
西安邮电大学

毕业设计（论文）

题目： 基于物联网的远程灯控系统

学院： 自动化学院

专业： 自动化

班级： 自动 1403

学生姓名： 王林博

学号： 06141092

导师姓名： 汤少杰/樊平 职称： 副教授/高级工程师

起止时间： 2017年12月5日 至 2018年6月10日

1.1. 毕业设计（论文）声明书

本人所提交的毕业论文《基于物联网的远程灯控系统》是本人在指导教师指导下独立研究、写作的成果，论文中所引用他人的文献、数据、图件、资料均已明确标注；对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明并表示感谢。

本人完全理解《西安邮电大学本科毕业设计（论文）管理办法》的各项规定并自愿遵守。

本人深知本声明书的法律责任，违规后果由本人承担。

论文作者签名：

日期： 年 月 日

西安邮电大学本科毕业设计(论文)选题审批表

申报人	汤少杰	职 称	副教授	学 院	自动化学院		
题目名称	基于物联网的远程控灯系统						
题目来源	科研	√			教学		其它
题目类型	硬件设计		软件设计	√	论文		艺术作品
题目性质	应用研究		√		理论研究		
题目简述	实现一种基于物联网的远程控灯系统，使用蓝牙模块构成物联网，通过手机 APP 实现无线灯光管控。可以实现各种灯的开关、呼吸灯、警报灯等效果。具体要求： 1. 实现模块间的组网； 2. 实现手机 app 的控制；3. 撰写论文。						
对学生知识与能力要求	1. 单片机原理及接口技术 2. 计算机网络 3. 物联网						
具体任务以及预期目标	1. 实现蓝牙模块并实现物联网组 2. 实现无线灯光管控 3. 撰写论文						
时间进度	2018.1.2-2018.1.6 撰写开题报告，并提交； 2018.1.7-2018.3.3 学习蓝牙模块并实现物联网组网； 2018.4.21-2018.4.31 编写程序，并调试； 2018.5.1-2018.5.25 对系统进行测试和完善； 2018.5.26-2018.6.5 整理材料，形成论文，制作 PPT，准备答辩。						
系（教研室）主任签字	2017 年 12 月 9 日			主管院长 签字		2017 年 12 月 9 日	

西安邮电大学本科毕业设计（论文）开题报告

学生姓名	王林博	学号	06141092	专业班级	自动 1403
指导教师	汤少杰	题目	基于物联网的远程控灯系统		
<p>选题目的（为什么选该课题）</p> <p>从长远角度来看，智能灯光管控市场有着广阔的发展前景，随着物联网+的概念被提出，物联网技术的发展给家庭生活带来了革命性变化的机会。与此同时，伴随着无线网络的技术的得到广泛应用，人们更追求操作更简单、快捷的智能灯光设计。</p> <p>目前市场上大多数的灯光管控都需要人工介入，使用起来不太方便。有了无线网络技术、软件工程的帮助。使灯光管控更方便、快捷。</p>					
<p>前期基础（已学课程、掌握的工具，资料积累、软硬件条件等）</p> <p>已学课程：《8051 单片机的 C 语言开发》 《单片机原理及应用 A》《计算机控制技术》 《高级语言程序设计》《传感器原理及应用》；</p> <p>掌握工具：示波器、万用表、ESP8266 模块、信号发生器、烙铁、电脑；</p> <p>资料积累：《实例解读 51 单片机完全学习与应用》（杨欣，等电子工业出版社）</p>					
<p>要研究和解决的问题（做什么）</p> <p>1. 物联网组网问题</p> <p>2. 灯光控制问题</p>					
<p>工作思路和方案（怎么做）</p> <p>远程控灯系统通过手机 APP 对安装的灯管、灯带进行控制，可配置灯光的亮度、颜色等参数还可以进行远程控制。该系统共包四大模块：电源管理、主控制器，灯光控制模块、网络模块。</p> <p>工作思路： 通过网络模块接入 Internet 网络，访问相应的网络； 手机 App 打开时便接入灯光控制网络； 灯光控制使用 LED 模拟。</p> <p>解决方案： MCU 对网络模块 ESP8266 进行控制使用起来方便、快捷； 灯光控制使用 MOS 管对 LED 进行控制。</p>					
<p>指导教师意见</p> <p style="text-align: right;">签字：2018 年 1 月 6 日</p>					

西安邮电大学毕业设计（论文）成绩评定表

学生姓名	王林博	性别	男	学号	06141092	专业 班级	自动 1403
课题名称	基于物联网的远程控灯系统						
指导教师 意见	<div>(从开题论证、论文内容、撰写规范性、学习态度、创新等方面进行考核)</div> <div>评分（百分制）：<div>指导教师(签字)：</div><div>年 月 日</div></div>						
评阅 教师 意见	<div>(从选题、开题论证、论文内容、撰写规范性、创新和预期成果等方面进行考核)</div> <div>评分（百分制）：<div>评阅教师(签字)：</div><div>年 月 日</div></div>						
验收 小组 意见	<div>(从毕业设计质量、准备、操作情况等方面进行考核)</div> <div>评分（百分制）：<div>验收教师(签字)：</div><div>年 月 日</div></div>						
答辩 小组 意见	<div>(从准备、陈述、回答、仪表等方面进行考核)</div> <div>评分（百分制）：<div>答辩小组组长(签字)：</div><div>年 月 日</div></div>						
评分比例	指导教师评分(20%) 评阅教师评分(30%) 验收小组评分(30%) 答辩小组评分（20%）						
学生总评 成绩	百分制成绩				等级制成绩		
答 辩 委 员 会 意 见	<div>毕业论文(设计)最终成绩(等级)：</div> <div>学院答辩委员会主任(签字、学院盖章)：</div> <div>年 月 日</div>						

目录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章. 绪论	1
1.1. 课题背景.....	1
1.2. 课题任务.....	3
1.3. 论文结构.....	3
第二章. 系统结构及模块分析	4
2.1. 系统方案.....	4
2.2. 设计思路.....	4
2.2.1. 网络部分:	5
2.2.2. 硬件的可靠性设计.....	9
第三章. 硬件系统介绍.....	11
3.1. Arduino 简介.....	11
3.2. Arduino 主控制器介绍.....	11
3.3. 网络模块 ESP8266.....	13
3.4. 彩色 LED 介绍.....	16
第四章. 软件系统介绍.....	19
4.1. 网络部分.....	20
4.2. 主控制器部分	21
第五章. 软硬件系统联调.....	23
5.1. 硬件调试.....	23
5.2. 软件调试.....	24
5.3. 软硬件联调.....	26
总结与展望.....	27
致 谢.....	28
参考文献.....	29

摘 要

21 世纪以来随着现代科技的飞速进步、人们的消费水平和生活水平的大幅提上照明市场上对灯光的控制种类和控制的精度提出了更高的要求。就城市和小家庭而言，智能产品的出现随处可见。根据国家对于智能家居的扶持同时为了较高的生活品质，大大小小的家庭里安装了智能家居产品，智能照明系统几乎已经成为一个必不可少的智能家居系统。

从长远角度来看，智能灯光管控市场有着广阔的发展前景，随着物联网+的概念被提出，物联网技术的发展给家庭生活带来了革命性变化的机会。与此同时，伴随着无线网络技术的广泛应用，人们追求操作更简单、快捷的智能灯光设计。

目前市场上大多数灯光管控都需要人工介入，使用起来不太方便。有了物联网+、无线网络技术、软件工程的帮助，使灯光管控、更方便、快捷。

针对以上问题引入了物联网作为辅助，提出了一种基于物联网的灯光管控系统使灯光管控更方便、更快捷。本设计利用手机作为遥控器，利用几乎全覆盖的 WIFI 网络作为传输数据的低成本解决方案，来实现可以一键控制无需走动的灯管控制方案。本设计采用 Arduino Mega 2560 作为主控制器、ESP8266 作为数据传输模块，手机 APP 作为人机交互终端，来实现可以轻轻动动手指即可调整家里的灯光，渲染家庭气氛。

本设计成本低廉、美观大方大大减少了普通开关所用的线材和加工成本。

关键字： Arduino Mega 2560；ESP8266；物联网；

ABSTRACT

Since the 21st century, with the rapid advancement of modern science and technology, people's consumption levels and the rapid increase in living standards, the lighting market puts higher demands on the type of light control and the precision of control. For cities and small families, the emergence of smart products can be seen everywhere. According to the national support for smart homes and for a higher quality of life, smart home products have been installed in large and small homes. Intelligent lighting systems have become almost an indispensable smart home system.

From a long-term perspective, the intelligent lighting control market has broad prospects for development. With the concept of the Internet of Things+ being proposed, the development of the Internet of Things technology has brought about a revolutionary opportunity for family life. At the same time, with the widespread use of wireless network technologies, people are pursuing smart lighting designs that are simpler and faster to operate.

For most of the current lighting control on the market requires manual intervention, it is not easy to use. With the help of Internet of Things+, wireless network technology and software engineering make light control, more convenient and faster.

Aiming at the above problems, the Internet of Things is introduced as an assistant to propose a lighting management, and control system based on the Internet of Things, can make light control more convenient and faster. This design utilizes the current mobile phones that people have on hand as a remote controller, and uses a WIFI network that is almost completely covered by the network as a low-cost solution to transmit data to implement a lamp control scheme that can be controlled without moving by one key. This design uses the Arduino Mega 2560 as the main controller and the ESP8266 as the data transmission module. The mobile phone APP acts as a human-machine interaction terminal to realize that the light at home can be adjusted by gently moving the finger to render the home atmosphere.

The low cost and beautiful appearance of this design greatly reduces the cost of wire and processing used in ordinary switches.

Keywords: Arduino; Mega2560; ESP8266; Internet of Things;

第一章. 绪论

1.1 课题背景

上世纪的科幻小说里经常出现人们使用一个设备控制家中的任意设备。可以足不出户控制院子里、花园里、道路上的灯光。在劳累一天后回到家就能吃到早已自动加热的可口饭菜，洗上一个热水澡。这一切伴随着物联网的诞生开始逐渐地在家庭中实现。现如今的传统开关大多数仍为机械开关，需要用户走到开关的安置处拨动机械开关来实现灯的开关。应用了物联网的开关，用户不再需要像传统管控方式那样走到灯光的开关跟前。物联网的时代用户仅需要轻轻点击无线遥控器，就可以任意控制家里的灯光。因为国家对物联网的大力扶持、物联网的技术飞速发展，物联网的应用也随之遍布全国的大江南北。物联网公司、互联网公司、智能硬件公司像雨后春笋般的在全国各地展开。在不久的未来，智能照明相关的产品即将取代目前使用的传统操纵笨重的照明产品，是家庭照明领域的后起之秀。智能照明产品行业进行着前所未有的大改变。传统的灯光管控模式也将逐渐的系统化、集成化。

市场上对于这种智能照明相关的产品呼声很大，市场需求非常大。高级酒店里对灯光的颜色、亮度、饱和度等的色彩指标需求较大。灯光的高级控制将会为高级酒店顾客带来更佳的用户体验。就从灯光的模式来说婚宴上暖色调能带给宾客们更强烈的动力感，能给酒店渲染出热血的气氛。例如婚宴、公司年会、典礼等场景就需要灯光大的色度调节范围。婚宴上的祝词等环节需要大的亮度调节范围这不仅为灯光的智能管控提出了新的要求而且对新式的照明系统、照明材料提出了新的需求。上面说的灯光的智能管控，就是在保证目前所使用的灯具工作正常的情况下，供给灯具一个期望的输出功率从而获得一个最佳的照明效果。这样一边可减少因为供给灯具的电压过大造成亮度过大，让灯具发出的光线更加看起来的柔和。减少了发光的亮度也减轻了人的眩目保护了人们的视力。另一方面又因为使用了较传统供电较低的电压给灯具延长了灯具的使用寿命。灯具电压控制的改善可以使照明灯具发出的光分布更加均匀地减轻了对眼睛的刺激；因为更加合理地控制了供给电压原因而节省了一部分电能，进而达到了节能环保的目的。

试想一下，你在家中的灯光不仅仅是用了好多年的暖色灯光或者是像工作室那种一成不变的冷色灯光，而是心情好的时候灯光中带着暖色调能让人心潮澎湃、心情差的时候稍微冷点的色调能让人冷静下来这样的灯光已经不仅仅是用于日常照明还带了些心理治愈的效果。当自己想在家里 K 歌时要是可以像 KTV 中的灯光模式一样渲染不同的气氛，那么体验远远不一样。若是可以控制灯光的色

调、亮度、饱和度，那么你的家里就如同画师的调色板一样可以创造出千千万万种气氛，当然也可以在家里尝试一下“烛光”晚餐。

正式因为智能灯光管控有这如此多的优点和有利之处因而对于这种照明系统的研究就十分必要了。这也是本设计的初衷为了更方便的控制灯光，从简单的控制灯光的开关到比较复杂的控制灯光的色调、亮度的控制都是本设计的研究对象。

在 2018 年的物联网智能家居产品展会上，来自全球各地的众多企业在展会上推出了自家的新型智能家居系统。当然智能照明系统作为最重要的一个子系统在展会上备受关注。新型的智能照明器具和控制系统频频亮相各城市的会展中心或智能家居体验店中，有的城市突破了智能家居从无到有的局面。新一代和之后照明器具和控制系统产品在科技上展示越来越多。职能部门也逐渐意识到智能照明系统的优势，对于城市管理来说这种优势更是被放大。例如城市灯光管理系统，目前的城市用的灯光管理系统仍用着比较老旧的定时开关而且并没有调节的功能，适应性很差。例如有的道路上的灯光特别亮有时候亮到刺眼的程度。这种情况一般是电路中的电压过高长时间的过负荷运行大大减少了灯管的使用寿命。有的时候由于定时器的误差，某些地区的灯具使用时间长了以后会造成控制失灵，大中午灯还在发光，造成了大量能源的浪费。使用智能灯管管理应该可以大幅减少这些不必要的浪费，减少财政支出。

冬夏两季通常为用电高峰期带给电网不少的压力，因此考虑到安全因素也为了控制城市的峰谷用电减轻电网的负担。上海市为城市中的中心地标性建筑和景观中的道路上安装了智能控制系统。

智能灯光器具和控制系统的的发展虽然有来自于政府的大力支持和推广，但是其开发的复杂度很高。因此掌握核心技术的这种公司屈指可数。目前市场上的产品来看大多加入了 IT 技术，引入了物联网技术，为灯光控制加装了无线开关和亮度的调节等新的功能。仅仅方便了使用，还未达到控制色调、渲染气氛的要求。

智能灯光管控比传统控制好的太多，因此在不久的将来将会在智能家居、办公地点、公共社区等地有着十分光明的发展前景。

智能灯光管控系统的需求将会作为一个发源点带动一系列与智能灯光器件、器具、控制器行业的发展。例如国内的灯光控制 IC 行业、光传感器行业、链接器件行业、半导体等产业。

随着物联网互联网等概念和技术的兴起将会在智能灯光管控领域大放光彩但目前市场上大多数的灯光管控都需要人工介入，使用起来不太方便。因此有了无线网络技术、软件工程的帮助。使灯光管控更灵活、轻巧。

1.2 课题任务

针对目前市场上大多数的灯光管控都需要人工介入，使用起来不太方便。有了物联网技术、无线网络技术、互联网+技术的支持和软件、系统工程的帮助，大大增加了灯光管控的智能性和便捷性。使得无线灯光管控器具使用起来更灵活、轻巧。

针对目前传统给灯光管理行业中所遇到的问题通过引入了物联网作为新的解决工具提出了一种基于物联网的智能灯光管控系统。可以使灯光管控更方便、更快捷。本设计利用目前人们手头都有的手机作为遥控器，利用网络几乎全覆盖的 WIFI 网络作为传输数据的低成本解决方案来实现可以一键控制无需走动的灯管控制方案。本设计采用 Arduino Mega 2560 作为主控制器、ESP8266 作为数据传输模块，手机 APP 作为人机交互终端，来实现可以轻轻动动手指即可调整家里的灯光，渲染家庭气氛。

本设计成本低廉、美观大方大大减少了普通开关所用的线材和加工成本。针对目前市场上灯光管控的部分问题，本设计引入物联网这一利器，解决控制不方便、接入设备少、设备利用率低等问题。通过对智能灯具得控制系统进行调控，实时调整灯具的工作功率达到了节能环保的目的，物联网的引入解决了方便用户控制的需求。

1.3 论文结构

本文章各章节安排如下：

第一章：引言介绍关于本课题的背景信息及市场上关于本课题的部分信息。

第二章：系统结构和可行性得分析，这一章主要介绍了关于本课题整体的系统架构。阐述了整体的设计思路、需要考虑的问题和针对每个具体问题的解决方案。

第三章：硬件系统介绍 本章节主要介绍了有关本设计的硬件系统的组成。详细说明了各子系统之间的关系、各子系统在整体系统中的作用。通过具体图解完全展现了具体的硬件设计。

第四章：软件系统介绍本章节主要介绍了本设计的软件部分。由于本设计是一个结合了物联网、软件、硬件的集成系统。涉及了网络的管理和本地数据的处理与链接因此分为本地部分和网络两个部分。

第五章：系统测试本章节主要介绍了本设计软件和硬件系统的调试测试情况。系统测试分为各个子系统的调试测试、软件调试部分、硬件子系统功能的调试部分和系统功能总联调部分。

第二章. 系统结构及模块分析

2.1 系统方案

本设计主要包括：主控制器、网络接口部分、手机终端部分和灯光控制部分四大子系统。

远程控灯系统结构如图 2.1 所示：

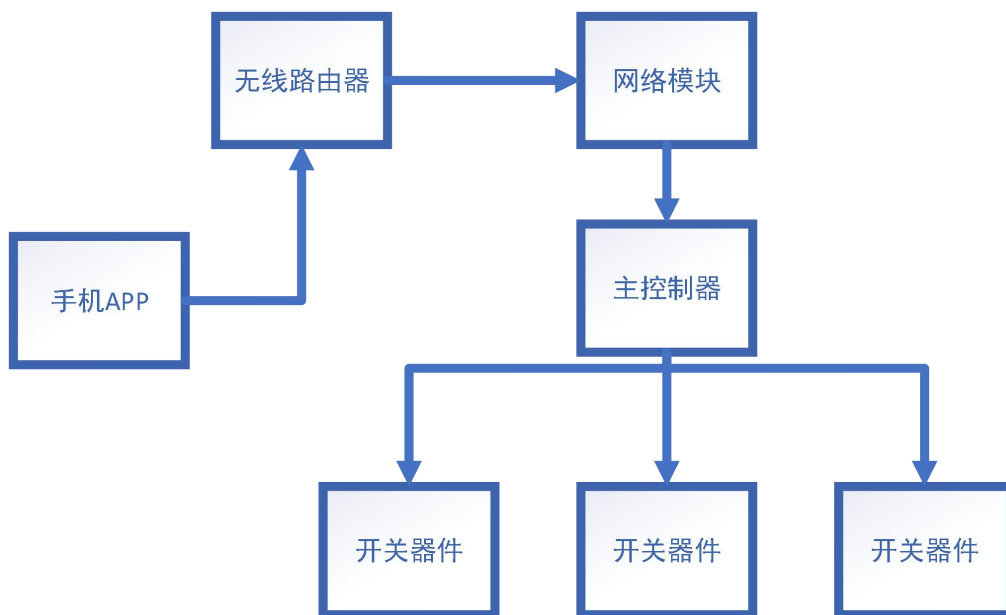


图2.1 系统结构框图

远程控灯系统通过手机 APP 对安装的灯管、灯带进行控制，可配置灯光的亮度、颜色等参数还可以进行远程控制。

2.2 设计思路

由于本设计是一个结合了物联网、软件工程、硬件工程的继承系统，需要实现无线控制因此需要使用到用于数据收发无线网络传输模块及与子系统进行通信转换的网络接口。手机 APP 通过网络将控制数据发送到无线路由器，经由路由器将数据包分发到各个控制系统的网络子系统中。经网络子系统的处理将数据交接到主控制器，主控制器经过对数据的检验及运算发出控制命令控制相应的执行器实现灯光的亮度、颜色的变化等灯光管控。

设计中需要考虑的问题如下：

1.因为要实现无线控制因此需要引入无线模块本文列出了如下几项目前市面上使用的部分无线网络模块其细节见硬件系统部分。

2.由于本系统控制部分为弱电、灯光部分为强电所以本系统为一个跨强弱电的综合系统。所以既要设计控制子系统的弱电能源供应又要设计灯光子系统的强电能源供应部分。这些强弱电源的结合控制涉及到系统级的可靠性设计。

3.处于复用性、易用性的考虑需要在软件中做出相应的通用接口使得当硬件

到达用户手中时仅通过改变手机 APP 中的设置就可以对控制器中相应的 IO 进行配置。

4. 由于软件的更新速率远远快于硬件的更新速率，而且软件迭代成本比硬件迭代成本低很多倍，因此需要在系统的软件部分设计出用于在线更新的 OTA 更新系统，用于之后的系统更新方便系统修改，节省成本。

5. 网络接口部分涉及数据的传输就需要用到数据协议目前用于物联网上的传输协议已经非常成熟，但是传输协议有其适用范围对于本设计仍有较大的可选空间。

2.2.1 网络部分：

互联网经过数十年的发展已经子孙满堂，而作为其衍生物的物联网无线通信技术虽然很年轻但是已经有了很多的兄弟姐妹。物联网通信技术主要分为两类。第一类是短距离通信技术，以 Zigbee、WiFi、蓝牙、Z-wave 等技术为代表。另一类是广域网通信技术 LPWAN (low-power Wide-Area Network, 低功耗广域网)^[10]。低功耗广域网又可分为两类：第一类是工作在未授权即非 ISM 频段下的 LoRa 等技术，第二类则是工作在 ISM 频段下的 3GPP。3GPP 就是生活中常见的 2G、3G、4G 的蜂窝通信技术例如 NB-IoT 等^[14]。3G、4G 的数据传输速率较其他物联网来说较高当然成本也是最高的；按传输数据的速度接下来则是速度较低的 GPRS。更低数据传输速度的网络暂时还是空白没有更好的蜂窝技术去实现。但目前市场上对低速低成本的蜂窝网络有着很大的需求。目前因为没有统一的、划时代的解决方案，大多数场景中仍然使用 GPRS 来替代工作。

为了将无线网络技术应用于这些应用场景世界又很多组织和个人在为了弥补这个市场空白而努力。其中最大的最权威的还是电气电子工程师协会又名 (IEEE)。他们致力于为短距离络技术制定相应的国际标准和行业标准。这个无线网络技术的大家族就是 802.15 协议^[4]。

这个协议下分为一下几个部分：

1. 802.15.1 此部分协议支持蓝牙 (Bluetooth) 技术
2. 802.15.2 此部分协议规定了工作频段中的共存性
3. 802.15.3 此部分协议提供了高数据传输速率的无线个人局域网
4. 802.15.4 此部分协议提供了低数据传输速率的 WP

他们在无线网络中的位置如图 2.2:

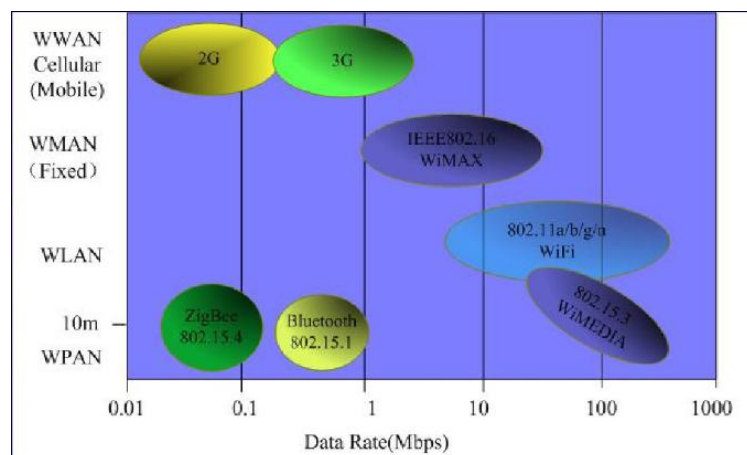


图2.2 各大无线网络技术的位置

802.15.4 简介

由于 802.15.4 提供了低速率数据传输，因此其有着省电、操作简单、低成本等优良特点。此协议的物理层采用直接序列扩频技术（DSSS）^[12]。在网络的 MAC 层中借用了原来 802.11 协议中的 CSMA/CA 的方式，提高了系统的兼容性对于更早的网络做出了让步。

在此协议下可使用 3 个可用的频段如下表 2.1 示：

表2.1 可用信道

频段	信道	地区
2.4G	16	全球
868M	1	欧洲
915M	10	美国

LoRa 简介：

LoRa（Long Range）是 LPWAN（低功耗广域网）通信技术的一种^[6]。顾名思义它的最突出的特点就覆盖范围远其覆盖范围最远可以超过 15 公里。

它又三种类别

1.Class A 用于定时定点同步网络中的数据。此类设备通常用于长时间无人值守工作不需要进行维护，因此主要关注的是设备的使用寿命和省电的特性。。

2.Class B 用于基本传输，同时也加入了广播性能。

3.Class C 主要用于持续的数据传输

特点：

1.低成本：使用免费免牌照的 ISM 频段，单个节点的成本极低因此非常适合建网使用。

2.极低的功耗：由于不是长时间链接、数据传输速率较低-，而且使用了扩频传输因此功耗极低。

3.覆盖范围大：此特点是 LoRa 最大的特点，仅仅几个节点可轻松覆盖几十公里的范围因此非常适合做低数据大面积的采集。

应用场景：

1.LoRa 在智慧城市广泛应用于路灯灯况检测。当旁道路灯出现非正常的情况时，使用 LoRa 模块可以将路灯情况返回到管理部分对路灯进行保养维修。

2.智能计量表使用了 LoRa 模块就可以足不出户抄完所有用户的表。目前小区中安装的无线水表、无线电表大量应用了 LoRa 技术，大大降低了抄表计量人员的工作负担。原来需要有一名抄表员 3 天干活在计算机中仅需要几秒即可，大大节省了人力，方便了管理。当用户的表出现了故障时还可以将故障信息返回以便及时调度维修人员修缮减少了公司和用户的损失。

3.在无人停车系统里的应用。将 LoRa 作为停车检测节点用于车位检测和车位计时自动计费。相比传统车位检查需要人工检查，信息统计不全、错误率高、实时性差，而且省掉了门口收费的围栏可以实时更新车位信息。

4.在水库的应用。在水库中主要使用 LoRa 传感器网络对水位、水的流量、流速进行统计、监控。做到洪涝预警相比传统人工检测，这种检测的自动化程度非常高，实时性也非常的好大大减少人员成本。

5.在农业中的应用。使用 LoRa 的传感器网络布置在大型农场中可以对农场中作物的温湿度、肥料情况、盐碱度进行检测可以极大提高肥料和水资源的利用率。对于农作物的灾害情况可以进行在线监督。

6.物流方面的应用。为高价值的物流包裹装上 LoRa 的追踪标签可以实时更新物流信息最大限度的降低物流的丢包率。对于丢失的包裹也留有一定的信息用来找回。

ZigBee 简介：

Zigbee 是一种工作在 ISM 频段(Whole World)、868M 频段(EU)、915M(US)频段的无线通信技术^[2]。其传输速率分为高速 250Kbit/s、低速 20Kbit/s、中速 40Kbit/s，适用于较低数据量的传输。其单个节点传输距离在 10-80m 左右的范围内，可以通过联入更多的节点来扩大网络的覆盖面积^[3]。

特点如下：

1.低功耗：由于其低速率的数据传输反射功率极低，况且一般 ZigBee 几点

使用的 SOC 上都自带休眠模式可以采用极低的占空比来获取很低的功耗。

2.成本低

3.十多毫秒因此适用于对时间要求严苛的无线控制应用

4.网络容量大：此协议下规定了一个字节作为子网络中 ID 用于区分各个从机，因此若所有的节点组成星状网络结构则每个子网可最多容纳 254 台从设备和一个主机即从低字节开始计数至字节满。同一个区域内可以通过 802.11 的防冲突规避机制来实现最多存在上百个网络。

5.可靠：由于采用了 802.11 协议和 802.15.2 协议的支持加入了防撞策略

6.安全性：协议中规定了必须加入 CRC（循环冗余校验）的数据包完整性校验和 AES-128 加密。

ZigBee 的适用场景如下：

1.用作监视器，比如用于在森林中探测火情的火警传感器、用于在矿洞中用作瓦斯报警的瓦斯报警器、用在气象中气象站采集温湿度的采集器。

2.用于低功耗的传感器网络

3.作为自动化站点中数据中转站。例如 DCS 无线分布式控制系统中的控制站点需要将数据按时同步到整个网络，此时这种无线网络就体现其优势。由于若为每个节点配置有线网络则需要配置工业控制服务器，又要为这些节点加配相应的节点适配器。若使用 ZigBee 的无线传感器网络则可以很好的避免这些问题，每个节点既作为发射节点又作为中转节点可以节省一大笔用来配置工业传感器网络设备的费用非常经济划算。而且由于是分布式网络每个节点经过的数据量很小，每个节点保存的数据很少，因此非常适合用于数据量较小的分布式处理系统中。

4.作为链接控制器之间的通信设备。当控制器加入无线控制网络后可以通过这些通信节点在线修改参数来适应控制环境以达到最优控制。现代 AI 技术的发展对与控制中的系统辨识能力变强，硬件计算成本的降低使得实时控制得到更好的实现。

5.应用于公司的安保系统

6.鼠标键盘等消费电子

WLAN 简介

WLAN 即无线局域网是一种无线以太网技术，也就是目前手机中内置的 WIFI 接入技术^[9]。它基于 IEEE 的 802.11 防冲突协议，这个协议也同时是无线局域网领域里最早的国际标准。

在 802.11 协议中规定了四种主要的物理配件

1.Station 即工作站，此配件的目的为了协助网络传送数据相当于有线网络的服务器。

2.AP Access Point 即接入点。加入这个组件的目的为了将国际标准协议中定义的数据帧转换为与其接入的其他网络协议帧

3.空中媒介 顾名思义，这个配件用于传递信息属于物理层，802.11 定义了射频物理层及红外物理层。

4.分布式的节点布置 通过分布式的节点来实现较大的覆盖区域。同时负责将数据转发至目的地。

考虑到使用的网络模块和手机 APP 本设计最终使用了 TCP/IP 协议。数据包的格式最终也确定为 JSON。

2.2.2 硬件的可靠性设计

弱电部分使用变压器后接 DCDC 给硬件系统供电或者使用电池加稳压器的组合。为了节省设计时间的关系选用了后者作为电源管理。

强电部分：

由于家庭用于照明的灯管都为省电为了使用时的安全性和可靠性可选用继电器和晶闸管作为开关器件来控制灯管的开断。

强弱电过度部分：

本设计是一个强弱电的综合系统因此需要可靠的通过弱电控制强电，而且弱电不能受强电的影响。因此选用了光耦作为链接器件，因为是光通信，既避免了强弱电之间互相影响，又解决了可靠性的

综上所述最终的解决方案的步骤如下：

1.手机通过发送数据包到网络

2.WIFI 模块通过链接到互联网上来接受数据并处理数据,WIFI 模块将处理后的数据转发给主控制器,主控制器解析数据并通过光耦对继电器、晶闸管做出相应的动作。

工作流程图 2.3 如下：

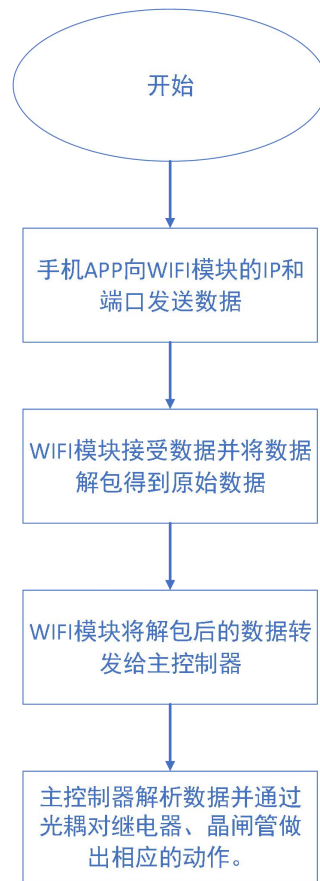


图2.3 工作流程图

第三章. 硬件系统介绍

3.1 Arduino 简介

Arduino 是一类开源硬件开发平台，他包含几百种具体型号的开发板，同时因为公开了原理图允许玩家自行制版，自行 DIY。这个开源开发平台包含了它旗下所有的硬件平台(包括了各种 DIY 玩家自行制版)以及它家自行开发的 IDE。

随着 Arduino 中国在国内的推广和其易于开发的特性赢得了众多粉丝。Arduino 开发板本质上是一块 AVR 单片机的最小系统板，它搭载了 arduino 中国为其开发的 bootloader 因此可以使用他自家厌烦的语法。

Arduino 的简便灵活、方便上手的特点现已被广大电子爱好者所热衷，现基于 Arduino 的各种创意设计层出不穷。因此，接下来我们将陆续通过发布各种小的创意作品同广大爱好者共同交流学习。

3.2 Arduino 主控制器介绍

ARDUIO MEGA 2560 是基于 ATMEGA2560 芯片的单片机开源开发板。Arduino Mega2560 核心电路板应用了 USB 接口。它具有 54 个通道的数字 IO，适合于大量的 IO 接口的设计^[1]。MCU 核心是 ATmega2560, 16 路模拟（AD）输入，四路异步串行通信（UART）接口，时钟源为 16MHz 晶振，9V 电源插头，ICSP 写入口和复位按钮。该平台的 PCB 板暴露了整个芯片所含的所有资源。mega2560 也兼容了为 uno 设计的扩展板.此款开发板上暴露了 3 个电源接口可以供选择。外部直流电源由电源插座供电，电池与开发板上的 GND 和 VIN（Volt input）引脚相连，电源由 USB 接口提供。

规格参数表如表 3.1 所示：

表3.1 规格参数

工作电压	5V
推荐输入电压范围	7-12V
输入电压范围	6-20V
数字输入输出	54
模拟输入输出	16
每个I/O口的输出电流	40mA
3.3V管脚的输出电流	50mA
内存空间	256KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
时钟频率	16MHz

输入输出：

54 路数字输入输出口：额定工作电压为 5V，每个管脚最大拉电流为 40 毫安。每个路径配置有 20 至 50K 欧姆内部上拉电阻器（缺省没有连接）。某些引脚有复用功能。

6 路外部中断口：引脚号 2（中断 0）、3（中断 1）、18（中断 5）、19（中断 4）、20（中断 3）和 3（中断）。触发中断方式可以配置为上升沿，下降沿或电平触发模式^[7]。

14 路 8 位 PWM 输出（引脚号 0—13）。

串行外围接口（53-50 管口分别为片选（SS）、时钟（SCK）、（MOSI）、（MISO））

测试灯（第 13 路 IO）：专门留做测试接口的测试 LED 通常用作状态指示和开发板的验证，引脚输出为 1 时 LED 亮，反之输出为 0 时 LED 灭。

16 路模拟（AD）输入：每一路高达十位 AD 具有（即输入划分为 1024 个级别）。未接入外部参考源的情况下默认的输入信号范围为 0 到 5V，可以连入不同的源电压接入 AREF 引脚来调整 AD 的输入信号的上限。

TWI 接口（管口 20、21 分别为数据线（SDA）时钟线（SCL））。注：与 I2C 总线兼容。AREF（模拟输入信号的参考电压）

Reset（复位引脚）：此管口接入低电平时 2560 单片机芯片识别为复位信号启动复位流程。

通信接口

串口资源：MEGA2560 内置了 4 个通道的异步串行通信接口 UART 可与外部串口通信。

TWI（兼容 I2C）接口

SPI 接口其引脚映射图如图 3.1：

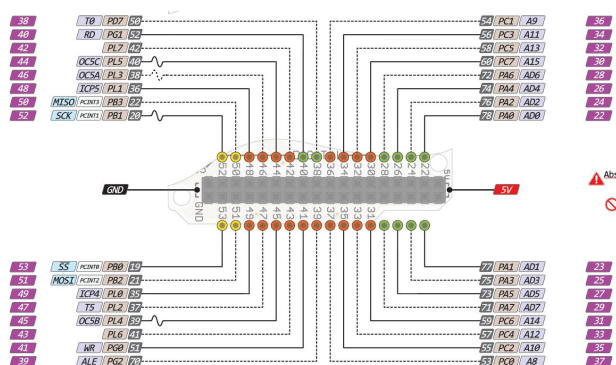


图3.1 MEGA2560引脚映射图

注意：单个引脚最大 20ma 电流

整个芯片最大 200ma 电流

3.3 网络模块 ESP8266

主要参数介绍：

ESP8266 是一个非常完整的 Wi-Fi-SOC 解决方案领有自己的协议栈和 SDK，用户既可以自行在上面构建自己的应用，又可以将 WIFI 作为从机来处理 WIFI 发来的数据，来实现自己的业务。

ESP8266 中运行用户的应用时，可以直接从与其通过串行外设总线连接的外部存储器（闪存）中启动应用。内置的大缓冲区有助于接收处理大容量的数据包，提升了整个系统的性能而且缓冲区的加入也大大减少了内存的需求。

另一种情况是遇到其他的无线设备例如手机接入到 Wi-Fi 模块的任务时，WIFI 模块此时作为服务器。若 ESP8266 作为服务器端则可以被添加到基于 MCU 的任何设计中，这种设计方式连接非常方便，仅仅需要将网络模块外挂到 SPI 总线或 SDIO 接口或者其他处理器的 AHB 外设桥接接口ⁱ。

ESP8266 有着非常高的性价比，他的片上处理和存储资源相对与其他平台的 SOC 来说较为强大，其可自行开发单独使用自己的 GPIO 也可使用其自带的指令系统来采集传感器及其他应用的数据，大大降低了前期的开发成本。若使用自带的指令集可以极大的减少运行中的耗电量和内存占用。ESP8266 的核心集成在 SOC 中，外设例如天线开关和电源管理转换器也集成在芯片中所以大大的精简了外围的电路，因此只需要少数外部的支持电路即可很稳定的运行。由于较完整的提供了包括前端模块的整个解决方案，所以在工程师设计时将大大减小了 PCB 空间的占用设计出的电路板非常精简。

ESP8266 的特性有：可以迅速在 Sleep 睡眠和 Wake 唤醒模式切换可以应用到较为快速反应的场合和低功耗场合、可以自适应地调整接收到的无线电的偏移以达到自动增益的功能实现波形的稳定、领有无线信号的前端信号的调理、处理功能、还包括无线电系统的故障检测和错误排除，还可以对蜂窝网络/同频的蓝牙 / DDR/LVDS/LCD 干扰（VoIP）的信号干扰进行抑制。

特征

- 使用了 802.11 b/g/n 协议可以兼容市面上的各种 WIFI 设备
- 可支持 Wi-Fi Direct (P2P)点对点连接、soft-AP 自行建立 WIFI 基站
- 在网络模块的 ROM 中内置 TCP/IP 协议栈完全兼容目前网络的应用
- 内置天线开关可以控制打开或关闭来减小功率、balun、LNA、功率放大器和匹配网络
- 支持天线分集
- 断电泄露电流小于 10uA
- 内置低功耗 32 位 CPU：可以兼做应用处理器
- SDIO 2.0、 SPI、 UART

- STBC、1x1 MIMO、2x1 MIMO
- A-MPDU /A-MSDU 的结合和 0.4μs 的保护间隔
- 2ms 之内唤醒、连接并传递数据包
- 待机状态消耗功率于 1.0mW (DTIM3)

网络模块原理图如图 3.2:

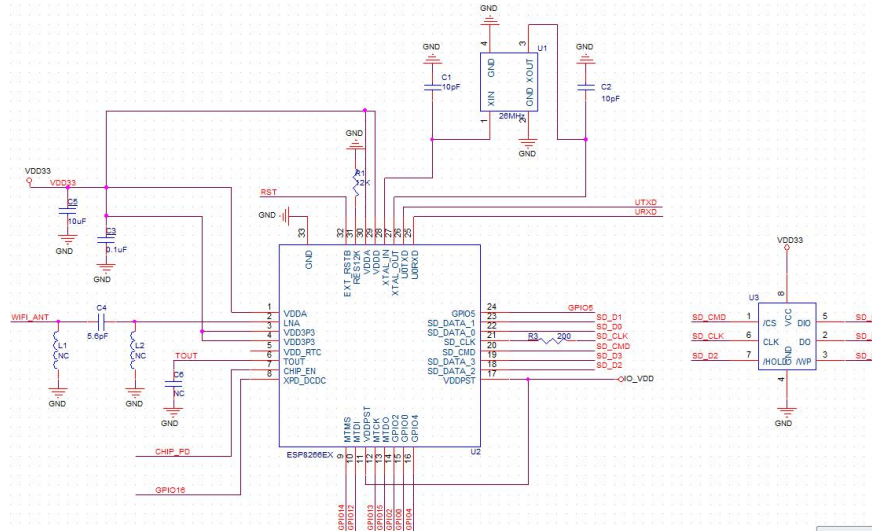


图3.2 网络模块原理图

ESP8266 的系统结构图如图 3.3:

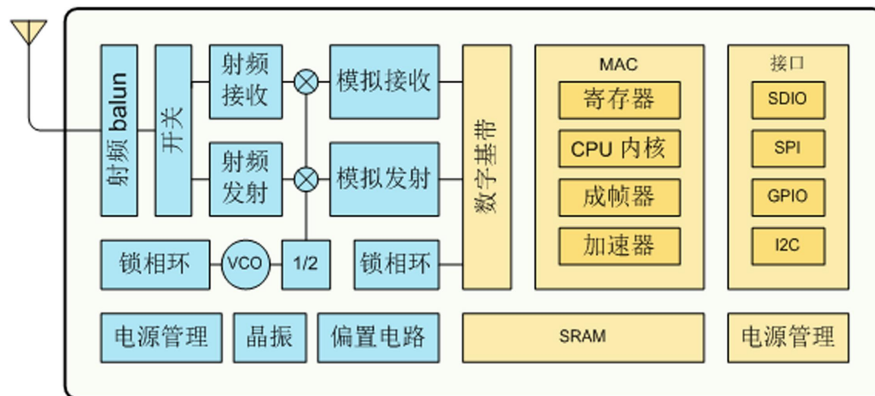


图3.3 ESP8266的系统结构图

网络模块数字电源原理图如下图 3.4 所示：

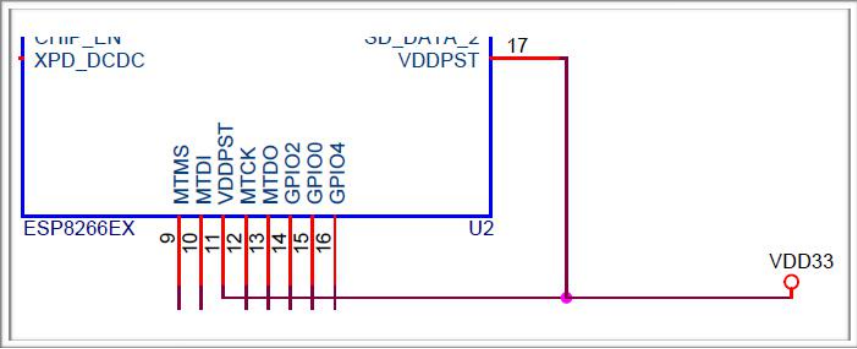


图3.4 网络模块数字电源原理图

ESP8266 频道编号与频率的对应如下表 3.2 示：

表3.2 ESP8266频道编号与频率对应

频道编号	频率 (MHz)	频道编号	频率 (MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484

ESP8266 模拟电源原理图如图 3.5：

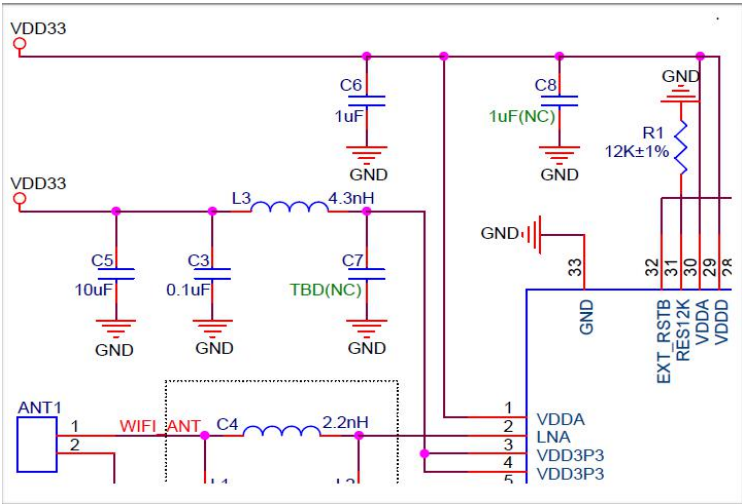


图3.5 ESP8266模拟电源原理图

ESP8266 模块规格图如下图 3.6 所示：

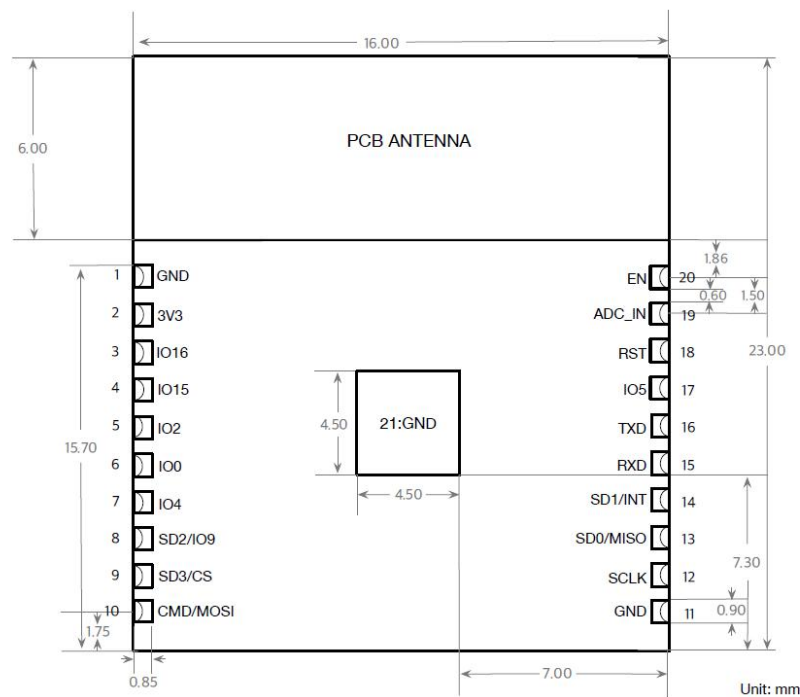


图3.6 ESP8266模块规格图

3.4 彩色 LED 介绍

参数简介

彩色 LED 参数表如下表 3.3 示：

表 3.3 LED 参数

项目	参数
直径	5mm
封装方式	DIP
发光颜色	RGB
寿命	3000h+
工作电流	15-20mA
波长	红 620-625nm 绿 520-525nm 蓝 465-470nm
亮度	红 500-800cmd 绿 3000-5000cmd 蓝 2000-3000cmd
工作温度	-20℃-55℃

彩色 LED 原理及使用方法：

彩色 LED 的 LED 与普通单色原理类似，都属于发光二极管。当掺杂区的自由电子与空穴复合时，释放出部分光子即辐射出一定的光，当辐射的光在可见光的范围内的时候就可以用于照明，基于这个原理就被用来制造发光二极管^[13]。在电路和仪器中起着指示状态的作用，也可以使用发光管的矩阵形成文本或数字显示也就是 LED 屏幕的原理。掺杂区有如下几个元素家族，有发射红光的二极管以砷化镓作为掺杂半导体，发射绿光的二极管以磷化氢等磷化物作为掺杂杂质，以碳化硅作为掺杂杂质的二极管发射黄光，GaN 参杂的二极管多为发射蓝光。根据使用的化学材料的不同，LED 分为使用有机基质的有机发光二极管 OLED 和和半导体掺杂的无机发光二极管。都是通过给发光二极管两边加上电压使发光二极管导通此时有源源不断的电子与空穴复合产生光。

全彩 LED 的使用方法也遵从普通发光 LED 管。给红管与地加上大于结电压则会发红光、绿管、蓝管同前。当三色的光叠加则可产生多种颜色的光。因此可以使用 PWM 调压的模式或者使用 DA 数模转换器来产生不同颜色的光。由于本设计使用的主控制器产生 PWM 较为容易因此采用了前者。

PWM 调制介绍

脉冲宽度调制又名脉宽调制（Pulse-Width Modulation），是一种电平调制技术^[8]。顾名思义，其原理是对脉冲宽度的调制，也就是对高低电平时间的调制。在频率一定的方波下通过对脉冲宽度的调制即对高电平时间的控制可以实现输出电压的控制，当高电平时间为 0 时相当于一直输出低电平，当高电平时间持一个周期时则相当于输出源电压。

U_o 为方波的输出电压， U_i 为方波的高电平的电压， t_h 为一个周期内高电平的持续时间， t_c 为一个周期。其原理图如图 3.7：

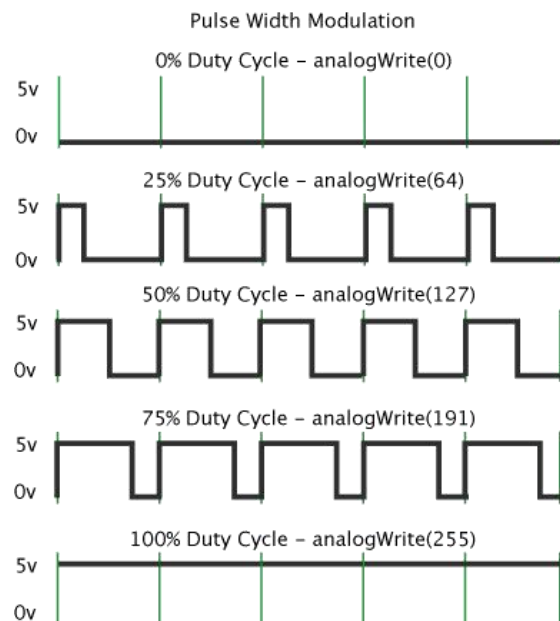


图3.7 PWM原理图示

三色 LED 实物图如图 3.8 图示：

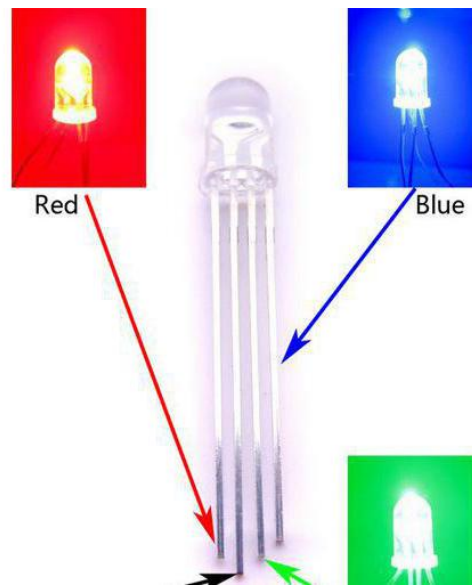


图 3.8 三色 LED 实物图

图中接口定义（从左到右）：

- 红色管引脚
- 电源地
- 绿色管引脚
- 蓝色管引脚

第四章. 软件系统介绍

4.1 网络部分

网络部分主要解决网络的连接、数据包的转发和解包三个问题。

网络的连接：

由于使用了集成 WIFI 模块的 SOC 因此仅需要连接已知 SSID 和密码的 WIFI 热点即可很好地解决了网络接入的问题。代码中使用了两个常量字符串来存储 SSID 和密码。通过查阅 WIFI 模块的数据手册得知此网络模块发起链接的指令和链接记忆指令。并在程序的初始化中对 WIFI 模块进行配置。最终将 ESP8266 网络模块配置为终端模式连接其他无线的热点关闭自身的发射功能。开机上电后初始化程序将自动接入用户已经配置好的热点。其程序流程图如图 4.1：

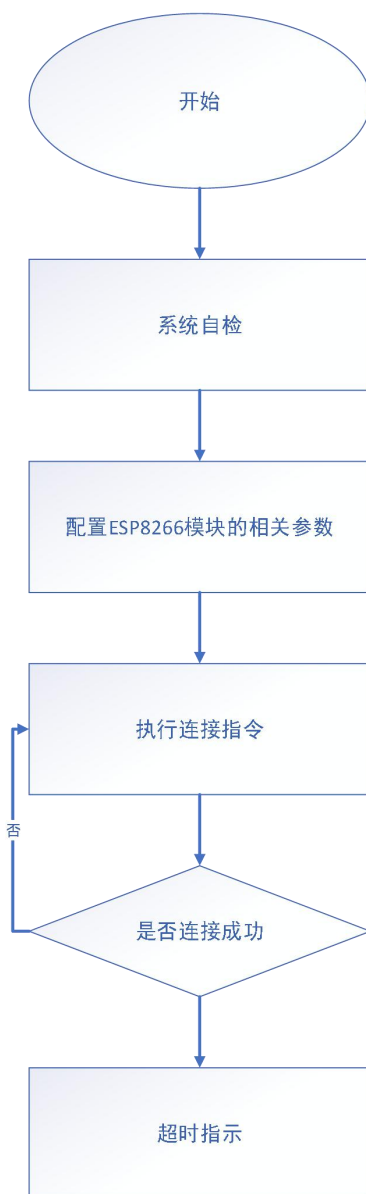


图4.1 ESP8266自动配置流程图

网络解包部分：

数据包的传输使用了耳熟能详的 TCP/IP 协议，数据包的格式为 JSON 格式。TCP/IP 在到达 ESP8266 模块时已经自动解包因此程序中仅需要对 JSON 进行解包。

JSON 简介

- 一种轻量级的数据交换格式
- 属于纯文本数据格式
- 可以表达字符串、数字、逻辑值、数组、对象等数据
- 适合服务器与客户端的交互
- 用一对花括号‘{}’囊括一系列键值对表示来表达一个有序。键与值之间用冒号，分割键值对间用逗号分隔。

根据上述 JSON 数据包的简介可以处理 JSON 数据包，步骤如下：

1. 对发来的数据包等待字符‘{‘
2. 等待到字符‘{‘后开始截取：‘前的数据并存储为字符串作为键值对中的键
3. 截取‘：‘后的值
4. 保存完后发送到主控制器中等待数据包

解包流程图如图 4.2：

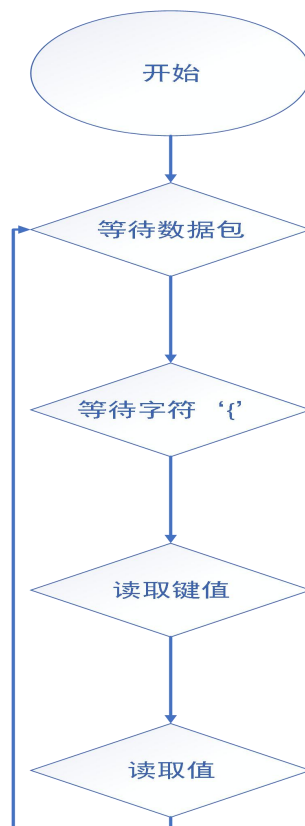


图4.2解包流程图

4.2 主控制器部分

主控制器部分主要解决主控制器与网络模块的连接和接收网络模块发过来的数据并作出相应的处理。

主控制器通过串口接收到网络部分处理后的数据对开关进行直接控制。数据格式如下：

```
{
  "sensor": "gps",
  "time": 1351824120,
  "data": [
    48.75608,
    2.302038
  ]
}
```

让程序一直等待接受冒号并截取冒号以前的数据进行比对，若为正确灯的指令则修改相应灯对应的键值对下的值。若为开关值则修改值为 1 或者 0，1 代表开 0 则表示关；若为颜色值则要修改的数据为红黄蓝三个色彩的值，该值为整型范围为 0~255 即颜色为 24 位彩，全 0 为黑满值为白。

当修改为开关值后，在后面查询修改时将会使对应的 IO 动作从而控制继电器吸合或者断开。当修改的值为颜色值时，再之后的查询修改时会改变对应引脚的 PWM 输出值从而调节对应管脚上的电压控制晶闸管进而改变颜色饱和度。

主控制器的程序流程图如图 4.3:

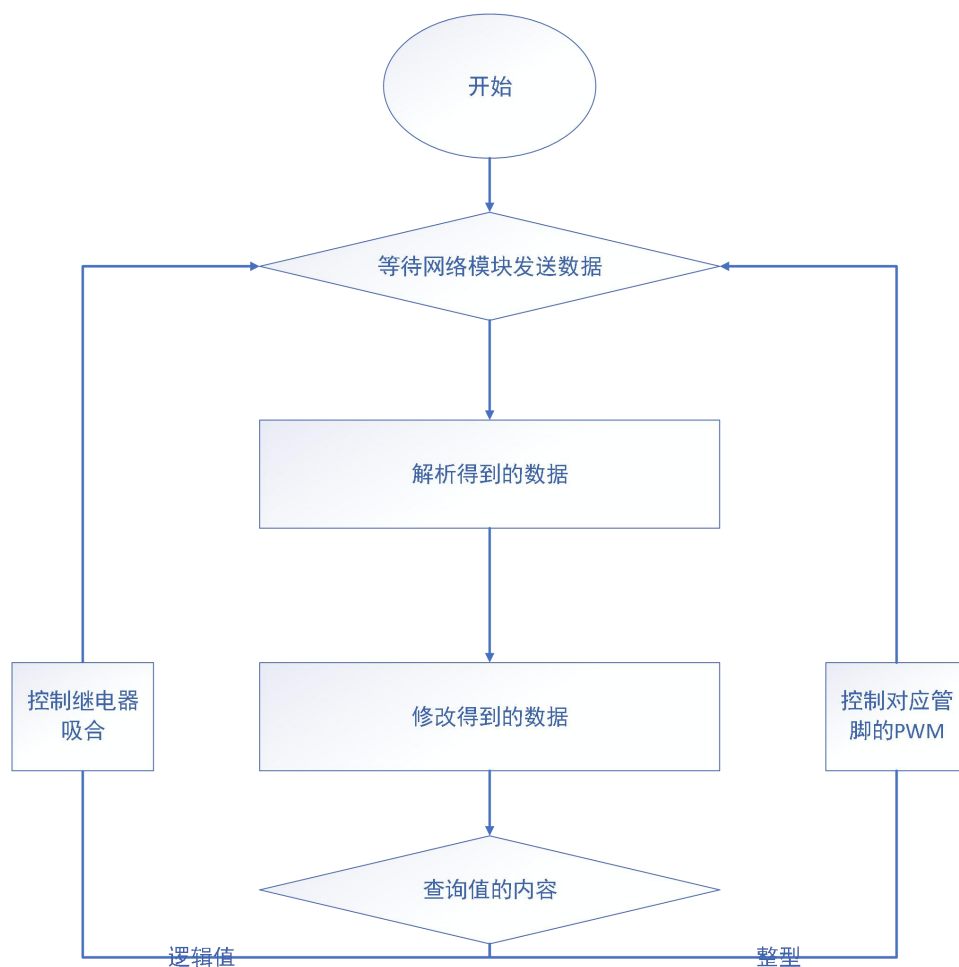


图4.3 主控制器的程序流程图

第五章. 软硬件系统联调

5.1 硬件调试

硬件调试部分分为控制器的调试、网络部分调试。控制器的调试：
通过向主控制器下载进去电灯程序证明其 IO 控制完好。调试截图如图 5.1：

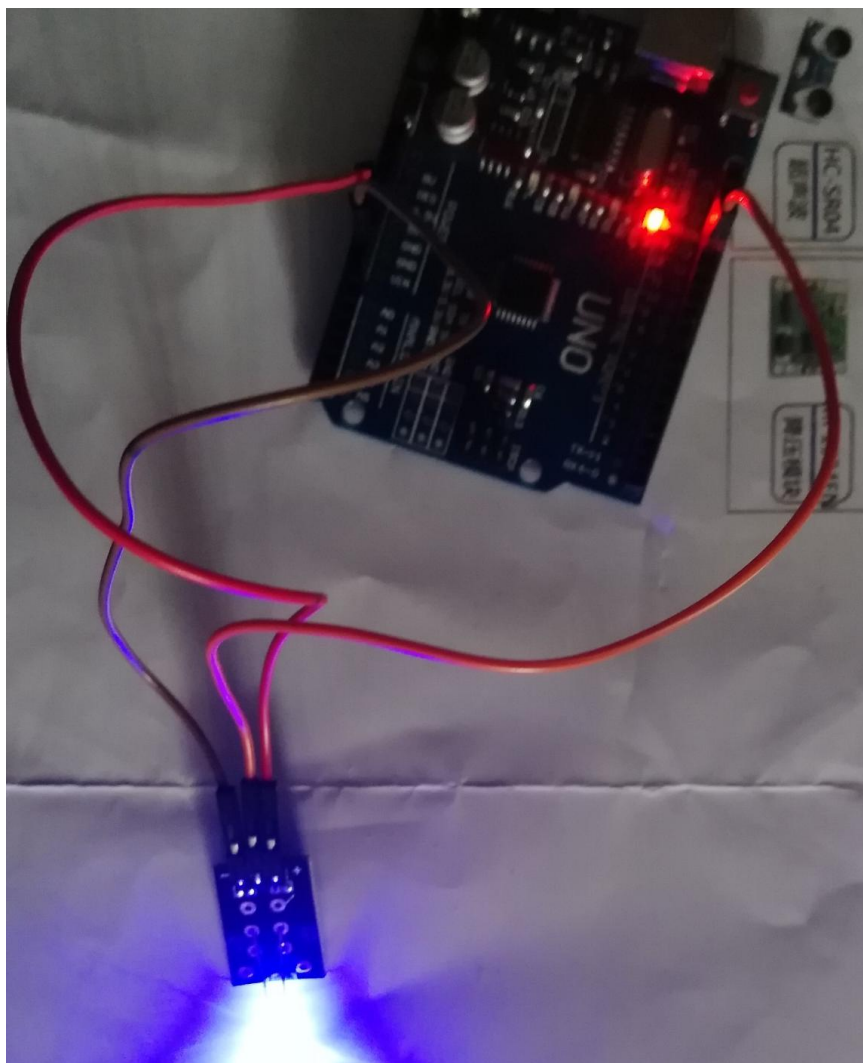


图5.1 调试截图

实验结果：证明了此块实验板 IO 正常

通过向主控制器下载点亮彩色 LED 灯的程序验证其 PWM 产生系统完好，实验截图如图 5.2:

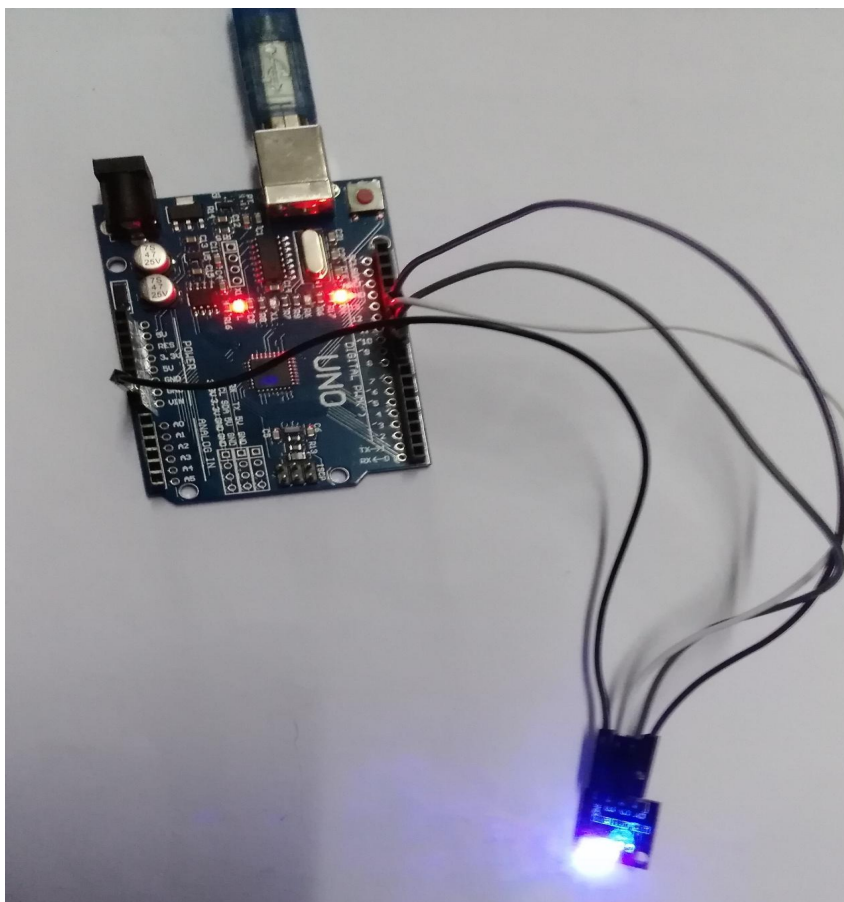


图5.2 调试截图

实验结果证明了此块实验板的 PWM 生成系统正常。

5.2 软件调试

ESP8266 网络模块联网测试通过 ESP8266 模块主动发送连接请求并返回连接后的 IP 地址，若长时间连接不到 WIFI 则返回 FALL 实验截图如图 5.3

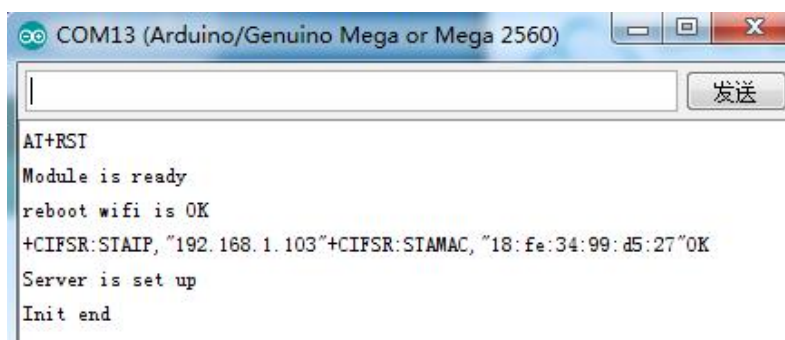


图5.3 实验截图

实验结果：如图 5.3 所示，此块 ESP8266 的连接功能完全正常 192.168.1.103

正是该模块连接到 WIFI 后返回回来的 IP。

数据包解析测试：通过手机 APP 向 ESP8266 发送控制数据包看 ESP8266 能否自行解析数据包，数据包内容：

```
{  
  "sensor": "gps",  
  "time": 1351824120,  
  "data": [  
    48.756080,  
    2.302038  
  ]  
}
```

实验截图如图 5.4 和图 5.5：

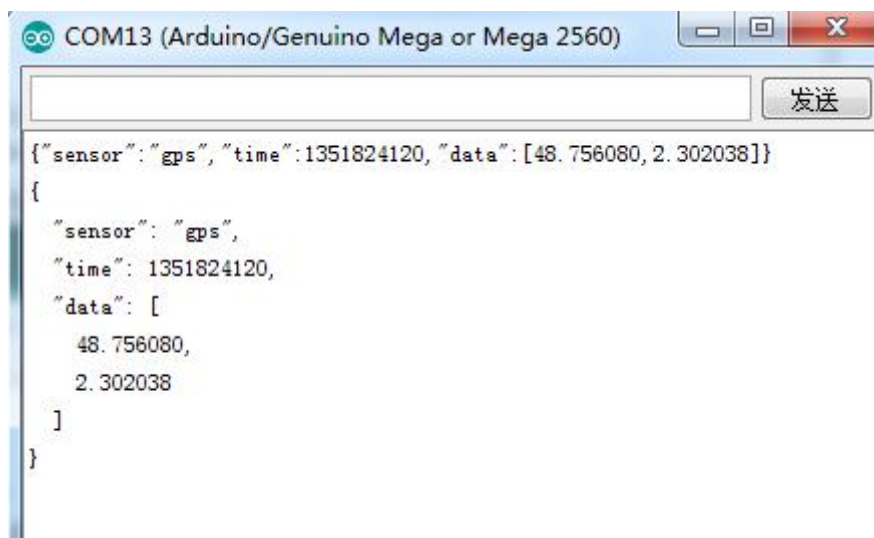


图 5.4 实验截图

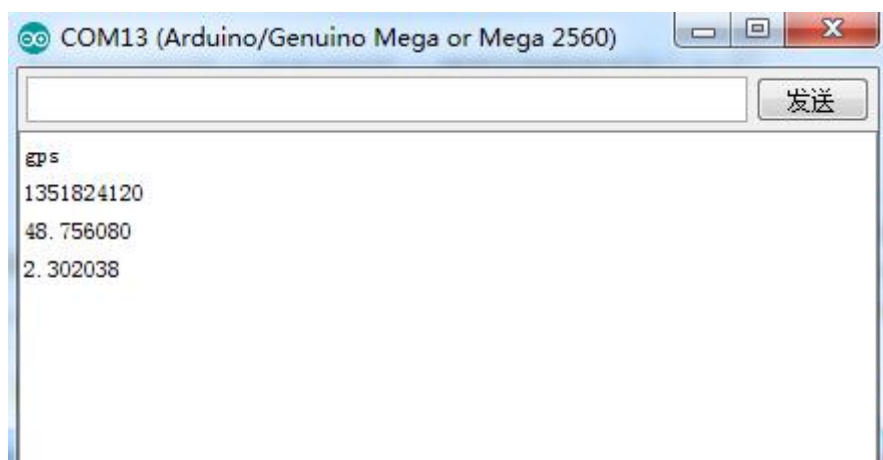


图 5.5 实验截图

如上面两张图所示图 5.4 表示当手机 APP 发送数据包时 ESP8266 接收到的数据包，图 5.5 表示数据包经过 ESP8266 解析后的数据。

实验结果：ESP8266 中的软件完美的完成了解析任务。

5.3 软硬件联调

结果如图 5.6 所示：

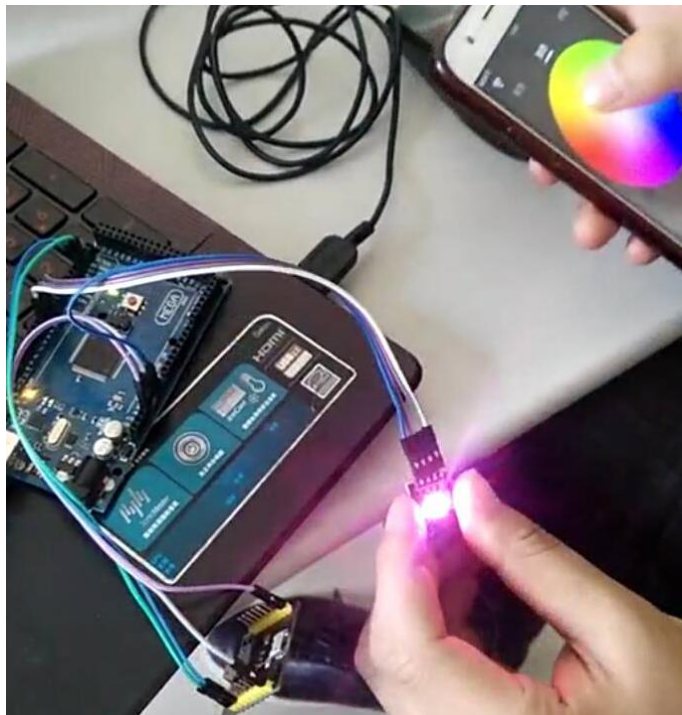


图5.6 软硬件联调图

实验结果：本实验测试了本设计无线开光灯和调色的功能，测试圆满结束。

总结和展望

21 世纪以来随着现代科技的飞速进步、人们的消费水平和生活水平的速增,照明市场上对灯光的控制种类和控制的精度提出了更高的要求。需要更方便、更快捷的管理方式来管控灯光。本设计正是迎合了这种需求,为人们在灯光的管控上提供了便利。

虽然市面上仍有很多类似的商品,但从其销量、用户体验及反馈的信息上来看仍有着很多问题如:

- 1.系统安装麻烦需要重新设计线路、改装原有电子线路
- 2.系统适应度太差部分控灯系统需要网络的支持,不支持离线操作。
- 3.系统组件过于冗杂,市面上部分系统需要自家的或者指定品牌的支持。

根据目前的进度本控灯系统有如下几点特点:

- 1.添加新设备方便快捷,根据需要接入的灯的类型(逻辑型、电压型)接入相应的控制管脚,在 APP 中配置即可使用
- 2.管控方便,通过无线路由器即可进行控制,无需手动开关。
- 3.适应性强,本设计无需网络因此仅需要在安装的某片区域内保证有无线路由器信号的覆盖即可,当手机与此模块处在同一个网段下打开 APP 则会自动连接。

由于个人找工作考公务员原因,致使此次设计时间仓促,其中存在很多问题,需要耐心改进。

具体有如下几点:

- 1 系统的在线升级仍然未完成。系统的无线在线升级需要网络、硬件资源的支持,对与本设计虽然升级的次数不是很多,但是若能用到 OTA 技术在线升级可以减少大部分的维护成本。
- 2.由于时间关系系统的安装套件并未设计,因此要应用此系统安装时仍然不太方便。

致 谢

大学四年转眼间就过去了，回顾这几年，我学到了不上大学不可能学到的大量东西。在自己所接触的专业知识方面，我有了很大的进步，由之前的菜鸟，逐渐越来越成熟，原先一些难理解的东西，现在可以很容易理解并做的更好。我相信大学四年所学将在我以后的工作中起到很大的作用，将让我一生受用。

固然，这次对我帮助最大的是我的毕业设计指导导师汤少杰老师和樊平老师，如果没有他们耐心指点，我想我完成这次毕设将有很大困难，在汤老师和樊平老师的指导与多次督促下我才能按时完成任务。所以我要由衷的感谢我的指导导师对我的耐心认真指导与严格的要求。

同时我也要感谢自动化学院老师们对我的栽培与教导，正是你们的耐心，认真的教导才有我的今天。你们不但教会我专业技能，更教会我如何做为人处世，这里由衷的感谢你们。

同时我要感谢我的同学和家人，大学这四年有你们在我身边陪伴，我才能一步一步向前走下去，不曾懈怠。

参考文献

- [1] 刘莉. 智能灯光控制系统的设计与实现[D]. 西南科技大学,2017.
- [2] 许建国, 黄落兵, 胡凤情, 夏友兵. 基于 ZigBee 的智能灯光控制系统[J]. 科技风, 2016(10):40.
- [3] 段五星, 陈伟全, 谢振汉. 基于 CC2530 的 ZigBee 无线节能 LED 灯光调节系统设计[J]. 智能计算机与应用, 2016, 6(02):106-109.
- [4] Tsu I Peng. An extensible peer-to-peer platform architecture for web of things:a practical approach[A]. Hong Kong Education Society.Proceedings of 2013 International Conference on Information and Communication Technology for Education(ICTE 2013 VI)[C].Hong Kong Education Society,2013:9.
- [5] Hong Sun. The Cloud-based Application of Encipher Scheme for Web of Things[A]. .International Journal of Intelligent Information and Management Science(Volume 2,Issue 7,October 2013)[C],2013:5.
- [6] 俞文俊, 凌志浩. 一种物联网智能家居系统的研究[J]. 自动化仪表, 2011, 32(08):56-59.
- [7] 刘静, 杨正校, 沈健. 基于 WIFI 的安卓智能家居控制与监测系统的设计[J]. 软件, 2014,35(06):19-22.
- [8] Jun-Zhao Sun. Towards the Web of Things: Open Research Issues and the BAS-AMI Use Case[A]. Intelligent Information Technology Application Association.Future Wireless Networks and Information Systems Volume 2 (ICFWI 2011 LNEE 144) [C].Intelligent Information Technology Application Association:,2011:8.
- [9] 王飞. 基于无线网络（WiFi）的灯光后台控制系统的实现与研究[D]. 南京邮电大学, 2015.
- [10] Wang Jie, Yu Wujia School of Automation Hangzhou DianZi University Hangzhou, Zhejiang Province, P.R.China. Application of Data Synchronization Interface for Base Station Asset Managerment System Based on Web Services and Internet of Things[A]. Anhui University of Economics and Finance,China、IEEE Beijing Section,China.Proceedings of 2011 International Conference on Management Science and Intelligent Control(ICMSIC 2011) VOL.03[C].Anhui University of Economics and Finance,China、IEEE Beijing Section,China:,2011:4.
- [11] 李宁宁. 基于物联网的智能家居系统的研究[D]. 河南师范大学, 2013.
- [12] 鹿海磊. 基于 Web of Things 技术的应用关键技术及案例分析[D]. 北京邮学, 2013.
- [13] 戴文婷, 王亚刚, 蔡杰杰. 基于物联网技术的 LED 灯光智能控制系统设计[J]. 电子科技, 2016,29(03):93-96.
- [14] 申斌, 张桂青, 汪明, 李成栋. 基于物联网的智能家居设计与实现[J]. 自动化与仪表, 2013,28(02):6-10.
