关信息及上传资料留档;

(12) 中期检查: 立项完成的课题可在该环节完成中期检查的信息完善及资料上传;

(13) 成果管理: 中期检查后的课题可在该环节完成成果管理的信息完善及资料上传;

(14) 结题检查: 成果管理后的课题可在该环节完成结题检查的信息完善及资料上传。

3.2 课题评审

(1) 评审登记: 课题评审专家可在该环节输入姓名和手机号登记具有唯一性的评审人信息;

(2) 评审打分: 登记完成后可对课题进行评审打分, 打分项、指标及分值可由管理员在后台维护。在该系统中, 以管理后台为核心承担管理课题全生命周期的功能, 以前台客户端为载体承担申请指南、结果公示的展示以及课题申请的入口, 以申请评审子系统为媒介串联院外评审专家。三端之间的交互和联动实现课题管理的全流程闭环。

4 数据库设计

依照系统功能, 设计多张数据库表^[1], 主要有 web 端登录人员表、附件表、专家表、课题评审专家打分表、实验室申请指南表、院级申请指南表、需求方向评审打分表、课题申请信息表、需求方向信息表等, 其中以课题申请信息表和需求方向信息表的部分字段为例, 如表 1 和表 2 所示。

表 1 课题申请信息表

Table 1 Topic application information form		
字段名称	数据类型	备注
topic_name	varchar(255)	课题名称
apply_user_name	varchar(64)	申请人
apply_unit	varchar(255)	申请人单位
buskey1	varchar(128)	申请书
buskey2	varchar(128)	职称证明
buskey3	varchar(128)	营业执照
apply_time	varchar(64)	申请时间
apply_user_id	varchar(32)	申请人 ID
result	varchar(64)	最终结果 (入选、落选、评审中)
score	varchar(32)	总平均分
review_status	varchar(32)	专家评审状态 (评审中、已完成)
apply_tel	varchar(64)	申请人电话
finish_number	varchar(11)	已评审专家
review_result	varchar(11)	评审结果 (入选、落选)

表 2 需求方向信息表

Table 2 Demand direction information form		
字段名称	数据类型	备注
req_lab_id	varchar(32)	申请指南 ID
content	varchar(255)	研究内容
standard	varchar(255)	考核指标
device	varchar(255)	相关仪器设备
manager	varchar(64)	联合负责人
is_topic	varchar(11)	是否接续上一年度课题
topic_name	varchar(255)	接续课题名称
topic_relation	varchar(255)	接续课题相关性
is_item	varchar(11)	是否关联公司重大项目
item_name	varchar(128)	关联项目名称
item_relation	varchar(255)	关联项目相关性
result	varchar(11)	遴选结果 (入选、落选)
avg_score	varchar(11)	总平均分
avg_score1	varchar(11)	选题打分
avg_score2	varchar(11)	研究内容打分
avg_score3	varchar(11)	预期成果打分
avg_score4	varchar(11)	考核指标打分
avg_score5	varchar(11)	其他指标打分

5 系统技术实现

开放课题管理系统使用 J2EE (企业级分布式应用程序开发) 平台作为核心开发技术。JAVA 平台具有强大的功能和非常高的综合程度, 定义了整个标准的应用开发体系结构和一个部署环境。在 J2EE (企业级分布式应用程序开发) 平台上开发企业级应用, 充分利用了 J2EE (企业级分布式应用程序开发) 技术规范在事务处理、远程访问、安全保护的优势, 保证了系统的效率、灵活性、扩展性。项目中采用的核心技术主要有: SpringBoot (软件开发框架)、Spring Mvc (软件开发框架)、Jwt (身份认证)、Redis (远程字典服务)、ActiveMQ (消息队列)、Quartz (定时任务)、MyBatis (持久层框架)、Alibaba Druid (阿里巴巴数据源)、Velocity (模板引擎)、PageOffice (在线编辑办公软件) 等。整体架构思想是基于微服务架构来实现整个系统的搭建, 具体架构可见图 3 系统软件架构图。

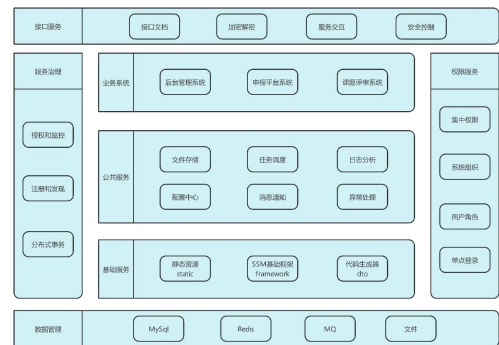


图 3 系统软件架构图

Fig. 3 System software architecture diagram

6 实现效果与分析

根据系统功能设计和数据库设计, 该系统整体工作流程如图 4 所示。

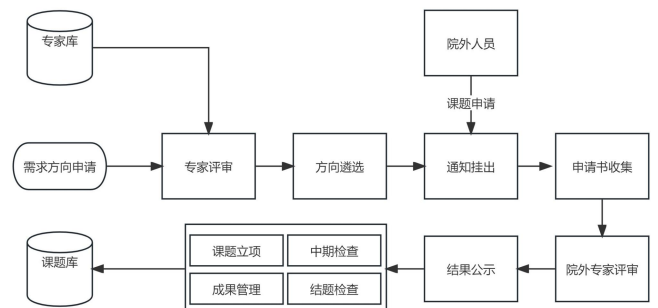


图 4 系统工作流程图

Fig.4 System workflow diagram

图 5 为实验室需求上报页面, 可填写需求方向的基本信息, 部分字段可通过选择完成, 选项支持在公共代码中进行配置, 同时也支持关联已立项的其他课题或集团公司重大项目, 实现接续课题的可追溯性。



图 5 实验室需求上报页面

Fig. 5 Laboratory demand reporting page

图 6 为方向评审页面, 方向评审采取盲审机制, 评审专家仅能看到需求上报的具体信息, 无法看到实验室信息, 可提高需求评审的公正性^[12-15]。评分原则分别对应每一项评分项, 便于评审专家查看。可一次评审多个需求, 完成评分的需求可折叠起来, 减少页面的阅读障碍。



图 6 方向评审页面

Fig.6 Direction review page

图 7 为申请指南展示页, 可对外公示查看, 支持访问链接分享和下载文件分享, 分享次数可统计至后台, 便于掌握需求方向的关注度。

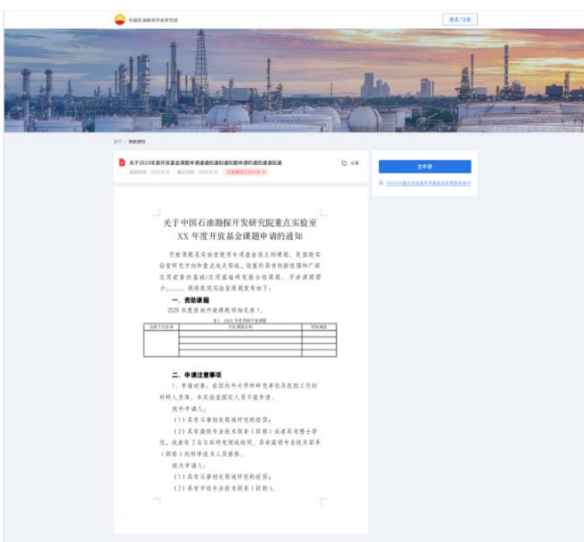


图 7 申请指南展示页

Fig. 7 Application guide display page

图 8 为课题申请页, 申请人可在该页面选择申请指南中可能存在的多个需求方向中的其中一个, 完善申请信息后即可完成申请, 申请人及所在单位信息在首次申请提交后会记录在该账号的个人中心, 后续再申请时可自动带入, 以提高操作的效率及便捷性。

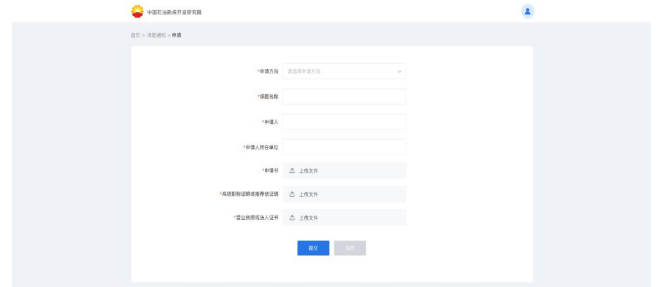


图 8 课题申请页

Fig.8 Topic application page

7 结束语

实验室开放课题管理系统充分利用了现代计算机网络及信息化技术, 打通课题管理流程中的各个环节, 可在线完成课题管理的全流程工作, 大大提升了课题管理效率, 减少了因本地文件丢失、纸质文件损坏、沟通成本高等原因造成的问题, 为课题管理工作带来了许多便利和优势。通过系统的建设和应用, 将使得课题管理工作变得更加高效、规范和科学化。

参考文献

[1] 李可伦, 脱金华, 张烁, 等. 国家重点实验室开放课题管理模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 040(003):133-135.

[2] 耿婧雅, 王健. 如何优化科研课题管理模式[J]. 科技创新导报, 2018, 15(18):173-174.

[3] 唐柱斌, 麻少秋. 基于 B/S 架构的高校科研课题管理系统设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2018, 014(024):78-80.

[4] 杜红军, 李巍, 赵永彬, 等. 基于 OpenStack 体系的云计算基础架构研究[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2018, 036(002): 213-217.

[5] 潘孝聪, 余朝军. 基于 springboot 的依赖管理与工具集成方法: CN202211603752.8[P]. CN115712456A[2023-12-06].

[6] 杨良志, 白琳, 汪志新, 等. 一种基于 springboot 框架的信息处理系统: CN202011384753.9[P]. CN112486461A[2023-12-06].

[7] 王森, 李东辉, 叶林, 等. 一种项目申报系统: CN202111356333.4 [P].CN202111356333.4[2023-12-06].

[8] 吴志宏, 张滔, 祝凯, 等. 项目化思维在创新课题研究管理中

- 的应用[J]. 企业改革与管理, 2021, 29(002): 50-51.
- [9] 胡志亮, 万祥虎, 胡传胜, 等. 一种基于 MVC 框架技术的业务数据管理系统及方法:CN202211365146.7[P].CN115907644A[2023-12-21].
- [10] 吴浩峰, 赵瑞萍, 杜建南. 一种基于 Java 的内存数据库内存快照存储方法.CN202211290074.4[2023-12-21].
- [11] 周鹏飞, 阳成娟, 朱远平. 厘清问题:课题申报论证的底层逻辑[J]. 教育科学论坛, 2023, (1): 33-35.
- [12] 陈琼, 陈秋霞, 朱容萱, 等. 科研课题申报实施精细化管理模式的探索与体会[J]. 中国卫生标准管理, 2023, 14(5): 59-63.
- [13] 黄志成, 柳先辉. 基于数据库表的微服务拆分方法[J]. 计算机科学, 2023, 50(S02): 424-430.

- [14] 欧阳宏基, 葛萌, 程海波. MyBatis 框架在数据持久层中的应用研究[J]. 微型电脑应用, 2023, 39(1): 73-75.
- [15] 杨春平, 杨乔, 向林, 等. 一种 Redis 跨区同步方法,系统,装置及存储介质. CN202211272948.3[2024-01-09].

(责任编辑: 吴华)

作者简介

石雨昕, 硕士, 工程师, 研究方向为实验室管理。

E-mail:89937364@qq.com

关家兴, 工程师, 研究方向为实验室信息化管理。

E-mail guanjx@wukongjiance.com