

燃煤锅炉烟气氨法脱硝实时监测系统

张涛, 贺蕾, 张彦

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:为监测火电厂锅炉烟气氨法脱硝过程中的氨气泄漏情况,利用 GSM, Internet 和 ZigBee 等多种技术,设计了一个集采集、报警、查询为一体的监测系统,实现了用无线传感器网络对氨法脱硝系统运行环境进行分布式液氨泄漏监测. 该系统能有效提高氨法脱硝现场的安全性,具有低功耗、低单位成本和组网灵活等优点.

关键词: ZigBee; 脱硝; 实时监测系统; 氨气泄漏; 燃煤锅炉烟气

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-476X.2014.03.022

Real-time monitoring system of denitration by using ammonia coal-fired boiler flue gas

ZHANG Tao, HE Lei, ZHANG Yan

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: To monitor the ammonia leak in the process of denitration by using ammonia in thermal power plant, a real-time monitoring system integrated collect data, send alarm signal and query information was proposed using some communication technologies such as GSM, Internet, ZigBee, etc. The wireless sensor network was used to implement distributed monitoring of ammonia leakage in the system of denitration by using ammonia. The system effectively improved the safety of the process of denitration by using ammonia. Moreover, it had some merits such as low power consumption, low cost and flexible networking, etc.

Key words: ZigBee; denitration; real-time monitoring system; ammonia leakage; coal-fired boiler flue gas

0 引言

目前,大型火电厂脱除锅炉烟气中氮氧化物(NO_x)所采用的方法主要是氨法脱硝,使氨和 NO_x 发生化学反应,生成 N_2 和 H_2O ,以达到降低环境污染的目的. 由于氨气属于危险性气体,一旦泄漏,会对环境造成污染,并对周围人群造成伤害. 因此,采用氨法脱硝的系统其运行安全不容忽视,为了保证氨法脱硝系统正常运行,需要对系统中发生的异常

情况及时响应,通常是采用氨气检测传感器对系统中氨气的浓度进行实时监测,为此需要设计一个具有多点监测、数据汇总分析和泄露报警等功能的运行环境监测系统.

ZigBee 是一种无线网络技术,是为监控、安全系统、建筑自动化等工程应用而设计的无线通信技术^[1]. 它能够在数千个微小的传感器之间进行通信、相互协调. 这些传感器使用很少的能量,以接力的方式通过无线通信将数据从一个传感器传到另

收稿日期:2013-12-25

基金项目:国家自然科学基金项目(61374014);河南省教育厅科学技术研究重点项目(12A510027)

作者简介:张涛(1979—),男,河南省信阳市人,郑州轻工业学院讲师,硕士,主要研究方向为智能传感技术.

一个传感器. 基于 ZigBee 技术的无线网络还具有自组织和自愈、功耗低、抗干扰性强、成本低、高安全性和高可靠性特点^[2]. 本文拟设计一种基于 ZigBee 技术的监测系统, 来实时监测燃煤锅炉烟气氨法脱硝系统的运行状态.

1 系统组成

基于 ZigBee 技术的氨法脱硝实时监测系统由监测节点、信息接收节点、监控查询系统等部分组成, 如图 1 所示.

其中, 监测节点以 CC430F5137 单片机为收发控制通信模块, 由电池提供工作电源, 可以灵活分布安装. 监测节点具有氨气浓度感知功能, 能将采集到的气体信号经过放大电路放大到合适大小, 经 A/D 转换后由无线微控制器进行处理. 当检测到一定浓度的氨气时发出控制信号, 通过该节点设备上的声光报警器发出报警信号, 同时采用 2.4 GHz 的无线频段发送报警信号给信息接收节点. 该监测节点还具有位置标识的功能, 当它与放置在室内的信息接收节点通信时, 能主动将自己的位置信息发送给信息接收节点.

信息接收节点通过 RS485 接口将监测节点发送过来的氨气浓度和位置等信息转发给监控中心, 然后由监控中心的控制台实时显示.

监控查询系统由在线数据库和查询服务器组成, 能够实时显示风机系统的信息. 用户可以通过

Internet 和 GSM 网络对相关的数据进行远程查询. 一旦监测到有异常情况发生, 工作人员可以及时采取相应的措施.

监测节点是整个系统的基础, 所有的监测节点与信息接收节点通过 ZigBee 技术组建成近距离无线网络. 监测节点不仅可以及时发出氨气泄漏报警信息, 还可以向监控中心发送运行报警信息, 既为现场工作人员的人身安全提供了保障, 又可以方便实施生产指挥与调度.

2 监测节点设计与仿真

2.1 硬件设计

监测节点由数据采集单元、处理与通信单元和供电单元等组成.

数据采集单元负责采集监测数据信息, 由传感器、运放、A/D 转换器组成. 本系统使用半导体型气体传感器 TGS - 2444, 该传感器体积小、耗电低, 响应时间 < 20 s. 信号的放大采用 ADS1110 芯片内部的可编程运算放大器, 并通过 ADS1110 芯片进行 A/D 转换.

处理与通信单元实现数据的存储、分析、处理和发送功能, 采用 TI 公司的 CC430F5137 单片机来实现. CC430 系列中集成了具有 RF 收发器的超低功耗 MCU 系统级芯片, 器件具有功能强大的 MSP430 的 16 位精简指令集 CPU, 16 位移寄存器,

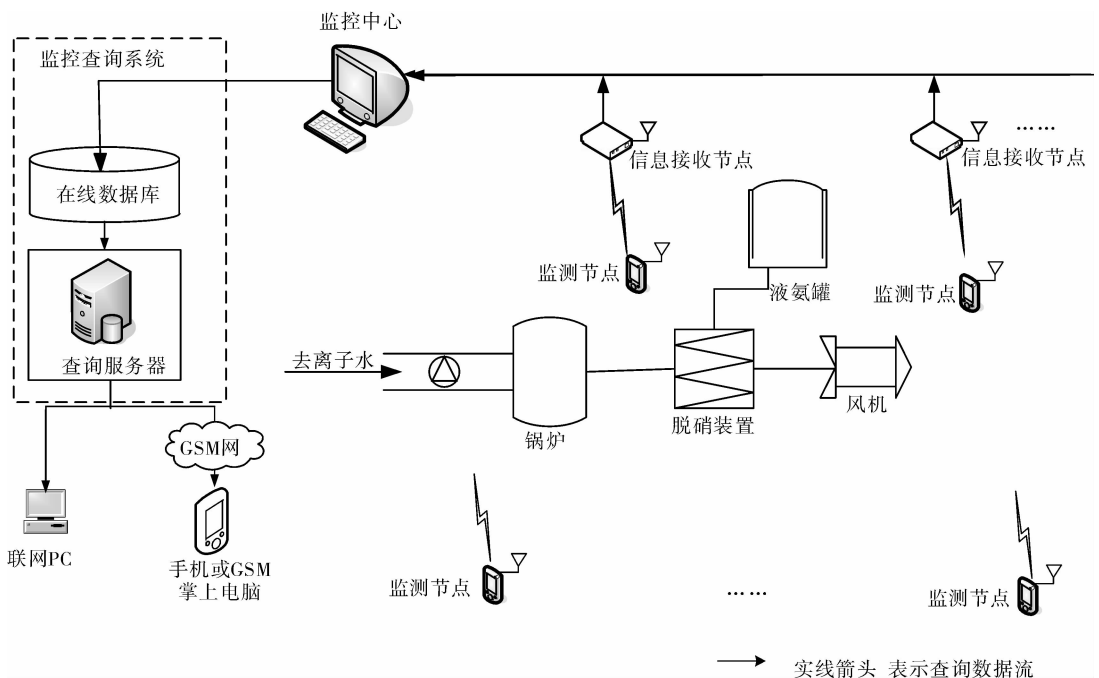


图 1 系统组成示意图

以及常数发生器,以得到最高的代码效率.工作电压 1.8~3.6 V,CPU 工作时的功耗 160 μA/MHz,具有低功耗、低成本的特点.

供电单元选取 2 节 5 号 AA 电池,为了延长节点设备的生存时间,在系统中还集成了升压直流转直流(DC/DC)芯片 NCP1400,通过该芯片的转换作用,即使电池电压下降至 1.6 V,工作电压为 2.7~3.6 V 的 CC430 单片机仍能正常工作.

2.2 软件设计

2.2.1 节点协议栈结构

监测节点和信息接收节点之间通过协议栈进行相互通信^[3],协议栈结构如图 2 所示.其中,媒体接入控制层和物理层采用 IEEE 802.15.4 协议标准,应用层和网络层采用 ZigBee 技术规范.媒体接入控制层为无线信道的访问提供 CSMA/CA 共享机制同时保证点到点或点到多点的通信链路的可靠性^[4];物理层提供无线信号的调制、发送和接收功能;应用层由应用支持层、ZigBee 设备对象、制造商所定义的应用对象以及用户应用程序组成;网络层完成一跳邻居设备的发现和相节点信息的存储,负责网络拓扑结构的建立和维护网络连接,同时实现设备之间的路由发现、路由维护和信息转发的功能.管理平台主要负责节点设备的能量、任务的管理,与各层协议都相关,按照功能可分为能量管理平台和任务管理平台.能量管理平台用于网络中节点能量的管理,任务管理平台用于调度协议栈任务和用户任务.

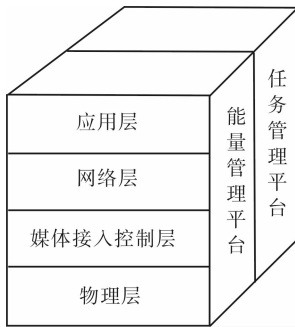


图 2 节点协议栈结构

本系统具有低功耗的特点,这是通过从节点硬件和协议栈 2 个方面降低系统能耗而实现的.从硬件方面分析,采用 16 位低功耗单片机 CC430F5137,降低了功耗和处理器的费用,该模块提供了内置的休眠计时器,休眠电流仅为 2.8 μA,通过加强调度机制、增加休眠时间降低了系统功耗.此外,传感器电源的供电电路设计对于传感器模块的能量消耗

也非常重要.TGS-2444 传感器具有较小的工作电流,可以采用微处理器的通用输入/输出 GPIO 口进行直接驱动,当使用传感器采集信息时,只需将 GPIO 口设置为输入方式,即可进一步减少传感器模块的能量消耗.从协议栈方面分析,每一层都要根据各层的功能和特点设计不同的节能策略.例如,网络层采用的路由协议不仅要选择能量消耗小的消息传输路径,而且要从整个网络的角度来考虑选择使用能耗均衡的路由^[5].

2.2.2 监测节点设备的程序流程

节点上电后,监测节点设备程序流程如图 3 所示,执行步骤如下:

- 1) 进行系统初始化,包括初始化 ZigBee 协议栈和初始化外围部件.
- 2) 协议管理系统引导程序通过调用初始化函数启动 ZigBee 协议栈,节点设备将作为协调器或监测节点启动.
- 3) 协议栈通过调用链接请求函数将网络事件反馈给应用程序,返回协议管理系统.
- 4) 如果与其他节点完成链接,协议管理系统通过调用任务创建函数加载用户任务,由任务管理器调用.
- 5) 如有中断请求执行中断处理函数,中断处理函数控制监测节点设备的声光报警器发出警报,同时将监测数据发送给消息接收节点设备.当消息队列中有 ZigBee 设备进行绑定、设备发现、服务发现等消息时,也调用相应中断处理函数做出响应^[6].

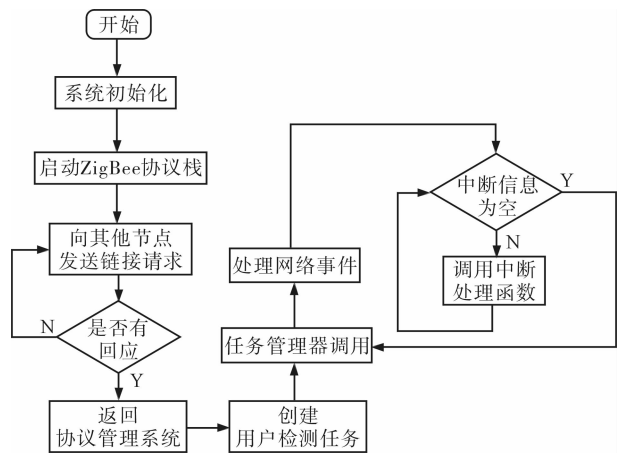


图 3 监测节点设备程序流程图

系统以固定数据格式传送数据,接收节点接收数据后按照固定格式对数据进行解析.

基于 SSH2 和 jQuery 的大学生校园 综合服务平台的设计与实现

赵晓君, 崔建涛, 邓璐娟, 陈浩然

(郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450001)

摘要:针对用传统方式开发的大学生校园综合服务平台难以维护和扩展、用户体验不够好等问题,提出一种以 MyEclipse 8.5 为开发工具,数据库为 MySQL,将 SSH2 和 jQuery 这 2 种框架整合应用于系统开发的方案.该方案视图层由 JSP 和 jQuery 框架实现,业务逻辑层由 Struts2 和 Spring 框架整合实现,数据持久层由 Hibernate 和 Spring 框架整合实现.实践证明,该方案提高了系统的开发效率,增强了系统的可维护性和可扩展性,提升了用户体验.

关键词: Struts2; Hibernate; Spring; jQuery; 校园综合服务平台

中图分类号: TP311 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-476X.2014.03.023

Design and implementation of integration service platform of college campus based on SSH2 and jQuery

ZHAO Xiao-jun, CUI Jian-tao, DENG Lu-juan, CHEN Hao-ran

(College of Software Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Aiming at the questions that the campus integrated service platform developing in traditional way was difficult to maintain, and extend and the user experience was not good enough, a developing scheme integrated SSH2 and jQuery was proposed using MyEclipse 8.5 as development tool and MySQL. In this scheme, view layer was implemented by the JSP and jQuery framework, business logic layer was implemented by Struts2 and Spring framework, data persistence layer was implemented by Hibernate and Spring Framework. The results showed that the scheme improved the efficiency of the system, enhanced the maintainability and scalability of the system and the user experience.

Key words: Struts2; Hibernate; Spring; jQuery; integration service platform of college campus

0 引言

如何培养出具有创新思维、动手能力强的大学生是社会共同关注的话题,据调查,大多数高校学生在大学 4 年期间课余时间多呆在宿舍,电脑成为

他们不可或缺的工具.因此,如何利用电脑让他们思维变得更加主动、激发他们的创造力成为一个亟待解决的重要问题.大学生校园综合服务平台能够通过网络解决这一问题.该平台使大学生可以在网上发表自己的想法,与其他同学进行交流,参加学

收稿日期: 2013-12-26

基金项目: 河南省科技攻关项目(142102210078);河南省教育厅科学技术研究重点项目(13A520358);国家级大学生创新实验项目(201210462038)

作者简介: 赵晓君(1979—),女,河南省南阳市人,郑州轻工业学院讲师,硕士,主要研究方向为计算机应用技术.

校社团以及校园内的其他各种活动,不仅能够激发学生们的创造力,使其在各种活动中得到锻炼,同时可以更好地服务学生,帮助学生解决各种问题。

目前,国内很多高校都在建设校园综合服务平台,有的重点高校已经建成.通过该平台,使校园内的教学信息、社团信息、校园活动信息、学生信息等能够得到共享,实现真正的数字化校园,促进学生之间更好地交流.该平台采用的技术主要有以Java为基础的JSP+Servlet+JavaBean、SSH框架开发,基于.NET平台的ASP.NET Web开发和基于PHP的Web开发等.但采用这些传统方式开发的大学生校园服务平台,用户体验不够好,而且系统难以维护,很难扩展新的功能,满足不了大学生不断增长的网路需求.本设计拟采用SSH2(Struts2+Spring+Hibernate)^[1-6]和jQuery^[7-8]2个框架整合实现,以期提高系统的可维护性和可扩展性,提升用户体验。

1 系统设计

1.1 系统主体功能

大学生校园综合服务平台的服务内容即是系统的主体功能,它包括:注册登录、个人信息管理、用户说说、用户日志、用户照片、校园格子铺、校园失物招领、校园招聘、校园投票问卷调查、校园社团等所有涉及学生在校园进行的活动。

1.2 功能模块划分

系统模块结构如图1所示。

注册登录模块包括快速注册、详细注册和登录功能;个人信息管理模块中,用户登录后可以修改自己的详细信息,上传自己的头像,还可以管理自己发表的说说、日志和照片;信息共享模块包括用户说说、用户日志、用户照片的发布和上传;中心广场模块包括校园格子铺、校园失物招领、校园招聘、校园投票问卷调查等;社团模块包括社团简介、社团公告、社团活动、社团管理、网上创建社团、申请加入社团等。

系统权限设计为:用户必须先注册,登录成功才能进入主页.系统用户分为普通用户、社团管理员、管理员和超级管理员,社团管理员拥有社团管理的权限,超级管理员和管理员均有权对社团申请进行审核,超级管理员有权对管理员进行管理。

1.3 系统框架结构

本系统使用MyEclipse 8.5作为开发工具,采用

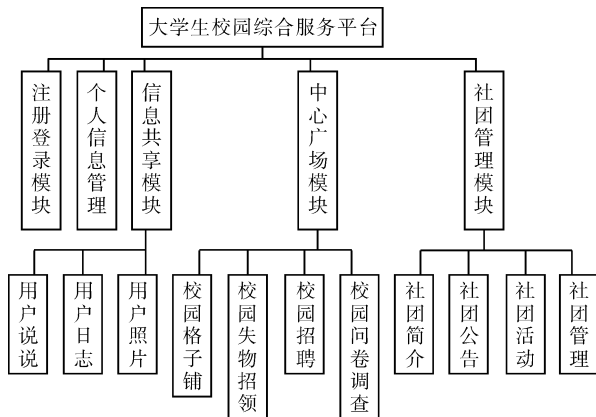


图1 系统模块结构图

SSH2集成框架实现,降低了模块间的耦合度,提高了代码的可重用性、可维护性和可扩展性.数据库采用MySQL,同时利用jQuery框架实现了后台数据到前台页面的无缝连接,做到了页面的局部更新,使得系统具有很好的用户体验。

系统分3层,即视图层、业务逻辑层和数据持久层.系统框架结构如图2所示.视图层采用JSP+jQuery实现,JSP用于获取用户的需求,jQuery用于实现和用户的异步交互;业务逻辑层由Spring和Struts2整合实现,Struts2根据用户请求调用相应Action控制器^[9],Action调用Service实现业务逻辑处理;数据持久层由Spring和Hibernate整合实现,Service调用DAO实现对数据库的操作,DAO通过调用Hibernate API对持久化对象进行操作,Hibernate将DAO对持久化对象的操作映射为对数据库中数据的操作,最终实现对数据库中数据的增删改查.其中,Spring负责创建管理业务逻辑层和数据持久层中所有的类对象。

在该系统中,对象的调用流程如图3所示。

2 系统实现

2.1 JSP和jQuery实现视图层

视图层使用jQuery主要实现注册时判断用户名是否已注册、生成验证码、上传头像和信息自动完成等功能.jQuery可以自动获取客户端信息,并向服务器发出异步请求,服务器端接收请求后,进行相应的处理,并将处理结果以响应的形式发给客户端,客户端接收到响应数据后,会调用相应的回调函数对响应数据进行处理,并使其显示在当前页面上.在整个过程中,用户无需等待。

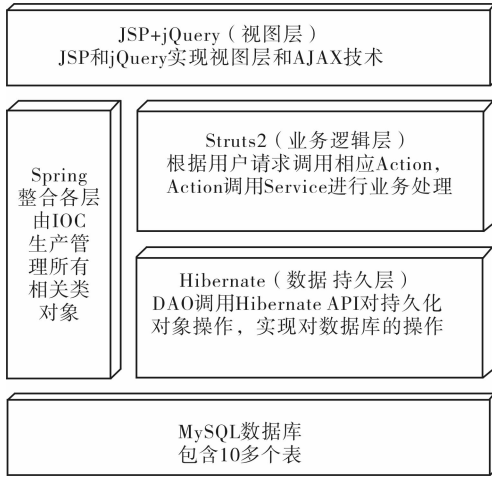


图2 系统框架结构图



图3 系统框架对象调用流程图

以注册时验证用户名是否已被注册为例:对输入用户名的文本框进行事件绑定,当鼠标从该文本框移出时,立即调用 verifyName() 函数,在该函数中,获取文本框中输入的用户名赋值给 username,向服务器发送异步请求,请求 verify.action 查询用户名 username 是否已被注册。

设置函数 callback(),用于处理服务器返回的数据.发送异步请求的代码为:

```
$.get("verify.action?user.username="+username,null,callback);
```

服务器接收到请求后,采用 SSH2 框架进行处理,查询数据库表 users 中是否存在此 username 的记录,并将处理结果返回给客户端.客户端接收到服务器的响应信息后,调用 callback() 函数进行处理,在该函数中,对服务器返回的数据进行判断,并将结果显示在当前页面上.callback() 函数部分代码如下:

```
function callback(data) {
    var $d = eval(data);
    if ($d) {
        $(".form_input_check").html("恭喜,该账号可用").css("color","green");
    } else {
        $(".form_input_check").html("该账号已存在,请直接登录!").css("color","red");
    }
}
```

2.2 Spring 和 Struts2 实现业务逻辑层

Struts2 实现了视图层和业务逻辑层的无缝连接,核心控制器 FileterDispatcher 获取用户请求后,根据配置文件 struts.xml 调用相应的 Action 业务控制器来处理请求. Action 业务控制器会调用相应的 Service 对象进行业务逻辑处理,Service 对象进行业务处理,并调用数据持久层的 DAO 对持久化对象操作以实现数据库的操作,然后将处理的结果返回给 Action,Action 再将结果返回.根据配置文件 struts.xml 和 Action 的返回结果决定将某个视图页面返回给用户,或者调用下一个 Action 业务控制器。

Spring 和 Struts2 整合之后,Action 业务控制器和 Service 对象都由 Spring 的 IOC 容器生成和管理,因此,Action 和 Service 作为 Bean 被配置在 ApplicationContext.xml 中.struts.xml 进行 Action 配置时 class 属性应为 ApplicationContext.xml 中相应 Action Bean 的 id.

以修改个人资料为例:用户在修改个人资料页面上修改自己信息,通过表单向服务器提交请求 userInfo_modify.action,服务器接收请求后,根据 struts_user.xml,找到 userInfo_modify.action 对应的 userAction 对象,调用其方法 userInfo_modify(),userAction 调用 userService 对象,userService 调用 userDAO 对象最终实现个人资料更新,并将处理结果逐级返回给 userAction 对象,userAction 对象再将结果返回,根据 struts_user.xml,当 userAction 返回结果为 success 时,调用下一个业务控制器 showmsg.action 显示更新后的个人资料.修改个人资料过程的时序图如图 4 所示。

上例中,userAction 对象、userService 对象和 userDAO 对象都由 Spring 的 IOC 容器生成,被配置在 ApplicationContext.xml 中,通过依赖注入,Spring 将 userDAO 注入到 userService 中,再将 userService 注入到 userAction 中.ApplicationContext.xml 部分代码如下:

```
<bean id="userAction" class="cn.edu.zzuli_home.action.UserAction" scope="prototype">
    <property name="userService" ref="userService"></property>
    <property name="sendMail" ref="send-
```

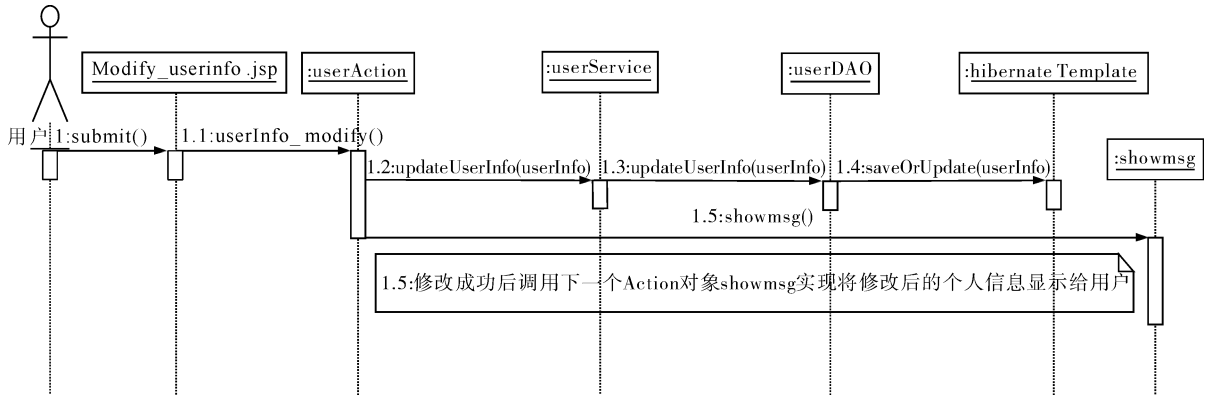


图4 修改个人资料过程时序图

```

Mail" > </property >
</bean >

```

struts_user.xml 部分代码如下:

```

< action name = " userInfo_modify " class = "
userAction " method = " userInfo_modify " >
< result name = " success " type = " redirectAc-
tion " > showmsg </ result >
</ action >

```

2.3 Spring 和 Hibernate 实现数据持久层^[10]

本系统数据库中有 17 个表,用来存储系统中所有数据信息;数据库连接采用连接池的方式,以提高数据库的使用效率。

Hibernate 将数据库中的表映射为相应的 POJO (plain object Java object) 和映射文件^[11],DAO 通过调用 Hibernate API 对持久化对象进行操作,Hibernate 将 DAO 对持久化对象的操作映射为对数据库中表的操作。

Spring 和 Hibernate 整合后,Hibernate API 对象、DAO 都由 Spring 的 IOC 容器生成和管理,Hibernate 不再有配置文件,Hibernate 的数据源信息、Hibernate API 对象、DAO 都被配置在 Spring 的配置文件 ApplicationContext.xml 中。

以修改个人资料为例:先将数据库中 userInfo 表映射为持久化类 UserInfo 和映射文件 UserInfo.hbm.xml,该表中存储用户的详细信息;在 userDAO 对象调用 hibernateTemplate 对象的方法 saveOrUpdate(userInfo),实现将持久化对象 userInfo 中数据更新到数据库表 userInfo 中对应记录。

这里 dataSource, sessionFactory, hibernateTemplate 等对象都是由 Spring 的 IOC 容器生成和管理,被配置在 ApplicationContext.xml 文件中,通过依赖

注入,dataSource 被注入到 sessionFactory 中,sessionFactory 被注入到 hibernateTemplate 中,hibernateTemplate 被注入到 userDAO 中。

ApplicationContext.xml 部分代码如下:

```

< ! -- apache. dbcp 连接池的配置 -- >
< bean id = " dataSource " class = " org. apache.
commons. dbcp. BasicDataSource "
destroy - method = " close " >
< property name = " driverClassName " value
= " com. mysql. jdbc. Driver " > </ property >
< property name = " url " value = " jdbc:
mysql://localhost:3306/zuzilihome
? useUnicode = true& characterEncod-
ing = UTF - 8 " > </ property >
< property name = " username " value = " root "
> </ property >
< property name = " password " value = " ad-
min " > </ property >
< ! -- 最大活动连接数 -- >
< property name = " maxActive " value = " 100 "
> </ property >
< ! -- 最大可空闲连接数 -- >
< property name = " maxIdle " value = " 30 " >
</ property >
</ bean >

```

3 结语

本文根据大学生校园综合服务平台系统的需求,将 SSH2 和 jQuery 这 2 个框架整合应用于系统的实现过程.该平台目前已经由河南省软件评测中心测试通过.实践证明,将 SSH2 和 jQuery 这 2 个框

架整合应用于系统开发中实现了用户请求的异步交互,解决了页面局部更新问题,提高了系统运行效率,增强了用户体验;实现了视图层、业务逻辑层和数据持久层的完全分离,所有的对象均由 Spring IOC 容器生成和管理,极大地降低了代码之间的耦合性,大大提高了系统的可维护性、可扩展性,最终提高了系统的开发效率。

参考文献:

- [1] 王宝龙,李子扬,李晓辉. 基于 SSH 框架和 DWR 技术的减灾卫星运行管理系统建设[J]. 计算机工程与设计,2010,31(23):5096.
- [2] 张志峰. Web 框架技术(Struts2 + Hibernate + Spring3) 教程[M]. 北京:清华大学出版社,2013:1-32.
- [3] 李雷孝,刘晓军,刘利民,等. 基于 SSH 整合框架的科研项目管理系统的设计与实现[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2012,33(1):210.
- [4] 张建军,刘虎,倪芳英,等. 基于 SSH 整合架构的研究与应用[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2012,35

(6):39.

- [5] 郭广军,朱昭君,王剑波. 基于 SSH 架构的课程作业与成绩管理系统[J]. 微电子学与计算机,2010,27(8):157.
- [6] 陈农心,凌财进. 基于 SSH2 的新型网上信访平台的设计与实现[J]. 制造业自动化,2011,33(3):175.
- [7] 陈峰敏,罗田,李颖智,等. Ajax 原理与系统开发[M]. 北京:清华大学出版社,2009:1-23.
- [8] 王芳,汪进,王家群,等. 基于 SSH 架构的风险监测系统的设计与实现[J]. 核科学与工程,2010,30(4):355.
- [9] 董卓亚. 基于 Struts2 Ajax 校验的资源管理系统槽位端口添加方案[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2013,28(4):86.
- [10] 冯润民. 基于 SSH 的高校学生管理系统设计与实现[J]. 计算机工程,2009,35(6):280.
- [11] 湛湘倩,狄文辉,孙冬. 基于 SSH 框架与 AJAX 技术的 Java Web 应用开发[J]. 计算机工程与设计,2009,30(10):2590.

(上接第 99 页)

2.3 仿真结果与分析

笔者模拟了不同氨气浓度情况下监测节点发送报警消息所需时间. 结果显示,当氨气浓度分别为 1%,2%,5%,10% 时,监测节点报警耗时分别为 436.6 μ s,424.4 μ s,433.0 μ s,417.0 μ s. 由此可见,监测节点能够快速发送数据,系统具有较好的实时性和安全性.

3 结语

本文设计了一种基于 ZigBee 技术的燃煤锅炉烟气氨法脱硝运行环境的实时监测系统,实现了对脱硝系统运行时氨气浓度实时监测的集成化和网络化,并能实现远程监测、智能化运行故障与运行状况的监测分析,具有完善的安全机制. 实验运行情况表明,该系统安全可靠,运行稳定,具有功耗低、成本低和组网灵活等特点,为电力安全生产提供了可靠的安全性和工作便利性,是一个可行的应

用方案.

参考文献:

- [1] 高守玮,吴灿阳. ZigBee 技术实践教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [2] IEEE Std 802.15.4 TM-2003 Part 15.4, Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) [S].
- [3] 张洁颖,孙懋珩,王侠. 基于 RSSI 和 LQI 的动态距离估计算法[J]. 电子测量技术,2007,30(2):142.
- [4] 刘强,崔莉,陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学,2010,37(6):1.
- [5] 金海,刘文超,韩建亭,等. 家庭物联网应用研究[J]. 电信科学,2010,26(2):10.
- [6] Bose I, Pal R. Auto-ID: Managing anything, anywhere, anytime in the supply chain [J]. Communication of the ACM,2005,48(8):100.