

# 建筑电气设备远程智能监控系统设计研究

吴川

(四川大学 华西医院, 成都 610041)

**摘要:** 随着互联网技术的发展, 先进传感技术、通信技术以及计算机技术广泛应用于智能建筑电气设备中, 从而加快了建筑电气监控系统的发展与应用; 为了更好地实现对建筑电气设备的远程监控, 对基本 B/S 模式和 C/S 模式的监控系统进行深入的研究, 采用了 L-N (Local-monitoring-Network) 总线, 同时结合 HTTP 协议、Ajax 以及 JSP 等关键技术和方法, 实现了跨越不同平台之间的远程 Web 建筑电气设备监控系统; 通过 Web 监控系统的 100 个用户权限测试可以看出, 系统具有实用性及可靠性, 正确率 100%, 监控系统的各个功能板块相互独立完整, 能够满足整体测试需求; 在利用 AB 工具进行测试的时候, 当前阶段数量达到 150 时, 系统仍能够正常完成登录测试; 经实际应用, 满足了用户能够远程利用浏览器实现对局域网中的所有的电气设备的运行情况进行现场实时的监控与调试。

**关键词:** 监控系统; 智能建筑; 远程监控; 电气设备

## Design and Implementation of Web-based Intelligent Building Electrical Monitoring System

Wu Chuan

(West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** With the development of Internet technology, advanced sensing technology, communication technology and computer technology are widely used in intelligent building electrical equipment, thus accelerating the development and application of building electrical monitoring system. In order to better realize the building electrical equipment remote monitoring, on the basis of B/S mode and C/S mode monitoring system of in-depth study, using the L-N (Local-monitoring-Network) bus, at the same time, combining with the HTTP protocol, key technologies and methods, such as Ajax and JSP, achieved across different platforms between remote Web building electrical equipment monitoring system, experimental test results show that the Web page of the monitor and control system of simple and easy operation, stable running and can satisfy the requirements of the users of building electrical equipment monitoring, through practical application, To meet the requirements of users can remotely use the browser to achieve all the electrical equipment in the LAN running conditions for on-site real-time monitoring and adjustment.

**Keywords:** monitoring system; smart buildings; remote monitoring; electrical equipment

## 0 引言

随着社会经济技术的发展, 对建筑电气设备的控制由传统的机械控制发展到如今的智能化控制, 对人们的生活的方式产生了很大的影响。在智能化控制建筑设备的发展过程中, 可以看到科技的进步, 近十年来, 国内的互联网的发展对促进科技的发展有了很大的促进作用, 但是国内的原创技术与西方仍然有很大的差距, 国家对科技的发展高度重视<sup>[1]</sup>。中国的每一个家庭几乎都接触到了互联网, 把大而繁重的局域网汇集为巨大的广域网, 这对整个社会的发展和人们生活方式带来了本质上的改变, 这主要是由于 B/S (Browser 浏览器/Server 服务器) 结构从而实现了 Web 监控系统的这种特性, 广泛应用于传统的电子商务以及信息发布系统领域, 现在新兴的领域如智能建筑、人工

智能等, 智能建筑常用的开发技术能够把建筑内的电气设备与监控网络层连接起来, 可以有效地实现沟通信息数据的聚集和共享<sup>[2]</sup>。社会上各个领域与互联系的联系越来越多, 这也给建筑工程师们带来了前所未有的基于, 即开发一个基于 B/S 组织架构的建筑电气设备监控体系平台, 因此建筑师的研究方向转为构建互联网的 Web 技术, 以发展迅速的互联网开发实现现场实时监控, 然后再利用互联网物联网连接, 就可实现远程对建筑电气设备的现场实时监控, 同时也能对建筑设施进行远程调控和维修<sup>[3]</sup>。

国内目前对基于 B/S 模式的研究已有了深入的研究应用, 但是这种模式应用的主要是对某个特定的监控对象, 并且 B/S 监控系统利用是数据库是 Web 数据库, 主要研究数据库的动态情况, 实际使用的环境也比较复杂, 需要融合其他的一些软件, 比如 ASP、OPC、JSP 等<sup>[4]</sup>。嵌入式 Web 最早应用仅仅利用 TCP 协议栈来实现网络连接功能, 利用 ADSL 进行数据的发布, 这种类型的 Web 浏览器对用户的硬件以及 CPU 内存的要求不高, 成本也较少<sup>[5]</sup>。目前

收稿日期: 2020-05-14; 修回日期: 2020-06-12。

作者简介: 吴川 (1989-), 男, 四川省成都市人, 大学本科, 助理工程师, 主要从事电气自动化方向的研究。

国内对嵌入式 Web 系统的开发主要研究方向是怎么样才能使 Web 监控系统更好地发布数据，监控目标利用单片机进行监控数字以及模拟量等相关的电气设备，主要应用于医疗、智能家居。目前国内的对于工业上的监控主要利用 C/S 模式 (Client 客户端/Server 服务器) 进行远程监控，使用 B/S 监控模式的系统不多，因此为了更好地实现工业上的 Web 监控，需要开发一个能够广泛使用的 Web 建筑电子设备监控系统。

## 1 建筑电气设备监控系统设计原理

### 1.1 C/S 监控和 B/S 监控模式

C/S 模式拥有 Client 客户和 Server 服务器两层架构<sup>[6]</sup>，在电脑上端可同时进行多用户运行的程序，Client 端可以利用 Socket 技术完成 Server 端的程序通过 Socket 和 Server 端的程序相互连接。C/S (Client 客户端/Server 服务器) 架构中，由于 Server 端的客户处理许多的逻辑处置以及界面的展示，因此在选择这一类型的架构时，处理大量信息的压力会迁移到 Server 端，Server 端就需要承受部分的压力，而在显示逻辑以及处理相应事务的过程中，Server 端需要参与处理，并且还须发送相应数据库来实现连续不断的数据，以完成项目的目标。C/S 监控模式经常会被在监控系统中的组态软件中使用，如果 Server 端想要实现监控功能，那么则需要在每一个 Server 端都安装组态软件，它这组软件不但需要提供客户与用户进行相互交互的界面，而且还须能处理数据计算等相应的功能，C/S 的模式如图 1 所示。

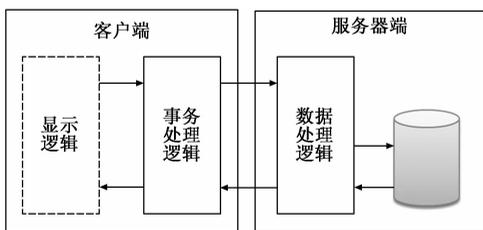


图 1 C/S 模式

B/S 模式即 Browser 浏览器/Server 服务器架构模式<sup>[7]</sup>，Browser 浏览器主要是指常用的 Web 浏览器，服务器的前端不参与事务逻辑的实现，主要在服务器端实现，Browser 客户端中的，Web 服务器端与数据库组成三层结构，利用 B/S 架构进行软件系统开发时，仅仅需要特定的浏览器，对使用者的要求不高，并且 Web 浏览器仅处理显示逻辑的相应工作，服务器端处理主要的逻辑事务，基于此就可以降低客户端的费用，由于客户端的逻辑内容不多，因此就成为了瘦客户端，由于客户端使用浏览器，界面简单、操作便捷，不需要安装其他的软件，占用内存少，如图 2 所示。

截止到目前，实时性是在使用 B/S 监控模式时的关键技术难点，没有有效的解决方案，对于长距离的监控具有

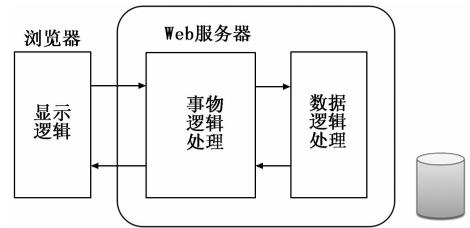


图 2 B/S 模式架构

一定的延时性，网络的硬件设施决定于其运输速率  $V_1$ ，TCP/IP 决定初始化时间  $TC$ ，对应的监控系统响应时间计算如下：

$$T_r = TP + (DS + D_r) / V_1 + TC \quad (1)$$

式中， $T_r$  代表响应时间， $TP$  表示控制程序和建筑现场设施互相交换数据时间， $DS$  和  $D_r$  分别表示发送和接收的数据， $V_1$  表示传送速度， $TC$  表示最初初始化时间。由等式可知，为了增大  $T_r$ ，可以通过减小  $DS$  和  $D_r$  值或者增大  $V_1$  等方法。

### 1.2 Web 电气监控系统开发

利用分层思想设计 Web 监控系统，MVC (model-view-controller) 是把业务逻辑、实验数据以及界面分开的办法组织代码所形成的结构框架<sup>[8]</sup>。一般是在系统一体化的基础上研究 MVC 版块的开发，MVC 是用来表示相应的程序的核心处理些许 Model 模型的数据库的表格，MVC 是比较理想化的一个板块，常用于显示数据以及显示 View 视图，Controller 用作客户交互，主要用来处理或者删除数据库的记录，MVC 的各层之间相互独立工作，不交叉，MVC 各层之间的结构如图 3 所示。

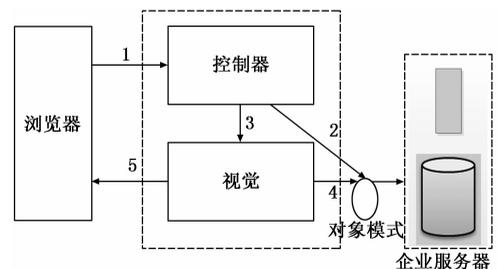


图 3 MVC 框架结构图

建筑设备监控系统主要使用 Spring 框架进行系统的开发与利用，通过它来开启所需的数据库并启动相应的程序来处理任务，相关配置如图 4 所示：在 Web. xml 中加上配置信息，在对监控系统进行检查时，Spring 会自动加载 classpath: applicationContext. xml 文件会依据相应的配置运行监控系统。

### 1.3 电气监控系统整体结构以及软件运行流程

系统结构以 L-N 现场总线技术为基础，在此基础上再进一步开拓系统的多样化的功能，目前已完成并发布局域监控网络层、网络关设施以及相应的耦合器，并且还结合了 Android 版的监控 APP，PC 端相应的配置以及监控软

```

>>> <context-param>
  <param-name>contextConfigLocation</param-name>
  <param-value>classpath:applicationContext.xml</param-value>
</context-param>

<listener>
  <listener-class>
    org.springframework.web.context.ContextLoaderListener
  </listener-class>
</listener>
->
  <listener>
    <listener-class> com.corn.core.spring.SpringIocContextListener
  </listener-class>
</listener>

```

图 4 配置启动方式

件，其中只有当无线 WiFi 连接到监控系统中的路由器时才能使用安卓版 APP。本文所研究的建筑监控系统使用的是 B/S (Browser/Server)，用户终端的工作主要是处理图示以及场景状态相关操作，建筑电气监控系统的作用是利用 Web 浏览器监控底层建筑的相关电气设备工作流程以及运行状态<sup>[12]</sup>。数据库的作用主要是存储组织历史数据，建筑电气监控系统的主板快与传感器、现场电气等设备相互连接，从而监控收集相应电气设备的工作运行状态，系统会根据监控所得到的数据进行现场控制，同样的系统还可以通过相应的模拟设备对现场的电气设备进行远程监控。

建筑电气系统采用的是 B/S 模式结构，使用的开发语言为 Java，开发软件所使用的软件是 Eclipse8 进行编程，jdk7 版本，Java 开发语言对系统使用平台的要求较低，这样可以减少监控系统的排斥性能，有利于跨平台的使用监控系统，Web 监控系统所需的存储数据不大，大约 10 G 的存储空间即可，数据库使用的是不收费的 Mysql5.0，建筑电气监控系统在 L-N 现场监控的平台上需要收集实际场地的电气设备相关数据，由相互独立的功能软件对数据进行检测跟踪，在运行的过程中，把监测得到的数输入到数据库中，进行更新，然后监控系统中的查询功能会利用这些数据，Web 监控系统的工作流程如图 5 所示。

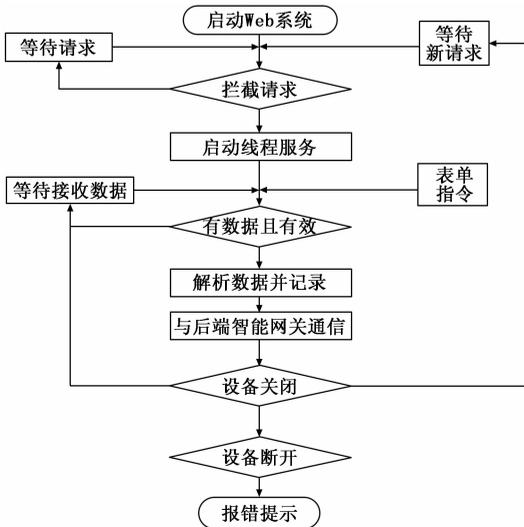


图 5 Web 建筑电气设备监控系统运作流程图

Web 监控系统的系统构成是整个监控系统的基本骨架，依照系统的实际需求选择相应的组织结构，充分使用目前的互联网平台资源，降低软件开发成本。建筑电气设备监控系统利用家庭宽带，即冲破了目前社会上传统建筑的实际功能，还能够让人们之间的联系越来越紧密，实现了实时的监控，有利于数据的传播信息。因为 B/S 模式的数据监控系统是对外开发的，所以在对系统进行设计时，首先要明确系统的对外网络是安全可靠的，其次，系统的传输数据效率一定要高，实时性要准确，最后监控系统的设计要遵循国际标准要求，以使系统具有对外开放性，并且监控系统的设计要具有操作性以及实用性。在进行软件开发时，首先利用路径映射对 Web.xml 的配置文件进行拦截，如图 6 所示，同时加上视图解释器以及业务逻辑处理器。HttpServletBean 中的 init 作用时得到 servlet 中的初始值，接着新建 beanwrapper，让子类初始化相应的对象。

```

>>> <servlet>
  <servlet-name>springmvc</servlet-name>
  <servlet-class>org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet</servlet-class>
  <init-param>
    <param-name>contextConfigLocation</param-name>
    <param-value>WEB-INF/springvc-config.xml</param-value>
  </init-param>
  <load-on-startup>1</load-on-startup>
  <multipart-config>
  </multipart-config>
</servlet>
<servlet-mapping>
  <servlet-name>springmvc</servlet-name>
  <url-pattern>/</url-pattern>
</servlet-mapping>
<session-config>

```

图 6 配置 Web.xml 文件

## 2 Web 监控系统开发

### 2.1 通信协议

建筑电气监控系统采用的使文本协议和二进制协议，这两者的数据格式可以相互转换，Web 监控系统的应用层采取的是文本协议，对用户的简单数据进行读取，Web 系统的通信层采取的是二进制文本数据格式，其中现场和远程监控中底层建筑的电气设备的运作都是采用二进制完成，全部的操作指令也都是依据文本和二进制协议严格执行。文本协议的数据格式如图 7 所示。协议包括三个部分，控制域包含作用域以及监控的目标节点，数据于包括现在电气设备的目标节点以及电气设备的运作方式和目标，结束符是一种结束符号。二进制的格式如图 8 所示。



图 7 文本协议格式

### 2.2 数据库的设计

MySQL 数据库在开发 WEB 方向是目前最好用的数据库管理软件之一，隶属于 Oracle 数据库，由于是对外开放源码，因此是大多数得中小企业建立自己网址的最优选择。

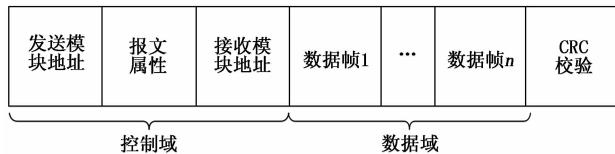


图 8 二进制协议格式

E-R (Entity-Relationship) 模型总共有三个板块，分别是实体集、属性以及关联集，它的模块主要是面向操作用户以及实际的数据，它能够把生活中的概念化从而更加容易理解，并且 E-R 模型的操作方法与日常生活中人与人之间的沟通方式相似，因此比较容易理解采纳。现目前关系模型的数据管理系统能够在大多数的应用系统中使用，由 MySQL 数据库构成的 E-R 图，即就是由许多单个的关系模式所形成的集合，所以，把 E-R 的主要素转变成相应的关联形式，然后将这种关联模式的属性以及码称之为把 E-R 转换为关联模型。

### 3 Web 监控系统的实现

#### 3.1 系统开发环境

为了实现 Web 系统的监控功能，因而此次采用的是 B/S 体系结构和 Java 的开发语言，利用 Java 开发语言可以有效降低监控系统对于系统运行平台的要求，从而满足系统的兼容性，便于实现跨平台的 Web 监控系统部署。由于 Web 监控系统所需要的信息数据存储量较小，因而预留存储空间设定为 10G，使用 Mysql5.0 数据库。系统利用 L-N 现场总线监控系统平台来进行电气设备数据信息的采集，监测数据库中数据进行更新。将数据库中更新后的数据实时导入到 Web 数据库之中，监控系统开展查询功能时就可以使用。要实现建筑电气的智能监控，就必须要实现 Web 监控系统中的各个功能，要能够进行持续不间断的分解析报文，从而让监控系统能够掌握监测区域内的网络实时动态，Web 监控系统利用多线程并行处理的方式来处理用户请求的任务，整个 Web 监控系统的运行流程如图 9 所示。

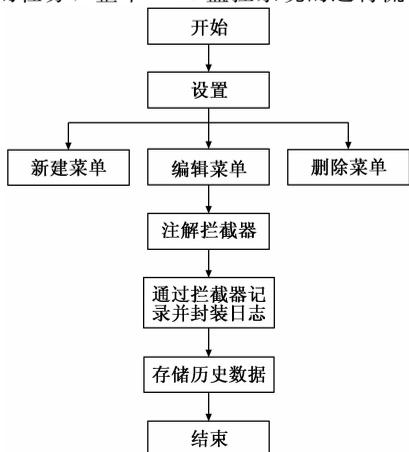


图 9 基于 Web 监控系统的智能建筑监控流程图

#### 3.2 Web 监控系统的模块设计实现

用户在登录之前，必须要在系统之中获取一个合法的用户身份，用户必须要把自己的个人信息提交完善后并提交到系统之中，后台系统检查资料填写是否符合格式要求并进行匹配审核。用户及用户身份的并联和可以多对多的用户，即同一个角色可以关联多个角色，如此可以解决监控系统菜单及权限的耦合关系。用户的身份被系统验证后就可以正常登陆至系统之中，系统也会将用户的登陆数据进行更新。如果用户没有顺利通过验证，那么系统就会弹出报错发送给用户，并引导其回到最初的登陆界面。

监控系统的控制场景作为整个监控系统中的中心功能模块，可以实现对建筑物的各类电器设备进行实时监控，包括了状态预警等各个子功能。监控系统的前段从监控系统后端得到建筑中各类电器设备的动态数据，通过 JavaScript 内置定时触发器方法 setInterval () 来实现的，监控前台能够获得最新数据的流程图，并对获取数据图标状态显示，用户就可以利用监控前台直观观察到建筑电气中所有设备的运行状态，从而实现远程监控。

Web 监控系统作为建筑电气监控系统的核心，需要在响应前端用户请求指令的同时，还要处理逻辑事务，这就需要利用二进制传输协议以及文本传输协议的相互转换。某个监控局域网中的监控节点会上传二进制文本报文，并显示在浏览器上。监控系统所支持的反馈报文主要体现在 3 个方面，包含了对某个模块名称、注释等信息的反馈，也可以是对继电器、某个模块节点可控硅的状态信息反馈。

### 4 Web 建筑电气监控系统测试

#### 4.1 Web 监控系统用户权限测试

在登陆监控系统之前，用户需要一个合法的身份，完善个人信息并提交后，监控系统的后台会检测信息是否正确，同时也会对注册的个人信息进行数据库的匹配审核，其中用户如果定义的是多对多用户，那个一个角色可以同时关联多个控制键，这样就能管理好监控系统中的菜单与权相之间的重叠。由系统主界面进入 Web 监控系统的用户权限管理界面，在这一界面山可以对用户的信息进行更加详细的完善、更改用户的权相，新注册的用户可以根据自身拥有的权限进入所需要的监控区域，对电气设备进行现场监控，系统对 100 个用户的测试结果如表 1 所示，对表格中的测试的数据分析可知，Web 监控系统的用户权限测试的结果具有实用性以及可靠性，完全符合系统所需的测试要求。

表 1 系统用户权限测试

测试项目	测试内容	测试数量	正确率/%
系统用户 权限测试	用户信息新建、删除、编辑	100 * 3	100
	角色新建、删除、编辑	100 * 3	100
	菜单新建、删除、编辑	100 * 3	100

### 4.2 Web 监控系统监控场景的测试

监控系统控制场景是整个 Web 监控系统的主要功能模块，它的作用是对建筑电气设备实施现场实时监控，子功能包括对电气设备进行实时监控、提示警告等，同时使用 jQuery 的 Ajax 技术实现监控前端同步后端获取动态数据。从监控系统的主界面直接可以进入灯光控制界面，在这个界面上有一个控制建筑电气设备的总开关，单击总开关可以对所有的继电器实现开和关的切换，同时也可以对建筑的主卧室灯光和次卧室灯光进行开关的控制，并且对反馈的实时情况对比与否，灯光设备图标显示的情况与实际灯光开关情况是否相互匹配，最后利用 BusHound 数据抓包的工具有对系统后台的电气设备进行状态匹配，可以实现对现场灯光的控制，利用抓包工具对系统返回后台使用查询功能组件对网络得到的数据进行追踪，实验记录并分析灯光电气设备运作的工作效率如表 2 所示。

表 2 灯光控制测试

测试项目	测试图标内容	后台发送指令	反馈指令	测试次数	正确率/%
监控场景	灯光总开关	04 24 00 03 00 00 aa aa	05 83 00 04 70 FF/00	100	100
	主卧灯管控制	04 23 00 0D 00 00 01	0D 83 00 04 70 00 01	100	100
	餐厅灯光控制	04 23 00 09 00 01	09 83 00 04 70 00 01	100	100
	查询主卧灯光状态	04 E1 00 0D 78	0D 83 00 04 70 00 01	100	100
	查询餐厅灯光状态	04 E1 00 09 78	0D 83 00 04 70 00 01	100	100

从实验结果可知，整个监控系统的各个功能板块相互独立完整，能够正常地使用，满足 Web 监控系统的整体测试需求。

### 4.3 Web 建筑电气设备监控系统的其他测试

利用 AB 压力测试对登录的页面进行相应的压力测试以及对监控系统的 JNI 组件和网关通信进行可靠性的测试，具体操作流程如下，首先利用 AB 工具对系统中非常重要的功能进行压力测试，用来判断研发的监控系统的实用性以及可操作性，比如在 AB 工具中设置并发出的数据为 150，得到的测试结果汇集在表 3 中，然后测试监控系统的 JNI 组件和网关通信，记下前端发出的数据以及后端只能网关的结果，所得到的数据如表 3 所示，对结果分析可知，当前端发送的数量达到 150 时，系统仍然能够正常地完成登录测试，从表中的数据可知，信息前端页面与智能网关能够利用 JNI 组件完成通信，而且整个系统的可靠性非常高。

表 3 登录测试和 JNI 组件测试结果

测试项目	测试内容	测试数量	正确率/%
登录操作信息	登录并发性能测试	150	100
JNI 通信组件	Web 服务器与监控 网关通信内容	100	100

## 5 结束语

开发建筑电气 Web 监控系统的目的是为了用户能够远程对建筑内的电气设备进行现场控制，系统采用 HTTP 通信协议长连接技术，从而把 Web 监控系统与用户的浏览器的请求回应的远程支持，同时系统采用 USB 通信技术，使得监控系统利用 USB 数据线就能连接局域网的网关设备的 USB 接头。尽管如此，系统还需要不断完善安全性，可以实现用 HTTPS 协议进行定时的数据传送，这样系统的安全性就会提高，随着智能产品的普及，产品的安全性以及可靠性需要不断地提升。

### 参考文献:

- [1] Sommerville J, Craig N. Intelligent buildings with radio frequency identification devices [J]. Structural Survey, 2017, 23 (4): 282 - 290.
- [2] 熊向阳, 马晓国, 欧阳强. 绿色智能建筑综合评价体系的构建与应用 [J]. 科技管理研究, 2017, 37 (3): 95 - 99.
- [3] 田洪斌. 建筑电气技术在智能建筑建设领域的应用分析 [J]. 中国高新区, 2017, 6 (14): 96.
- [4] 郭可. 基于 Web 的通信电源的远程监控研究与设计 [J]. 电源技术, 2017, 41 (4): 633 - 634.
- [5] Simons L, Valentine A Z, Falconer C J, et al. Developing health remote monitoring technology for attention deficit hyperactivity disorder: a qualitative study eliciting user priorities and needs [J]. Jmir Mhealth Uhealth, 2016, 4 (1): 31 - 31.
- [6] He J, Chen Y. Remote monitoring system of an agricultural Tillage machine based on an embedded ARM technology wireless sensor [J]. International Journal of Online Engineering, 2016, 12 (5): 33 - 33.
- [7] 张俊帅. 多线程技术在数据通信中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2016, 6 (11): 87 - 87.
- [8] 周燕玲. Spring MVC 框架开发 WEB 应用程序的探索与研究 [J]. 科技广场, 2016, 7 (6): 25 - 28.
- [9] 毛茫茫. 基于 TCP/IP 协议的远程智能电源监控切换系统 [J]. 电源技术, 2016, 40 (6): 1296 - 1297.
- [10] 鲍天赐, 刘志刚. 基于 HTTP 的 Web 登录安全和模式设计 [J]. 工业控制计算机, 2017, 30 (5): 99 - 100.
- [11] 张旭, 王鹏, 刁媛媛, 等. 单元测试在软件质量保证中的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2010, 25 (6): 185 - 186.
- [12] 汤重阳, 赵志文, 韩钦亭, 等. Windows 环境下 USB 设备监控技术的研究与实现 [J]. 计算机应用, 2014, 8 (s1): 60 - 63.