

苏州大学

本科毕业设计（论文）

学院(部) 计算机科学与技术学院

题 目 物联网路灯节能监控系统

Web 端软件设计与实现

年级 2012 专业 软件工程（嵌入式）

班级 1 班 学号 1227403052

姓 名 姚善良

指导教师 杨 哲 职称 副教授

论文提交日期 2016-05-15

目 录

前 言	1
第一章 绪 论	2
1.1 物联网路灯概述	2
1.2 本文工作的特色	2
1.3 论文的组织结构	2
第二章 相关技术	4
2.1 PHP	4
2.2 MySQL	4
2.3 Bootstrap	4
2.4 Redis	5
2.5 Echarts	5
2.6 百度地图 API	6
2.7 Socket	6
2.8 OAuth2.0	6
第三章 系统需求分析与设计	7
3.1 设计目标	7
3.2 需求分析	7
3.3 系统设计	8
3.3.1 系统流程图	8
3.3.2 系统模块组成	9
3.3.3 权限控制流程图	9
3.3.4 权限提取流程图	10
3.3.5 终端参数配置	12
3.3.6 整流器与服务器通信协议	12
第四章 系统实现	17
4.1 系统架构	17
4.2 数据库设计	17
4.2.1 基站表	17
4.2.2 基站故障表	17
4.2.3 路灯表	17

4.2.4 路灯故障表	18
4.2.5 汇报概览表	19
4.2.6 路灯电力统计表	20
4.2.7 路灯故障统计表	20
4.3 页面实现	21
4.3.1 页面整体架构	21
4.3.2 登录界面	21
4.3.3 工作台	22
4.3.4 区域管理	23
4.3.5 设备管理	24
4.3.6 设备故障	26
第五章 总结与展望	28
5.1 课题总结	28
5.2 后续工作展望	28
参考文献	29
致 谢	30
附 录	31

摘 要

物联网是当代信息技术发展的重要方向，也是信息化社会的重要组成部分。智能电网是绿色节能背景下，国家推动发展的重要领域。把这两项技术完善地结合在一起，便形成一种创新型的物联网路灯新产品。它可以根据落日余辉的光亮度，以及月光盈满时亮度自动调节灯的亮度，还可以根据不同时间段行人车辆的稠、稀进行单灯、双灯、一隔多、自动控制、定时控制、故障报警、防盗报警、远程抄表等多种功能。

物联网路灯节能监控系统在物联网路灯背后实现了页面展示、远程控制路灯，调节路灯亮度，故障汇报等功能，方便了管理人员对路灯的控制和维护，提高了损坏路灯的维修效率。动态调节路灯亮度可以很好的达到节能的目的，实现绿色环保的智慧城市。

本文通过对路灯控制方法进行调研分析，结合路灯控制和维护的相关需求，设计并实现了物联网路灯节能监控系统 Web 端软件。该系统以地图的形式标注出路灯的位置，以图表的形式显示出耗电与节能的数据，以短信的形式自动通知维护人员进行检修。另外，该系统有着简洁的显示界面、友好的交互操作，管理人员只需要通过简单的指导就可以对整套系统进行管理控制。并且该系统有着完善的权限认证体系，通过对用户角色以及权限的控制，判断用户是否经过授权，保证了系统的安全性。除此之外，管理人员的每一步操作都会写进日志，方便系统的监控与问题追溯。

关键词：物联网；路灯控制；监控系统；

Abstract

Internet of things is an important part of an important direction of development of modern information technology, but also the information society. Smart grid is under the background of green energy; promote the development of areas of national importance. These two technologies improve together; they form an innovative new product IOT street. It can automatically adjust the brightness of the afterglow of the sunset, and when the brightness of the moon filled the brightness of the lamp can also be fused according to different time periods of pedestrian traffic, dilute single lamp, dual-lamp, a multi-compartment, automatic control, timing control, fault alarm, burglar alarm, remote meter reading and other functions.

Monitoring system in the street behind the things to achieve the page display, remote control lights, adjust the brightness of lights, fault reporting and other features, aspects, the management and maintenance of street lighting control, improve maintenance efficiency damaged lights. Dynamically adjust the brightness of lights can be very good save energy, achieve green smart city.

In this paper, street lighting control research and analysis methods, combined with street light control and maintenance-related requirements, design and implementation of energy-saving lights monitoring system of things end Web software. The system is a map of the location of the street, in the form of a chart showing power and energy data, in the form of text messages automatically notify maintenance personnel overhaul. In addition, the system has a simple display interface, friendly interaction, managers need only a simple guide to the entire system can be managed to control. And the system has a sound system of certification authority, through user roles and permissions control determines whether the user is authorized to ensure the security of the system. In addition, managers of each step will be written into the log, monitor and facilitate the issue of traceability systems.

Keywords: Internet of things; Street lighting control; Monitoring system;

前 言

随着城市的发展，路灯的数量越来越多，以传统的方式管理大规模的路灯，财力人力都需要很大的投入，于是一种通过物联网方式管理路灯的系统应运而生。

物联网路灯节能监控系统主要是对基站和路灯发送的状态信息进行处理，并在平台上显示并统一处理。管理人员只需要电脑前进行操作就可实现远程控制路灯，比如说总共开多少盏路灯，调节每个路灯的亮度，同时也可以查看所有路灯的状态，不用实地考察就可以获知路灯的所有情况，还可以根据地图上对路灯的定位以及路灯的状态，来判断每个路灯开启和关闭。

物联网路灯节能监控系统 Web 端软件采用 B/S 架构，即浏览器/服务器架构，用户只需连接互联网（局域网）便可访问系统，无需安装系统客户端。系统采用 PHP 语言和 MySQL 数据库搭建而成，保证了系统的稳定性，同时 MySQL 数据库也保证了系统对小数据处理的效率，并且不会占用电脑过多的资源。系统中各信息归类条理清晰，工作人员可以直观的学习使用本系统，简化了对路灯管理系统的管理和使用。

本毕业设计完成了一套物联网路灯节能监控系统，用于显示路灯的位置、状态，以及对路灯进行控制。该系统的主要内容包括：

- （1） 地图上查看基站和路灯的位置，显示地图和路灯的当前状态；
- （2） 地图上查看基站控制箱管理的路灯数量、状态信息；
- （3） 地图上控制路灯的开与关；
- （4） 列表显示基站、路灯的详细信息；
- （5） 对路灯的亮度进行批量设置；
- （6） 故障基站、路灯的报警机制；

第一章 绪 论

1.1 物联网路灯概述

随着物联网技术的迅速发展，智慧城市的概念渐渐深入我们的生活，智慧城市的生活方式可以让我们生活的城市更加智能，环境更加美好，生活更加便捷，服务更加完善。物联网路灯控制系统是国家对智能电网发展鼓励支持的高科技产业，可以有效地实现节能减排的绿色生活。

目前的城市照明基本采用手控和时控方式，即在路灯控制箱中安装定时器，按照预定的时间自动开启和关闭路灯。时控方式以时间作为的开、关灯的依据，在任何气象环境下，均只能在规定时间内地统一时刻开、关灯。基于物联网技术的路灯控制系统在学习其它先进的路灯控制技术上，通过自主研究和探索，融合“物联网”、“智能电网”技术，实现了物联网路灯节能监控系统^[1]。

1.2 本文工作的特色

本文实现了一个基于 Web 的物联网路灯节能监控系统，该系统以地图的形式标注出路灯的位置，以图表的形式显示出耗电与节能的数据，以短信的形式自动通知维护人员进行检修。另外，该系统有着简洁的显示界面、友好的交互操作，管理人员只需要通过简单的指导就可以对整套系统进行管理控制。除此之外，管理人员的每一步操作都会写进日志，方便系统的监控与问题追溯。

1.3 论文的组织结构

第一章：绪论。本章介绍了物联网路灯的研究背景、当前路灯的控制技术、智慧城市的理念以及本文的工作特色，最后介绍了本文的组织结构。

第二章：相关技术简介。本章介绍了实现系统各部分所需的相关技术，包括选择使用 PHP 作为核心的开发语言，MySQL 作为数据库存储，Redis 提供缓存服务，BootStrap 提供前端页面支持，百度地图 API 提供位置显示服务。

第三章：系统需求分析与设计。本章介绍了该系统的需求分析、概要设计以及预期的成果。通过对路灯控制系统进行市场调研分析，对系统进行初步设计，画出系统流程图、用例图、类图和数据字典。

第四章：系统实现。本章介绍了系统的设计架构、详细的数据库表建立，各个页面的实现，相关操作的说明等。

第五章：总结与展望。分析项目的研究进度、研究成果、目前的不足、改进的方式等。

第二章 相关技术

2.1 PHP

PHP 是嵌入式的脚本语言，具有免费、快捷、开源、跨平台、效率高等特点，可以用来开发 Web 端应用。目前全球 70% 以上的网站是以 PHP 为主要开发语言，在 Web 端开发中起到了重要作用^[2]。使用 PHP 作为物联网路灯节能监控系统的后台开发语言，可以极大程度的提高开发效率，提高系统性能，满足 Web 端开发的要求。

PHP7 的发布更是让 PHP 的性能得到了百分之百的提高，也增加了许多新的特性：Int64 支持，统一不同平台下的整型长度，字符串和文件上传都支持大于 2GB；标量类型和返回类型声明；AST（Abstract Syntax Tree，抽象语法树）；统一变量语法；更多的 Error 变为可捕获的 Exception；Native TLS（Native Thread local storage，原生线程本地存储）；foreach 表现行为一致；匿名类支持（Anonymous Class）；新的操作符 `<=>`, `??`；Unicode 字符格式支持（`\u{xxxxx}`）等^[3]。

2.2 MySQL

MySQL 是最流行的关系型数据库管理系统，具有体积小、速度快、开源等特点，为多种语言提供 API。InnoDB 是事务型数据库的首选引擎，支持 ACID 事务，支持行级锁定，MySQL 5.5 起成为默认数据库引擎。

MySQL5.7 中增强了 InnoDB 引擎的一些功能，优化了 DDL 操作，在涉及到 InnoDB 临时表时，性能显著提升。优化 online 操作，例如修改 buffer pool、修改索引名（非主键）、修改 REPLICATION FILTER、修改 MASTER 而无需关闭 SLAVE 线程等众多特性。支持一个表上有多个触发器，这样一来，原先已有触发器表也可以支持用 pt-osc 了。支持多源复制，可以把多个 MASTER 的数据归并到一个实例上，如果是同一个表的话，会存在主键和唯一索引冲突的风险，需要提前做好规划。

2.3 Bootstrap

前端采用 Bootstrap 框架，其基于 HTML、JavaScript、CSS 技术，其最大的优势是响应式布局，使得 Web 开发更加迅速灵活，可以方便后台开发人员熟练地开发前台应用。Bootstrap 中包含了丰富的 Web 组件，根据这些组件，可以快速的搭建一个漂亮、功能完备的网站。Bootstrap 属于前端 ui 库，通过现成的 ui 组件能够迅速搭建前端页面。同时

还可以用 less 重新设计组件。对于前端技术一般的后台工程师，省去了很多编写前端处理时的过程。

Bootstrap 4 具有以下特点：从 Less 迁移到 Sass；改进网格系统：新增一个网格层适配移动设备，并整顿语义混合；废弃了 wells、thumbnails 和 panels，使用 cards 代替：Cards 是个全新概念，但使用起来与 wells、thumbnails 及 panels 很像，且更方便；支持选择弹性盒模型（flexbox）：这是项划时代的功能——只要修改一个 Boolean 变量，就可以利用 flexbox 的优势快速布局；将所有 HTML 重置样式表整合到 Reboot 中：在用不了 Normalize.css 的地方可以用 Reboot 了，它提供了更多选项。例如 box-sizing: border-box、margin tweaks 等都存放在一个单独的 Sass 文件中^[4]。

2.4 Redis

Redis 用于构建高性能、可扩展的 Web 应用程序，支持网络、可基于内存亦可持久化的日志型、Key-Value 数据库，并提供多种语言的 API。Redis 支持不同无序、有序的列表，无序、有序的集合间的交集、并集等高级服务器端原子操作。

Redis 主要有五种数据类型：String、Hash、List、Set、Sort Set。String 是最常用的一种数据类型，普通的 Key-Value 存储都属于 String 类型，value 其实不仅是 String，也可以是数字：比如发送短信时统计当前手机号一共接收了多少短信。Hash 是字符串字段和字符串值之间的映射，因此是展现对象的完美数据类型。List 是简单的字符串列表，按照插入顺序排序。Set 是一个无序的字符串集合，特殊之处在于 Set 是可以自动排重的。Sort Set 与 Set 非常相似，是一个没有重复元素的字符串集合。不同之处是有序集合的成员都关联了一个评分，这个评分被用来按照从最低分到最高分的方式排序集合中的成员^[5]。

2.5 Echarts

Echarts 是由百度推出的纯 Javascript 的图表库，可以流畅的运行在 PC 端和移动设备上，兼容当前绝大部分浏览器（IE8/9/10/11，Chrome，Firefox，Safari 等），底层依赖轻量级的 Canvas 类库 ZRender，提供直观，生动，可交互，可高度个性化定制的数据可视化图表。Echarts 供了常规的折线图，柱状图，散点图，饼图，K 线图，用于统计的盒形图，用于地理数据可视化的地图，热力图，线图，用于关系数据可视化的关系图，treemap，多维数据可视化的平行坐标，还有用于 BI 的漏斗图，仪表盘，并且支持图与图之间的混搭。

监控系统整合 Echarts 技术就可以显示出直观生动的图表，包含路灯的故障数据，基站的故障数据，道路的路灯数据等。加上动态刷新技术，这样 Web 端的监控系统中就会直观的显示最新的故障数据，提醒维修人员进行相应的处理。

2.6 百度地图 API

百度地图作为国内使用最多的地图搜索服务，提供了丰富的 API，运用这些 API，开发者可以很方便的开发地图应用，标注物体的位置，对物体进行友好的展示。Web 端使用 JavaScript API 是一套由 JavaScript 语言编写的应用程序接口，可以在网站中构建功能丰富、交互性强的地图应用。基于经纬度的位置标注功能可以使得路灯的位置更加具体，显示时更加直观，体验更加友好。

2.7 Socket

Socket 也称“套接字”，用于发出和接受网络请求。监控系统中开关路灯的指令就是通过 socket 实现的，比如点击开启按钮，Web 端发起一个 socket 请求给路灯基站，该请求中包含了路灯的编号、基站的编号、操作的命令、校验码等信息。基站响应后对数据进行解析，获得请求的命令，然后对路灯进行相关的操作。操作完成后汇报状态给后台服务器，服务器记录状态，页面上及时拉取数据进行显示，这样页面上就是最新的状态了，方便了管理人员的查看。

2.8 OAuth2.0

OAuth2.0 在“客户端”与“服务端”之间，设置了一个授权层。用户只能通过“授权服务器”，经过授权之后才能访问对应的服务器，这样就可以将客户端和服务端区分开来^[6]。

OAuth2.0 主要有四种授权模式：授权码模式，开发者填写对应的 client_id, client_secret, redirect_uri 即可调用统一身份认证；密码模式用于非 PC 或 WAP 端的身份认证，如：APP 登陆；客户端模式用于未登陆时的接口授权，此时只能访问不需要登陆的接口，如：注册时的发送验证码；简化模式不通过第三方应用程序的服务器，直接在浏览器中向认证服务器申请令牌，跳过了“授权码”这个步骤^[7]。

Laravel 是 PHP 排名第一的框架，可以很方便地集成 OAuth2.0 技术，对监控系统起到了很大的帮助作用^[8]。

第三章 系统需求分析与设计

3.1 设计目标

该毕业设计的目标，是实现基于 Web 的物联网路灯节能监控系统，在物联网路灯背后实现了页面展示、远程控制路灯，调节路灯亮度，故障汇报等功能，方便了管理人员对路灯的控制和维护，提高了损坏路灯的维修效率。动态调节路灯亮度可以很好的达到节能的目的，实现绿色环保的智慧城市。

3.2 需求分析

物联网路灯节能监控系统是一款 Web 端管理系统，用于显示路灯的物理位置，以及对路灯进行控制。根据系统设计目标，系统可分为页面显示、指令传输、故障汇报、数据存储四个部分。

其中页面显示需求如下：

1. 工作台。显示路灯节电的图表数据、各城镇路灯排名、不同类型的路灯数量图、故障图、不同类型的路灯故障图、各城镇路灯故障排名等。
2. 区域管理
 - (1) 区域信息的列表、增删改查。
 - (2) 道路信息的列表、增删改查。
3. 设备管理
 - (1) 基站信息的列表、增删改查。
 - (2) 路灯信息的列表、增删改查。
 - (3) GIS 地图的展示
4. 设备故障
 - (1) 基站故障的列表、对应基站的历史故障。
 - (2) 路灯故障的列表、对应路灯的历史故障。
5. 用户权限
 - (1) 用户管理。用户的列表、增删改查。
 - (2) 角色管理。角色的列表、增删改查。
 - (3) 管理员管理。用户角色的管理。
 - (4) 权限管理。权限列表、增删改查。

3.3 系统设计

3.3.1 系统流程图

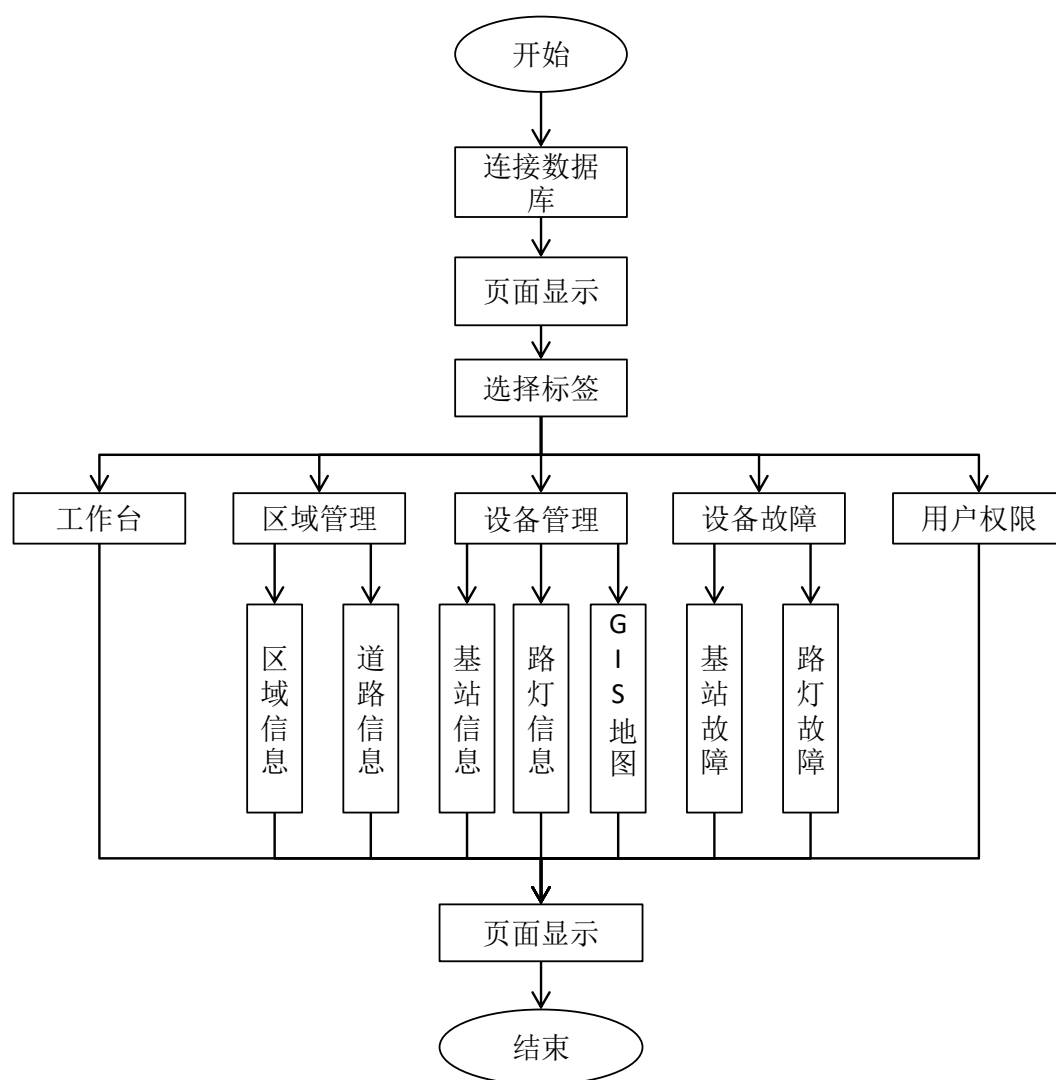


图 3.1 系统流程图

如图 3.1 系统流程图所示，系统流程主要分为以下几个步骤

- (1) 系统连接数据库，显示登录的主界面。
- (2) 用户登录系统成功后，选择相应的标签（工作台、区域管理、设备管理、设备故障、用户权限），
- (3) 进入相应的标签后，浏览相应的数据信息，对这些信息做相应的增删改查操作。
- (4) 操作完成后将数据写入数据库，然后刷新页面，将最新的数据显示给用户。

系统架构采用 B/S 架构，B/S 架构是指 Browser/Server 架构，即浏览器/服务器架构。B/S 架构常见于管理系统、门户网站、个人博客等应用，只需要在能上网的浏览器中就可以访问，省去了安装桌面客户端的过程，大大简化了用户的操作^[9]。

3.3.2 系统模块组成

根据系统流程图，设计系统模块。如图 3.2 所示，显示了系统模块图，系统采用的是 MVC 设计模式。

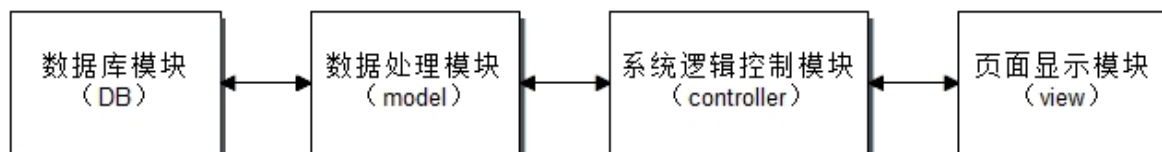


图 3.2 系统模块图

M 指的是 Model，是数据处理模块，主要的功能就是对数据进行处理，包括从数据库中读取数据，然后进行相应的转换，以特定的格式传递给视图。

V 指的是 View，是页面显示模块，主要的功能是显示页面，是系统的显示出口，一些界面的交互效果也是在这一步实现的。

C 指的是 Controller，是系统逻辑控制模块，主要的功能是连接 Model 和 View，实现数据处理模块与页面显示模块之间的数据传递^[10]。

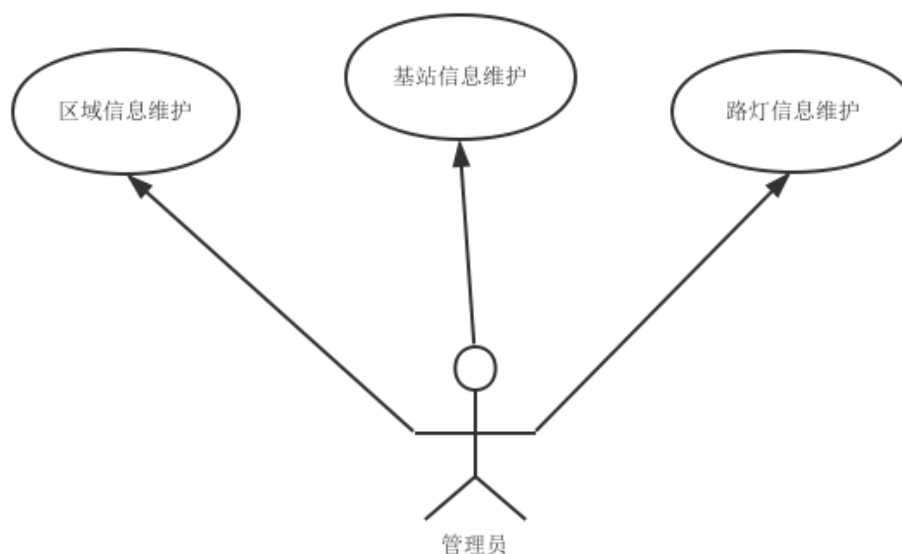


图 3.3 用户功能用例图

如图 3.3 所示，显示了用户功能的用例图，表明管理员主要有三个用例，区域信息维护、基站信息维护和路灯信息维护。

3.3.3 权限控制流程图

如下页图 3.4 所示，显示了权限的控制流程图，该系统的权限控制主要通过下列几个步骤：

(1) 用户点击某个功能的按钮，系统根据这个按钮的链接，进入路由处理过程，路由分析出对应的 controller，进入 controller 中的方法。

(2) Controller 中的函数判断当前用户是否具有该按钮的操作权限，有的话则继续进行业务处理，没有的话则退出，并提示用户没有权限^[11]。

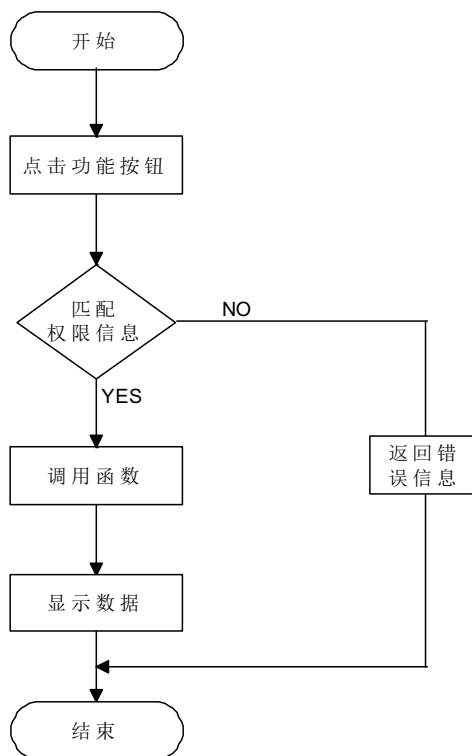


图 3.4 权限控制流程图

3.3.4 权限提取流程图

如下页图 3.5 所示，权限提取流程中首先需要用户登陆，登陆之后获取用户的账号信息，判断是否允许访问，如果允许访问的话则读取用户角色信息，通过角色信息读取对应的权限，随后进入系统管理界面，访问可以访问的功能页面。如果是不允许访问，则返回错误信息，并且返回登录界面^[12]。

如下页图 3.6 所示，为用户角色权限的类图，用户拥有 `getUserRole()` 和 `getUserPermission()` 方法，用户获取用户角色和权限。`Role` 类中包含 `roleId` 和 `roleName` 属性，`getRole()` 方法用于获取角色。`Permission` 类中包含 `permissionId` 和 `permissionName` 属性，`getPermission()` 方法用于获取权限^[13]。

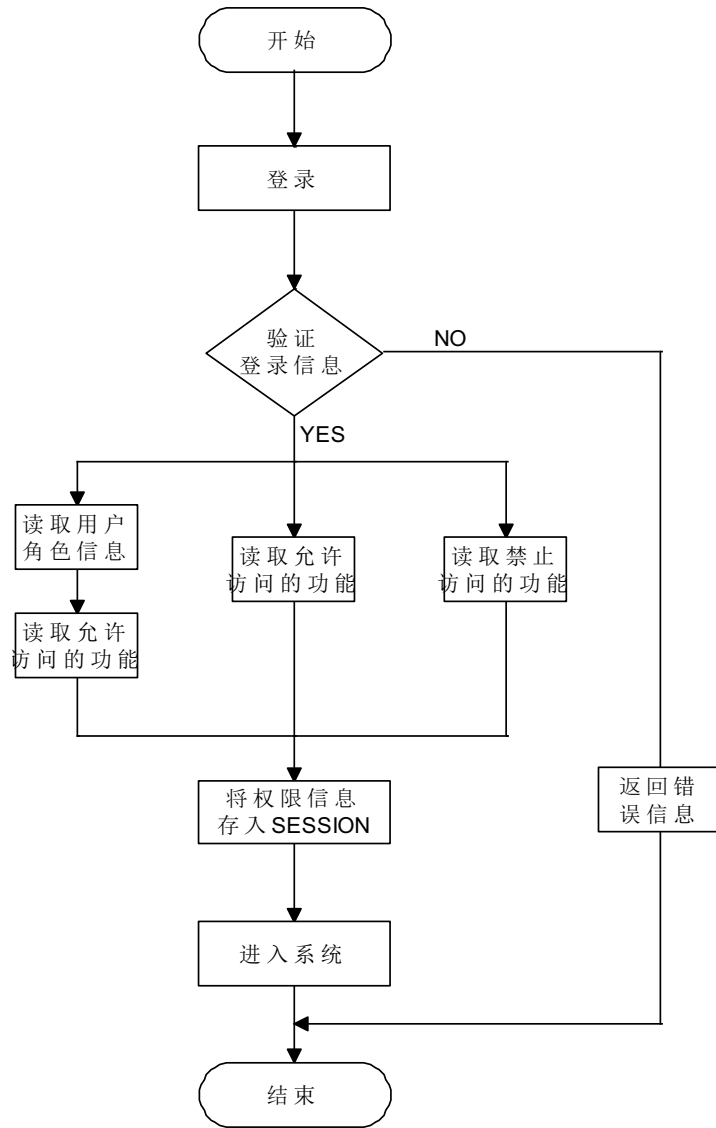


图 3.5 权限提取流程图

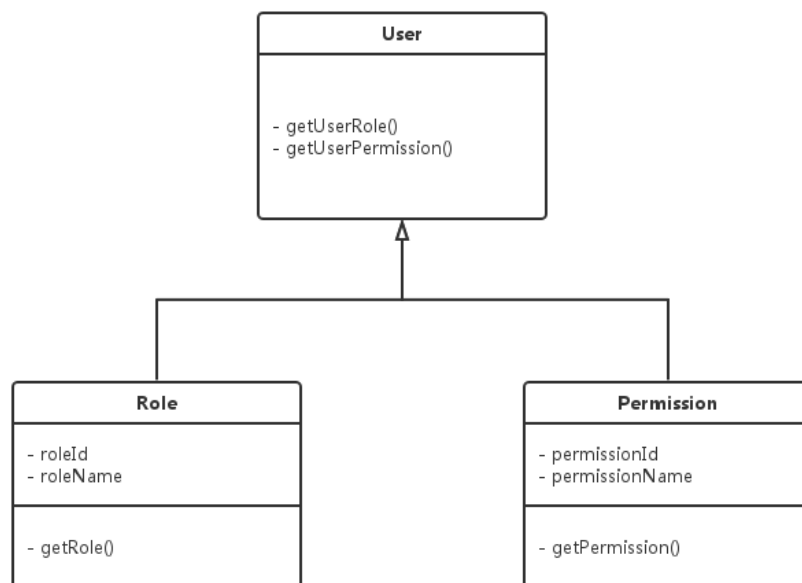


图 3.6 用户角色权限类图

3.3.5 终端参数配置

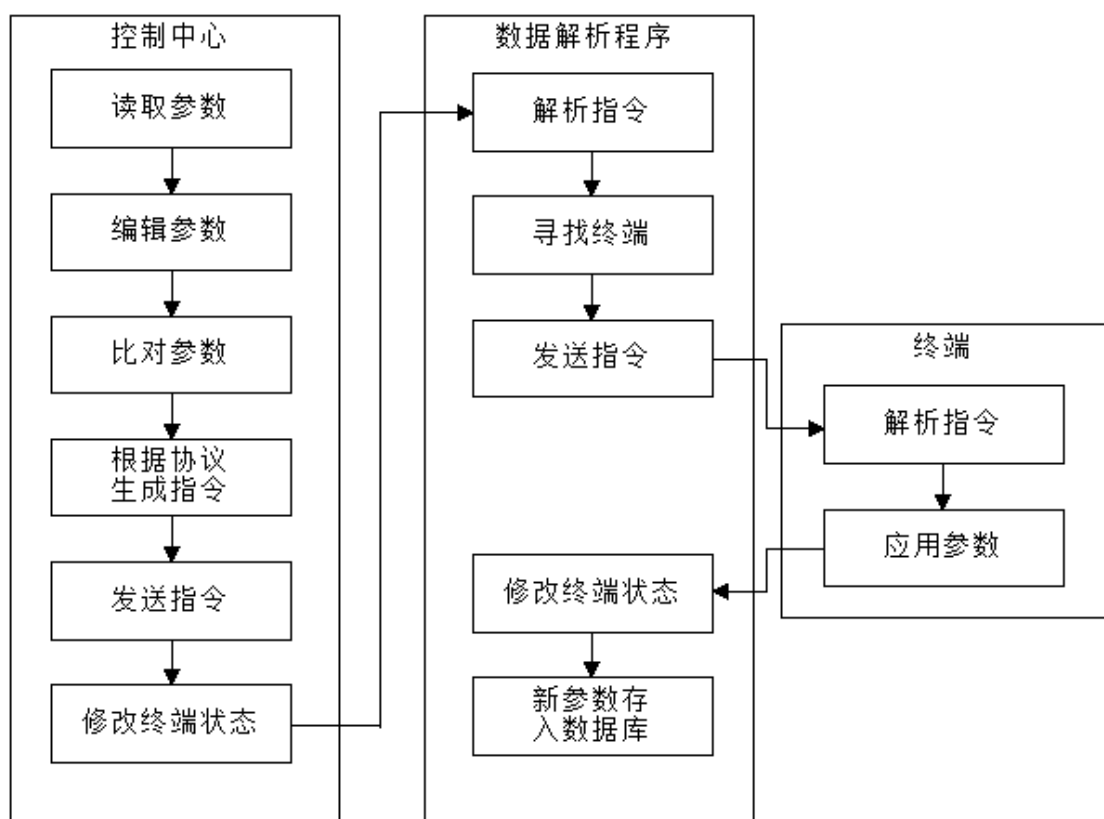


图 3.7 终端参数配置图

如图 3.7 所示，终端参数的配置按照这个流程图进行，包括控制中心中读取参数、编辑参数、比对参数、根据协议生成指令、发送指令、修改终端状态。数据解析程序中包括解析指令、寻找终端、发送指令、修改终端状态、新参数存入数据库。终端中包括解析指令、应用参数^[14]。

3.3.6 整流器与服务器通信协议

1. 协议设计总则：

- (1) 所有字符都是以 ASCII 的十六进制格式发送。
- (2) 以#作为起始，以*作为结束；CRC16 校验。
- (3) 在编设备的 ID 时，长度不能大于 9，应为 ≤ 9 。
- (4) 中心服务器开放端口 9000 用于中心服务器与 3G 模块通信。

2. 心跳协议

- (1) 心跳协议：是由整流器发送给中心服务器，主要目的在于监测整流器在线状态。
- (2) 交互方式：仅由整流器发送给中心服务器，中心服务器不予回复。
- (3) 如表 3.1 所示，显示心跳协议的具体格式。

表 3.1 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+1 位协议类型符+1 位 ID 长度+ID 编号+2 位 CRC 校验*
产品类型编号	2（路灯）
协议类型符	89
ID 长度	记录 ID 编号的长度
ID 编号	名称+编号,如 szdx001
校验	2 位 CRC 校验

(4) 心跳间隔：默认为 300 秒

(5) 示例：#2 01 7 szdx001 cc*

3. 参数设置

(1) 参数设置：由中心服务器发送给 3G 模块，对 3G 模块进行相应的设置。

(2) 交互方式：由中心服务器发送给 3G 模块，3G 模块设置完成后，回复确认给中心服务器

(3) 如表 3.2 所示，显示 Server→3G 的协议定义。

表 3.2 Server→3G 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+1 位协议类型符+1 位设置协议编号 +2 位参数长度+参数值 +2 位消息编号+2 位 crc16*
产品类型编号	2（路灯）
协议类型符	1（参数设置）
设置协议编号	1：心跳间隔；2：IP 和 Port 地址；3：模块 ID；4：设定基站管理点数；5：调光数据设置；6：单独路灯调光控制；7：分组路灯设置；8：分段路灯设置；9：分组路灯控制；A：分段路灯控制；B：设置路灯地址；C：设置网路参数；D：设置开关机
参数长度	记录参数的长度
参数值	心跳间隔：单位秒 IP 和 Port 地址："ip",port@,如"58.210.28.58",5160@ 模块 ID：设置 3G 模块的模块 ID,如 szdx0001 设置基站管理点数：数量，如 149,代表管理 149 个灯 调光数据设置：时间点,百分比,...,最多 5 个时间点。启动时默认第一个时间点的数据，默认时间为 18:00 单独路灯调光控制：路灯地址+调光百分比(3 位路灯地址，2 位调光百分比) 分组路灯设置：分组类型+灯状态。分组类型【全部（1），偶数地址路灯（2），奇数地址路灯（3）】 分段路灯设置：三位起始地址+三位结束地址+灯状态；（注：分段不能多于 3 段） 分组路灯控制：分组类型+灯状态。分组类型【全部（1），偶数地址路灯（2），奇数地址路灯（3）】 分段路灯控制：三位起始地址+三位结束地址+灯状态；（注：分段不能多于 3 段） 设置路灯地址：参数值 6 位 设置网路参数：2 位通信信道(11~26),4 位信道 PANID（0-9 数字或 A-F） 设置开关机：开机时间+关机时间
消息编号	从 00-99 循环使用

(4) 如表 3.3 所示，显示 3G→Server 的协议定义。

表 3.3 3G→Server 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+89+1 位 ID 长度+ID 编号+2 位消息编号+2 位 crc16*
产品类型	2（路灯）
回复设置	89
ID 长度	记录 ID 编号的长度
ID 编号	名称+编号,如 szdx001
消息编号	与 Server -> 3G 中的消息编号保持一致

(5) 如表 3.4 所示，显示举例的指令说明。

表 3.4 参数设置指令举例

功能	格式	说明
设置心跳	Server→3G: #2 1 1 03 300 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置心跳间隔为 300 秒
设置 IP 和 Port	Server→3G: #2 1 2 20 "58.210.28.58",5160@ 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置 IP 地址为 58.210.28.58 设置 Port 为 5160
设定基站管理点数	Server→3G: #2 1 4 03 149 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置基站管理点数为 149
调光数据设置	Server→3G: #2 1 5 32 1830, 99; 2300, 60; 0340, 50; 0509, 85; 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置 18:30 亮度为 99%, 23:00 亮度为 60%, 3:40 亮度为 50%, 5:09 亮度为 85%
单独路灯调光控制	Server→3G: #2 1 6 06 15060; 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置 150 号路灯亮度为 60%
分组路灯设置	Server→3G: #2 1 7 02 10 01 cc* Server→3G: #2 1 7 02 21 01 cc* Server→3G: #2 1 7 02 30 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置全部灯关, 设置偶数灯开, 设置奇数灯关
分段路灯设置	Server→3G: #2 1 8 16 010 050 0; 100 135 1; 58 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置 010-050 号路灯关闭, 100-135 号路灯开启
设置开关机	Server→3G: #2 1 D 10 1830; 0630; 01 cc* 3G→Server: #2 89 7 szdx001 01 cc*	设置 18:30 开机, 06:30 关机

4. 状态回报

(1) 状态回报：由 3G 模块发送给中心服务器，记录路灯状态信息。

(2) 交互方式：由 3G 模块发送给中心服务器，中心服务器接收到信息并给予回复。

(3) 如表 3.5 所示，显示状态回报时 3G→Server 的协议定义。

表 3.5 3G→Server 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+1 位协议类型符+1 位协议编号 +1 位 ID 长度+ID 编号+两位参数长度+参数值+消息编号+ crc16+*
产品类型	2（路灯）
协议类型符	2（状态回报）
协议编号	灯状态汇报：1 灯泡故障状态主动汇报:2 灯在线汇报：4
ID 长度	记录 ID 编号的长度
ID 编号	唯一确定一个路灯的编号
两位参数长度	记录参数值的长度
参数值	灯状态汇报：32 字节，每个字节 8bit，一共 256 个 bit，每一个 bit 代表一个路灯，从低位到高位，1=正常工作，0=关掉或者没有收到反馈信号 灯泡故障状态主动汇报：1 位故障数量+3 位路灯地址 灯在线汇报：1 位在线路灯数据+3 位路灯地址
消息编号	从 00-99 循环使用

(4) 如表 3.6 所示，显示状态回报时 Server→3G 的协议定义。

表 3.6 Server→3G 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+2 位协议编号+消息编号+ crc16*
产品类型	2（路灯）
协议类型符	2（状态回报）
协议编号	99
消息编号	从 00-99 循环使用

(5) 如表 3.7 所示，显示状态回报时的举例。

表 3.7 状态回报指令举例

功能	格式	说明
灯状态汇报	3G→Server:#2 2 1 7 csfj001 32 01 cc* Server→3G:#99 01 cc*	csfj001 号灯 主动汇报状态
灯泡故障状态 主动汇报	3G→Server:# 2 2 2 7 csfj001 05 1 050; 01 cc* Server→3G:#99 01 cc*	csfj001 号灯 故障状态主动汇报
灯在线状态汇报	3G→Server: #2 2 4 7 csfj001 09 2 050; 100; 01 cc* Server→3G: # 99 01 cc*	csfj001 号灯 在线状态汇报

5. 读取参数

- (1) 读取参数：由中心服务器发送给 3G 模块发送，读取 3G 模块配置信息
- (2) 交互方式：由中心服务器发送给 3G 模块，3G 模块接收到中心服务器消息并予以回复。
- (3) 如表 3.8 所示，显示读取参数时 Server→3G 的协议定义。

表 3.8 Server→3G 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+1 位协议类型符+1 位协议编号+消息编号+ crc16+*
产品类型	2（路灯）
协议类型符	3（读取参数）
协议编号	读取网络参数：1
消息编号	从 00-99 循环使用

- (4) 如下页表 3.9 所示，显示读取参数时 3G→Server 的协议定义。

表 3.9 3G→Server 协议定义

格式	#+1 位产品类型编号+1 位协议类型符+1 位协议编号+消息编号+ crc16+*
产品类型	2（路灯）
协议类型符	3（读取参数）
协议编号	读取网络参数：1
消息编号	从 00-99 循环使用

- (5) 如表 3.10 所示，显示读取参数时的举例。

表 3.10 读取参数指令举例

功能	格式	说明
读取网络参数	Server→3G: # 2 3 1 01 cc*	读取 szdx001 的网络参数
	3G→Server: # 2 89 7 szdx001 06 11 ABCD 01 cc*	

第四章 系统实现

4.1 系统架构



图 4.1 系统架构图

如图 4.1 所示，用户打开浏览器访问服务器（nginx），服务器从 cache 中拉取数据，如果数据存在于 cache 中则直接返回，如果不存在的话则需要读取数据库中的信息。数据库采用读写分离，读库与写库之间通过 binlog 保持数据同步^[15]。

4.2 数据库设计

4.2.1 基站表

如下页表 4.1，显示基站表的数据字典，基站表存储所有基站的信息，有一个外键 road_id，表明这个基站所在的道路，指向道路表的主键。base_longines 表示基站的经度，base_latitude 表示基站的纬度，用于将基站在地图上标注出来。

4.2.2 基站故障表

如下页表 4.2，显示基站故障表的数据字典，基站故障表存储所有基站故障的信息，有一个外键 base_id，表明这个故障所对应的基站，指向基站表的主键。problem_reason 表示基站故障的原因，problem_time 表示基站故障发生的时间。

4.2.3 路灯表

如下两页表 4.3，显示路灯表的数据字典，路灯表存储所有路灯的信息，有一个外键 base_id，表明这个路灯所在的基站，指向基站表的主键。lamp_longines 表示路灯的经度，lamp_latitude 表示路灯的纬度，用于将路灯在地图上标注出来。

表 4.1 基站表 sl_base

字段	类型	说明
Id	Int	编号
base_num	Varchar	基站编号
base_name	Varchar	基站名称
register_time	Int	最后连接时间
base_longines	Datetime	基站经度
base_latitude	Varchar	基站纬度
login_time	Datetime	客户端最近登录时间
Address	Varchar	客户端 IP 地址
heartbeat_interval	Varchar	心跳间隔
server_ip	Varchar	服务器 IP
server_port	Varchar	服务器端口
road_id	Int	道路 ID
disconnect_flag	Int	1 代表客户端主动断开
max_lamp_count	Int	最大路灯数量
group_control_state	Int	群组控制状态
group_setting_state	Int	群组设置状态
base_state	Int	基站状态
cache_time	Datetime	缓存时间
time_brightness	Varchar	定时亮度
start_time	Datetime	开机时间
stop_time	Datetime	关机时间
delete_time	Datetime	删除时间

表 4.2 基站故障表 sl_base_problem

字段	类型	说明
Id	Int	编号
base_id	Int	基站 ID
base_name	Varchar	基站名称
base_problem	Varchar	基站故障信息
problem_reason	Varchar	故障原因
problem_time	Datetime	故障时间

4.2.4 路灯故障表

如下页表 4.4，显示路灯故障表的数据字典，路灯故障表存储所有路灯故障的信息，有一个外键 lamp_id，表明这个故障所对应的路灯，指向路灯表的主键。problem_reason 表示路灯故障的原因，problem_time 表示路灯故障发生的时间。

4.2.5 汇报概览表

如下页表 4.5，显示汇报概览表的数据字典，汇报概览表存储所有故障的信息，包括基站和故障。device_type 为 int 型，1 代表基站，2 代表路灯。report_type 为 int 型，1 代表每日，2 代表每周，3 代表每月。Report_time 为 datetime 类型，表明故障发生的时间。

表 4.3 区域表 sl_lamp

字段	类型	说明
Id	Int	编号
lamp_num	Varchar	路灯编号
lamp_name	Varchar	路灯名称
base_id	Int	所属基站 ID
Activation	Varchar	1-路灯激活；2-路灯未激活
lamp_state_setting	Float	设置状态（0-坏或者关闭；1-好；-1-灯泡坏）
road_id	Int	所属道路 ID
lamp_longines	Varchar	路灯经度
lamp_latitude	Varchar	路灯纬度
Brightness	Int	亮度
operation_state	Int	服务器端口
problem_state	Varchar	路灯故障信息
lamp_stime	Datetime	路灯状态更新时间
zigbee_state_time	Datetime	zigbee 模块的状态的更新时间
failure_count	Int	失败次数
lamp_state	Int	1 表示正常，2 表示关闭，3 表示故障
segment_control_state	Int	分段控制路灯：0 表示未设置（默认值），1 表示开启，2 表示关闭
segment_setting_state	Int	分段设置路灯：1 表示开启（默认值）。2 表示关闭
update_time	Datetime	添加进数据库的时间
lamp_type	Int	路灯类型，单位 W
detele_time	Datetime	删除时间

表 4.4 路灯故障表 sl_lamp_problem

字段	类型	说明
Id	Int	编号
lamp_id	Varchar	路灯编号
lamp_name	Varchar	路灯名称
lamp_problem	Varchar	路灯故障
problem_reason	Varchar	故障原因
problem_time	Datetime	故障时间

表 4.5 区域表 sl_report_overview

字段	类型	说明
Id	Int	编号
problem_num	Int	故障编号
device_type	Int	1 代表基站，2 代表路灯
report_time	Datetime	故障时间
report_type	Int	1 代表每日，2 代表每周，3 代表每月

4.2.6 路灯电力统计表

如表 4.6，显示路灯电力统计表的数据字典，路灯电力统计表存储路灯电力的统计数据。year 为 varchar 型，代表对应的年份。lamp_type 为 varchar 型，代表该路灯所对应的功率。start_hour 和 end_hour 分别表示开始的时间和结束的时间。

表 4.6 区域表 sl_statistics_lamp_electricity

字段	类型	说明
Id	Int	编号
year	Varchar	年份
lamp_month	Varchar	月份
lamp_type	Varchar	功率，单位 W
lamp_count	Int	路灯数量
start_hour	Varchar	开始时间
end_hour	Varchar	结束时间

4.2.7 路灯故障统计表

如表 4.7，显示路灯故障统计表的数据字典，路灯故障统计表存储所有路灯故障的信息，该表以月份为基础，problem_year 表示对应的年份，problem_month 表示对应的月份，problem_type 表示故障的种类，problem_count 表示故障的数量。

表 4.7 区域表 sl_statistics_lamp_problem

字段	类型	说明
Id	Int	编号
problem_year	Varchar	故障年份
problem_month	Varchar	故障月份
problem_type	Int	故障路灯的种类
problem_count	Int	故障数

4.3 页面实现

4.3.1 页面整体架构

物联网路灯节能监控系统页面显示分为五个部分。

1. 工作台。显示路灯节电的图表数据、各城镇路灯排名、不同类型的路灯数量图、故障图、不同类型的路灯故障图、各城镇路灯故障排名等。
2. 区域管理。包括区域信息的列表、增删改查；道路信息的列表、增删改查。
3. 设备管理。包括基站信息的列表、增删改查；路灯信息的列表、增删改查；GIS地图的展示。
4. 设备故障。包括基站故障的列表、对应基站的历史故障；路灯故障的列表、对应路灯的历史故障。
5. 用户权限。包括用户管理（用户的列表、增删改查）；角色管理（角色的列表、增删改查）；管理员管理（用户角色的管理）；权限管理（权限列表、增删改查）；日志管理（查看日志）；系统设置（系统的参数设计、版权设置、统计代码、logo 设置、系统标题设置）。

4.3.2 登录界面



物联网路灯节能监控系统

欢迎登录

root

验证码

☐ 记住密码

登录

图 4.2 登录界面

如图 4.2 所示，登录采用用户名、密码、验证码的方式，一定程度上可以防止暴力破解登录密码。

4.3.3 工作台

如图 4.3 所示，登录之后显示工作台界面，有入驻城市、覆盖区域、路灯控制器、路灯等不同颜色标注。节电线形图显示不同日期节电的数据，直观明了。

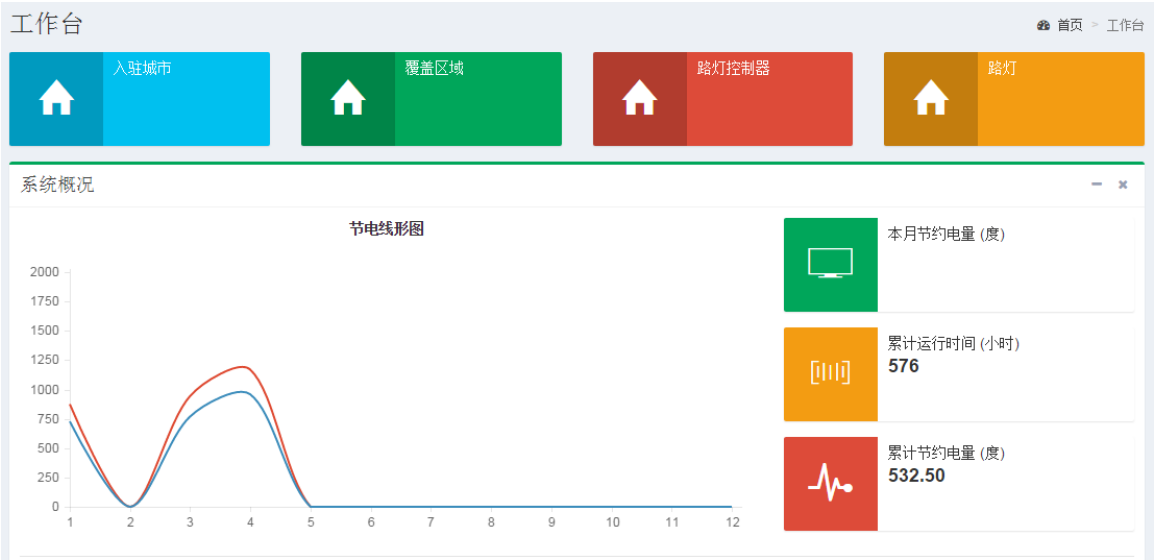


图 4.3 工作台



图 4.4 工作台-各城镇路灯排名

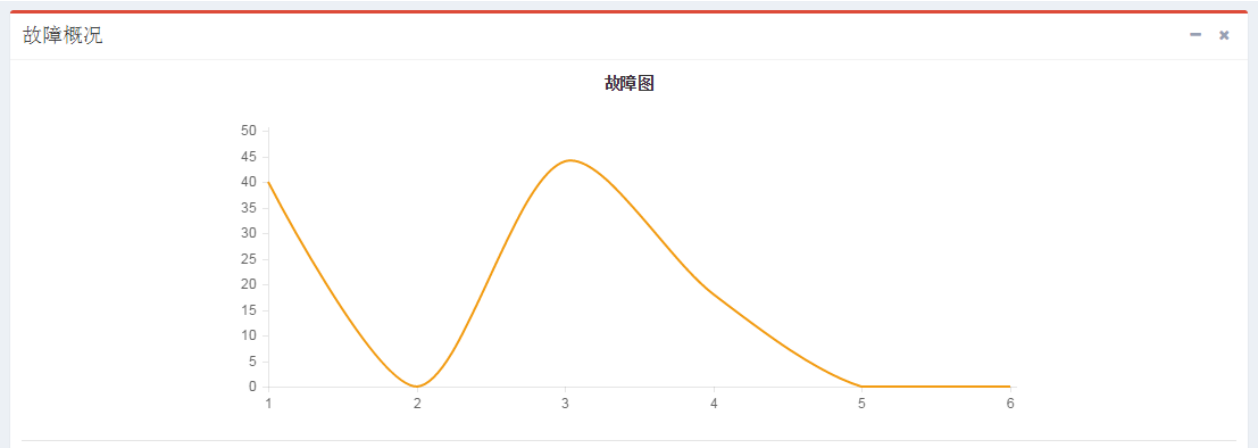


图 4.5 工作台-各城镇路灯排名

如上页图 4.4 所示，以柱状图的形式展现了各城镇的路灯排名，右侧显示不同类型的路灯数量。

如上页图 4.5 所示，显示不同日期的路灯故障数量，有利于直观地分析对比出路灯的故障情况。



图 4.6 工作台-各城镇路灯故障排名

如图 4.6 所示，显示各城镇路灯故障排名，可以对比分析出不同区域的路灯故障情况，可以进一步分析出地理位置对路灯故障的影响。

4.3.4 区域管理

1. 区域信息

区域信息				首页 > 区域管理 > 区域信息
每页显示条数: 10	添加	搜索...	Q	
区域名称	所在城市	备注信息	操作	
洞庭湖	张家港	湖湖	✕	
岳阳楼	张家港	美	✕	
花果山	张家港	好	✕	
武侯庙	张家港	庙	✕	
玉门关	张家港	关	✕	
秦淮河	张家港	河河	✕	
拙政园	张家港	圆圆	✕	
滕王阁	张家港	阁阁	✕	
大阳山	张家港	森林公园	✕	

图 4.7 区域信息列表

如图 4.7 所示，显示了区域信息列表，包含的字段有区域名称、所在城市、备注信息。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。

2. 道路信息

道路信息

首页 > 区域管理 > 道路信息

每页显示条数: 10 添加

搜索...

道路名称	所属区域	所在城市	备注信息	操作
人民北路	岳阳楼	张家港	北路	
西路	洞庭湖	张家港	w	
人民中路	武侯庙	张家港	好路	
人民东路	滕王阁	张家港	一般	
人民西路	玉门关	张家港	差不多	
大马路	拙政园	张家港	好大大	

第 1 到 6 条记录, 共 6 条

上页 1 下页

图 4.8 道路信息列表

如图 4.8 所示，显示了道路信息列表，包含的字段有道路名称、所属区域、所在城市、备注信息。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。还有增加和修改道路信息，新增和修改的字段为道路名称、备注信息、区域，以方便对道路信息的维护。

4.3.5 设备管理

1. 基站信息

基站信息

首页 > 设备管理 > 基站信息

每页显示条数: 10 添加

所有

搜索...

基站名称	所属道路	基站经度	基站纬度	操作
红旗中路001	西路	120.463409	31.958696	
苏州大学001	人民东路	120.48964	31.960779	
苏州大学002	人民东路	120.461397	31.945645	
苏州大学003	人民中路	120.48346	31.946196	
苏州大学004	人民北路	120.55324	31.964762	
苏州大学005	大马路	120.536855	31.927014	
苏州大学006	人民北路	120.479363	31.93351	
苏州大学007	人民中路	120.459816	31.935104	
苏州大学008	人民东路	120.452055	31.919903	

图 4.9 基站信息列表

如图 4.9 所示，显示了基站信息列表，包含的字段有基站名称、所属道路、基站经度、基站纬度。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角

显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。还有表示增加和修改基站信息，新增和修改的字段为基站名称、基站经度、基站纬度、道路，以方便对基站信息的维护。如果需要添加的基站名称在数据库中已经存在，则给出已存在的提示信息，并不允许添加。

2. 路灯信息

路灯信息

首页 > 设备管理 > 路灯信息

每页显示条数: 10 添加 搜索...

路灯名称	所属基站	路灯经度	路灯纬度	操作
人民北路001	红旗中路001	120.778868	31.881838	<a>+ <a>✖
人民北路019	苏州大学003	120.777179	31.885119	<a>+ <a>✖
人民北路021	苏州大学002	120.777018	31.88544	<a>+ <a>✖
人民东路	苏州大学008	120.3442	31.54354	<a>+ <a>✖
人民西路003	苏州大学003	120.4324	31.432545	<a>+ <a>✖

第 1 到 5 条记录, 共 5 条 上页 1 下页

图 4.10 路灯信息列表

如图 4.10 所示，显示了路灯信息列表，包含的字段有路灯名称、所属基站、路灯经度、路灯纬度。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。还有增加和修改路灯信息，新增和修改的字段为路灯名称、路灯经度、路灯纬度、基站，以方便对路灯信息的维护。

3. GIS 地图



图 4.11 GIS 地图

如图 4.11 所示，以 GIS 地图的形式显示了基站所在的具体位置以及基站当前的状态，绿色表示在线，红色表示离线。



图 4.12 GIS 地图详细

如图 4.12 所示，点击按钮后，显示当前基站的基站名称、基站状态、管辖路灯数量、所在道路的名称。

所有省市	所有区县	所有道路
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
张家港		
所有省市		

图 4.13 搜索地图区域

如图 4.13 所示，显示搜索框，可根据 3g 模块名称搜索对应的数据。下拉列表包括所在省市、所在区域、所在道路等，提供不同的下拉选择。

4.3.6 设备故障

1. 基站故障

基站故障 首页 > 设备故障 > 基站故障

每页显示条数: 10

基站名称	地址	运行状态	故障次数	历史故障
红旗中路001	张家港洞庭湖西路	正常	1	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学001	张家港滕王阁人民东路	故障	1	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学002	张家港滕王阁人民东路	故障	0	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学003	张家港武侯庙人民中路	正常	0	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学004	张家港岳阳楼人民北路	正常	0	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学005	张家港拙政园大马路	正常	0	<input type="button" value="历史故障"/>
苏州大学006	张家港岳阳楼人民北路	正常	0	<input type="button" value="历史故障"/>

图 4.14 基站故障列表

基站故障的定义为：如果最后联系时间小于昨天晚上 5 点，则拿最后联系时间与昨天晚上 5 点做比较，相差超过 30 分钟，表明基站失联。如果最后联系时间大于昨天晚上 6 点，则拿最后联系时间与当前时间做比较，超过 10 分钟则表明基站失联。

基站故障列表，包含的字段有基站名称、地址、状态、故障次数。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。

某个基站下的历史故障，包含的字段有故障设备、故障时间、故障原因。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。

2. 路灯故障

路灯故障					
<div> 首页 > 设备故障 > 路灯故障 </div>					
每页显示条数:	10	所有	搜索...		
路灯名称	所属基站	运行状态	故障次数	历史故障	
人民北路001	红旗中路001	正常	1	历史故障	
人民北路019	苏州大学003	故障	0	历史故障	
人民北路021	苏州大学002	故障	0	历史故障	
人民东路	苏州大学008	正常	0	历史故障	
人民西路003	苏州大学003	关闭	0	历史故障	
第 1 到 5 条记录，共 5 条				上页	下页

图 4.15 路灯故障列表

路灯故障的定义为：故障信号发送时间大于路灯开灯信号发送时间，表明为 路灯故障类型。Zigbee 信号发送时间与 3G 模块的最后联系时间做比较，相差超过 30 分钟，表明 Zigbee 故障类型。

如图 4.16 所示，显示了路灯故障列表，包含的字段有路灯名称、所属基站、状态、故障次数。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。

某个路灯下的历史故障，包含的字段有故障设备、故障时间、故障原因。提供每页显示条数的下拉选择，搜索框可以搜索各个字段，排序按钮也可以对各个字段进行升序和降序排列，左下角显示总条数以及当前条数的位置，右下角显示当前的页数以及上页下页按钮，方便用户进行点击跳转。

第五章 总结与展望

5.1 课题总结

本文介绍了设计开发该系统所用到的 B/S 架构模式、MVC 设计模式、物联网路灯的研究现状、使用技术及本文的工作特色。实现系统各部分所需的相关技术，包括选择使用 PHP 作为核心的开发语言，MySQL 作为数据库存储，Redis 提供缓存服务，BootStrap 提供前端页面支持，百度地图 API 提供位置显示服务。还介绍了该系统的需求分析、概要设计以及预期的成果。通过对路灯控制系统进行市场调研分析，对系统进行初步设计，画出系统流程图、用例图、类图和数据字典。系统的设计架构、详细的数据库表建立，各个页面的实现，相关操作的说明等。最后分析项目的研究进度、研究成果、目前的不足、改进的方法等。

本文通过对路灯控制方法进行调研分析，结合路灯控制和维护的相关需求，设计并实现了物联网路灯节能监控系统 Web 端软件。该系统以地图的形式标注出路灯的位置，以图表的形式显示出耗电与节能的数据，以短信的形式自动通知维护人员进行检修。另外，该系统有着简洁的显示界面、友好的交互操作，管理人员只需要通过简单的指导就可以对整套系统进行管理控制。除此之外，管理人员的每一步操作都会写进日志，方便系统的监控与问题追溯。

5.2 后续工作展望

该系统经过开发、测试、上线，已经能够将整个流程进行下去，后期需要在如下几个方面进行优化：

（1）数据库方面，数据库的设计上可以设计相关的索引，以提高查询的速度。另外，通过数据库的读写分离，设置主从同步，数据库的查询走读库，增删改走写库，然后写库中的数据通过 binlog 同步到读库，这样一定程度上可以避免数据库锁定带来的时间等待，提高数据库效率。

（2）数据操作方面，插入时通过批量插入的方式，提高写入的效率。查询时尽量只查询需要显示的字段，而不是查询所有的字段。更新的时候采取事务的方式，这样在数据库更新失败的时候可以回滚，防止数据的错误。

（3）页面显示方面，地图显示部分有待优化，路灯的标注以及缩放控制需要进一步友好。图表数据需要进一步处理，以达到简洁明了的效果。

参考文献

- [1] 浦敏, 李云飞, 王宜怀. 基于物联网的无线照明控制系统[J]. 照明工程学报, 2010 (2): 86-89.
- [2] PHP 核心技术与最佳实践[M]. 机械工业出版社, 2013
- [3] Prettyman S. Learn PHP 7: Object Oriented Modular Programming using HTML5, CSS3, JavaScript, XML, JSON, and MySQL[J]. 2016.
- [4] Cochran D. Twitter Bootstrap Web Development How-To[M]. Packt Publishing Ltd, 2012.
- [5] Macedo T, Oliveira F. Redis cookbook[M]. " O'Reilly Media, Inc.", 2011.
- [6] Hammer-Lahav D E, Hardt D. The oauth2. 0 authorization protocol. 2011[R]. IETF Internet Draft.
- [7] 时子庆, 刘金兰, 谭晓华. 基于 OAuth2. 0 的认证授权技术[J]. 计算机系统应用, 2012 (3): 260-264.
- [8] Kılıçdağı A, Yılmaz H I. Laravel Design Patterns and Best Practices[M]. Packt Publishing Ltd, 2014.
- [9] 王少林, 刘公明, 陶亮. 智能路灯监控管理系统的设计与应用[J]. 智能建筑电气技术, 2015, 9(2): 71-74.
- [10] Cui W, Huang L, Liang L J, et al. The research of PHP development framework based on MVC pattern [C]. //Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2009. ICCIT'09. Fourth International Conference on. IEEE, 2009: 947-949.
- [11] 叶春晓, 符云清, 吴中福, 等. 基于多粒度权限的访问控制[J]. 计算机应用研究, 2004, 10: 87-88.
- [12] 李震, 袁超伟. 智能巡检系统中权限管理模块的设计与实现[J]. 2012.
- [13] Conallen, Jim. Building Web applications with UML. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002.
- [14] 周可记, 唐梅娟. 移动终端参数自动配置技术研究[J]. 邮电设计技术, 2009 (5): 4-7.
- [15] 陶辉. 深入理解 Nginx: 模块开发与架构解析[M]. 机械工业出版社, 2013.

致 谢

大学四年的瞬即逝，不知不觉中我已经踏上社会的征程。在此，我要感谢每一位在过去四年中教导过我的老师，他们认真严谨的教学授课，让我学到了很多知识，专业技术得到了提高。尤其是杨哲老师，从大一下便加入了杨老师的融合通信实验室，在实验室里我参与校内校外的科研项目，学习到了很多先进的技术，也提高了自己的科研能力。

回顾本次毕业设计，我最应该感谢的是我的导师杨哲老师。他对待学术认真严谨、一丝不苟的态度，潜移默化地影响了我的方方面面，引导着我朝着学术的方向前进着。从刚开始毕业设计的选题，到后来任务书的撰写，参考文献的选择和阅读，外文翻译的选择和翻译，再到现在论文的撰写与修正，杨老师都不辞辛劳，给予了悉心的指导和关心。在此衷心感谢杨老师这一阶段对我的付出和帮助。

其次我要感谢的是苏州市融合通信重点实验室的每一位同学，他们就如同我的兄弟姐妹们一样，给予我技术上的指导，项目上的建议，让我更好的完成科研项目。每当我在遇到不明白的地方时，是他们的讲解让我克服困难，解决问题，在此真心的感谢他们。

最后还要感谢实习公司的同事们，感谢他们在我步入社会的时候给予的指导与帮助，让我更好的融入社会，适应社会，以更好的状态投入到当中。

附 录

软件著作权登记证书

- [1] 苏州大学学生科研项目管理平台软件 1.0, 2014SR138854
- [2] 智慧城市物联网路灯节能监控系统 Web 端软件 1.0, 2014SR138862
- [3] 智慧城市物联网路灯节能监控系统 Web 端软件 1.1, 2015SR265188
- [4] 苏州大学导师制管理平台 1.0, 2016SR004891