**Z S T U**

**Zhejiang Sci-Tech University**

机械电子工程教育部“卓越工程师”

企业实习报告

**题 目： 智能网关设备**

**学 院： 机械与自动控制学院**

**班 级： 14机电二班**

**学 号： 2014330300129**

**学生姓名： 郑江湖**

机械与自动控制学院

2018 年 05 月 17 日

摘 要

根据智能家居中主机与其他受控设备的通信要求，本文提出了一种基于WiFi和Zigbee之间的通信协议转换网关设备。同时给出了软硬件设计的方法，设计过程包括硬件电路设计和程序设计两大步骤，对于嵌入式开发中可能遇到的重要技术问题都有一定的涉猎。本文通过对WiFi和Zigbee两种不同的通信协议的解决方案的学习，成功将两种芯片集成在同一个设备上，两者之间采用串口通信，和家庭主机或APP之间采用WiFi的JsonRpc通信，和其他传感设备之间采用Zigbee通信。在设计中先用Cadence绘制出了原理图及pcb图，并进行了调试板打样，然后利用Eclipse进行了c语言的编写，成功调试出了设计要求的程序，并用实物将其表现了出来。

关键词：嵌入式；网关；c语言

目 录

摘 要

[第1章 企业实习的目标及系统设计提出 1](#_Toc514247230)

[1.1企业实习的目标及意义 1](#_Toc514247231)

[1.2 系统设计的背景意义 1](#_Toc514247232)

[第2章 网关的设计方案及硬件电路 2](#_Toc514247233)

[2.1 系统设计方案 2](#_Toc514247234)

[2.2 电源部分 4](#_Toc514247235)

[2.3 WiFi部分 5](#_Toc514247236)

[2.4 Zigbee部分 6](#_Toc514247237)

[2.5 基本外设部分 7](#_Toc514247238)

[第3章 系统软件的设计 10](#_Toc514247239)

[3.1 软件框架 10](#_Toc514247240)

[3.2 WiFi程序设计 11](#_Toc514247241)

[3.3 Zigbee程序设计 12](#_Toc514247242)

[第4章 调试 15](#_Toc514247243)

[4.1 组建网络调试 15](#_Toc514247244)

[4.2 删除网络调试 16](#_Toc514247245)

[第5章 企业实习总结与展望 18](#_Toc514247246)

[参考文献 19](#_Toc514247247)

[附录1、教育部“卓越计划”企业实习成绩表 20](#_Toc514247248)

# 第1章 企业实习的目标及系统设计提出

## 1.1企业实习的目标及意义

在大学期间，虽然已经进行了大量电子专业的理论知识学习，但是如果不将其进行实践应用，则永远不会有任何实际价值，因此在毕业之前在相关行业的企业进行一段时间的实习会显得很有必要，这可以帮助我们在将理论知识转换为实际动手能力的同时，也能帮助我们快速适应即将到来的社会生活。而江苏英索纳智能科技有限公司，是一家以研发智能家居产品为主的科技型公司，在该公司研发中心实习期间，使自己的专业技能与知识得到了质的提升，同时也对嵌入式行业有了一定的认识，并且借助实习单位的现有资源与研发情况，完成了以下的课题研究。

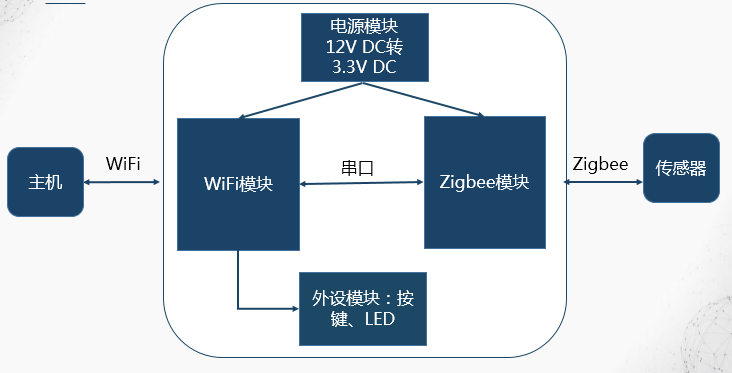
## 1.2 系统设计的背景意义

智能家居行业属于一个新兴行业，它借助一系列高新技术与产品，将家庭生活进行智慧化与简易化，而目前大多的智能家居系统中，一般都是以APP或主机作为控制中心，以Zigbee设备作为控制终端。这就出现了矛盾之处，控制中心基于WiFi，而控制终端则基于Zigbee，二者是两种完全不同的通信协议。因此如果想要实现系统的整合和可移植性的塑造，就不得不存在一个协议转换器，通过该协议转换器，实现WiFi和Zigbee之间的桥梁沟通，从而完成从控制中心到控制终端的命令执行与数据交换。

# 第2章 网关的设计方案及硬件电路

## 2.1 系统设计方案

ZAP（Zigbee外扩AP设备）作为本系统中极其重要的设备，致力于上层主机或用户与下层端点传感器设备之间的连接，用于实现从WiFi到Zigbee的网络协议转换功能。框架示意图如下：



**图2- 1 系统方案**

因此该ZAP网关需要具备以下功能：

1：可以无线加入局域网并完成和主机之间的WiFi通信；

2：具备Zigbee组网/删除网络功能；

3：设备内部的WiFi和Zigbee之间可以互相通信；

4：低功耗、信号稳定；

鉴于以上要求，决定采用WiFi模组+Zigbee模组的方案来搭建ZAP的功能框架，硬件芯片选型如下：

**Zigbee模块：**Zigbee领域应用最广的以TI的CC25630、Silicon labs（芯科）的EM357为主。其中CC2530芯片协议简单，成本低，但是可开发空间不大，不能集成太多设备。而EM357虽然相比较于CC2530贵了一点，但是弥补了CC2530的缺点，信号的传输速率快、信号稳定。因此最终决定采用EM357芯片作为Zigbee解决方案。

EM35x系列芯片具备高性能的ZigBee/802.15.4解决方案，是一款系统级芯片（SoC），其内核为ARM Cortex-M3，内置2.4GHz IEEE 802.15.4无线收发器、32位微处理器、闪存Flash和RAM。主要应用于智能家居、智能能源、工业自动化等领域。

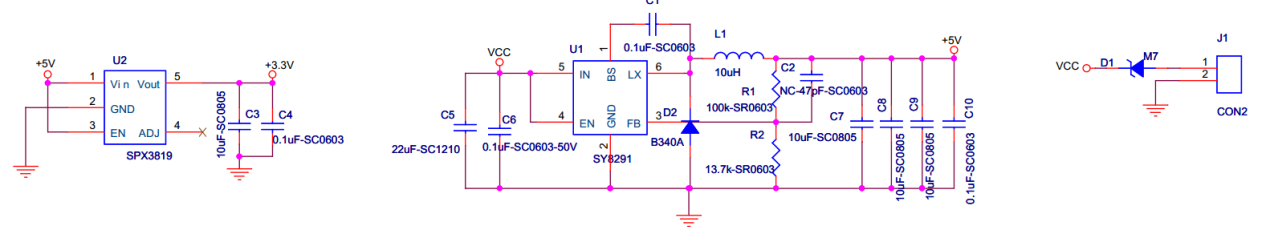
EM357特征可概括如下：

* 32位的ARM Cortex-M3微处理器
* 2.4GHz的IEEE802.15.4收发器
* 128KB的Falsh
* 12KB RAM
* 灵活的外设和串口支持
* 24高度可配置的GPIO与施密特触发器输入
* 高频RC晶振
* 串行线/JTAG接口
* **WiFi模块：**采用深圳安信可科技有限公司推出的WiFi模组ESP8266系列中的ESP-12S芯片。ESP8266EX拥有高性能的无线SOC特性，成本低，功能强大，位嵌入式WiFi应用量身定制。
* ESP-12SWiFi的核心处理器ESP8266采用了低功耗的32位微处理器Tensilica L106，其具有16位精简模式，支持80MHz和160MHz主频,支持RTOS，集成WiFi等特征，同时具有功放MAC/BB/RF/PA/LA=NA，贴片式S型天线增强了信号强度。支持标准的IEEE802.11 b/g/h协议与完整的TCP/IP协议栈。
* ESP8266EX具备完整的WiFi处理能力，既可单独使用，也可以搭配其他MCU使用。当作为主处理器时，可直接通过外接Flash来启动。ESP8266EX具备一定的处理与存储能力，提供一定数量的GPIO口来操控其他的比如LED、按键等外设。
* ESP8266EX模组特点可概括如下：
* - 最小的802.11b/g/n Wi-Fi SOC模块
* - 采用低功率为CPU，可兼做应用处理器
* - 主频最高可达160MHz
* - 支持UART/GPIO/IIC/PWM/ADC等接口
* - 采用SMD-16封装，方便焊接与测试
* - 集成Wi-Fi MAC/BB/RF/PA/LAN
* - 支持多种休眠模式，深度睡眠电流可达20uA
* - 内嵌Lwi协议栈
* - 支持STA/AP/STA+AP工作模式
* - 通用AT指令可快速上手

## 2.2 电源部分

电源模块采用12V DC电源端子接插件的方式接入电路板。由于电路中既需要3.3V的直流电源，又不能出现太大的纹波，因此选择开关稳压电源（DC/DC）配合线性电源（LDO）的解决方案。其中开关稳压电源允许输入输出电压有较大差值，并且由于是通过开关电路输出占空比或频率可调输出电压，因此其转换效率高，但是纹波略大，而线性电源则虽然输出输出压差小，但是最终输出的3.3V电压纹波很小，可以用来给ESP8266和EM357供电，

原理图如下：



**图2- 2 电源**

D1：利用防反接二极管对整个电路的电源进行防反接保护。

SY8291：DC/DC电源芯片，输入12V，输出5V，其中

C5、C6：对输入的电源进行滤波；

L1、C2、C7、C8、C9、C10：对输出电源进行滤波；

R1/R2：采用大电阻来最小化二极管负载的功耗；

D2：肖特基二极管，具备极低的正向导通电压和快速的转换频率

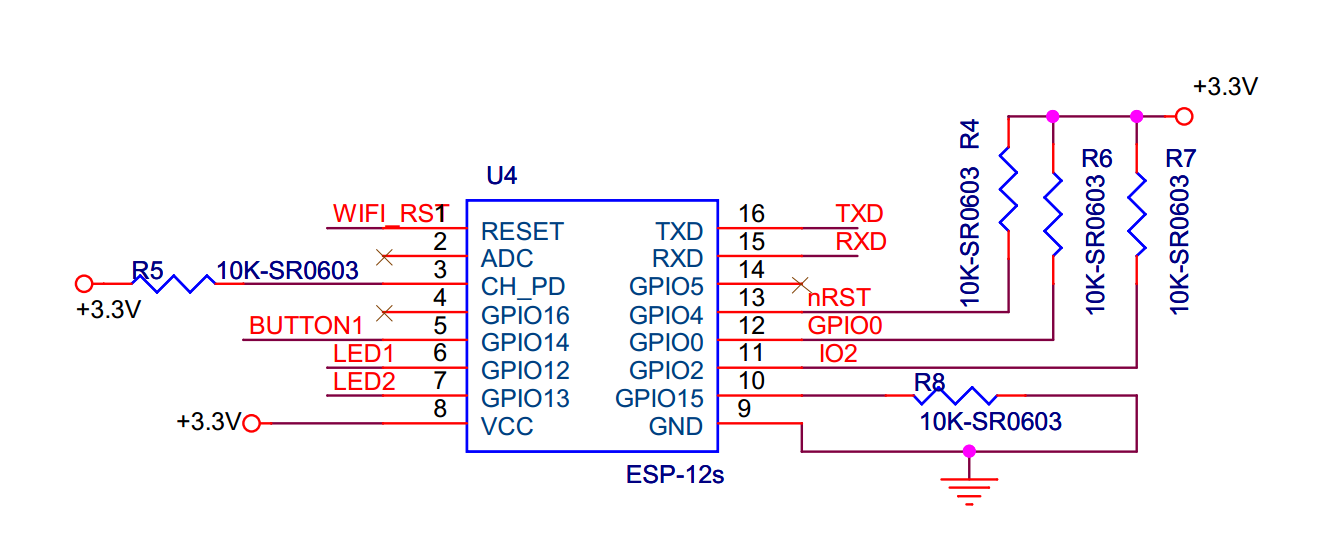
开关电源次级线圈上的输出由于是高频开关，因此是脉冲状态，而最终需要的则是可供电路使用的直流电，因此需要利用整流二极管和滤波电容来对其进行平滑处理。

SPX3819：LDO电源，压降为1.7V；

C3、C4：输出电源的滤波电容，除去纹波与噪声；

## 2.3 WiFi部分

采用ESP-12S配备其他外设的方案来完成系统软件要求，具备WiFi重启按键、两路三色LED功能显示灯控制、一个功能按键、TXD/RXD程序烧写/Zigbee通信、GPIO2串口调试、nRST 引脚负责Zigbee重启等功能，采用接插件的形式，将相关引脚集成并引出，方便前期开发进行调试：



**图2- 3 ESP12S**

GPOP4：EM357的复位引脚，平时被上拉电阻钳在高电平，在和EM357串口通信中需要被拉低；

GPOP0：程序烧写的配置引脚，平时外接上拉电阻钳在高电平，当进行程序烧写时，必须拉低；

GPIO2：日志输出口，用来调试打印；

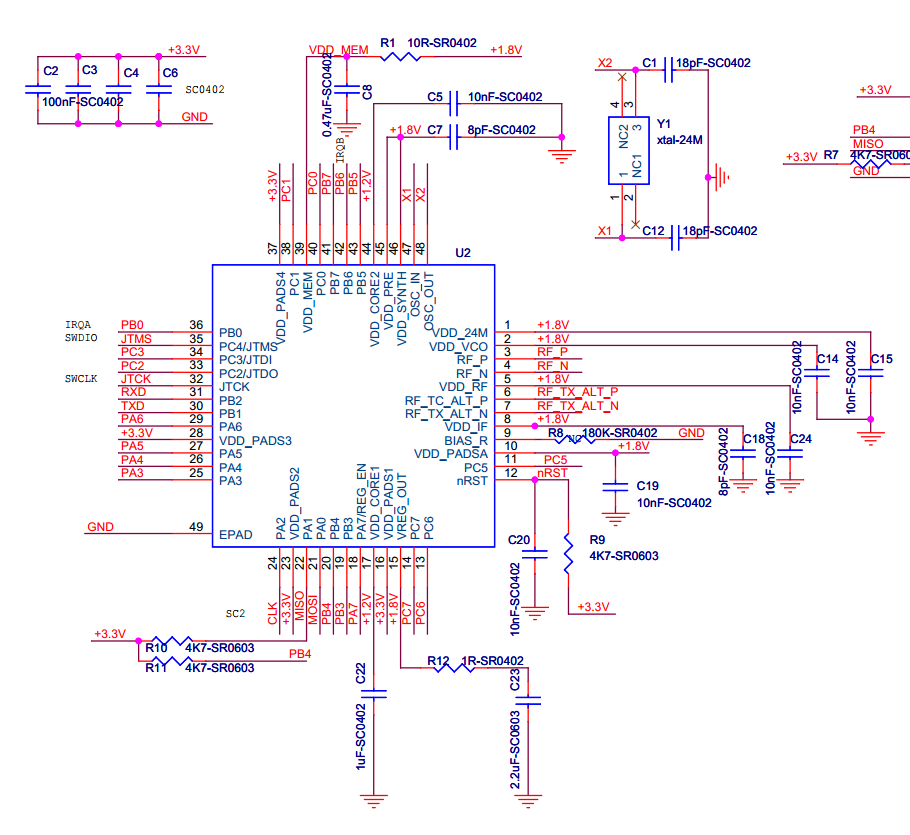
GPIO15：外接下拉电阻保持在低电平；

CH\_PD：外接上拉电阻保持在高电平；

LED1/LED2：上拉输出，用来控制功能指示灯；

## 2.4 Zigbee部分

在该设计中，将EM357芯片和一个功放芯片SE2432L以及陶瓷天线、排针配合使用，做成专用模组，同时将通信串口和烧写引脚通过排针外接，方便拆卸使用，其中功放芯片SE432L将Zigbee信号进行有效放大，实现信号稳定性要求。



**图2- 4 EM357**

部分功能引脚配置：

JTMS/JTCK：JLink固件烧写引脚；

RXD/TXD：和外界其他MCU模块串口通信引脚；

+3.3V：电源电源输入；

RF\_N/RF\_P/RF\_TX\_ALT\_P/ RF\_TX\_ALT\_N：功放芯片的输出以及天线信号来源；

PA3/PA5/PC6/：功放模式配置引脚；

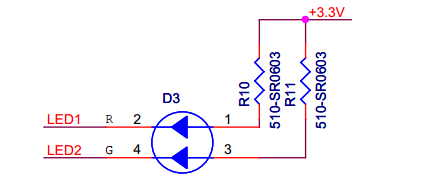
nRST：芯片重启引脚；

MOSI/MISO/CLK：SPI外接Flash引脚；

X1/X2：外接晶振；

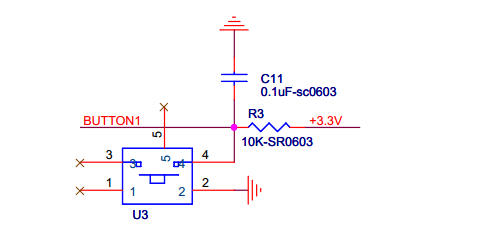
## 2.5 基本外设部分

LED：



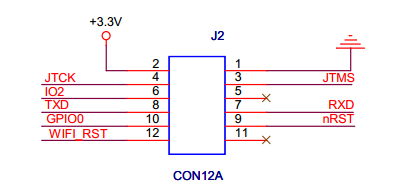
**图2- 5 LED**

按键：



**图2- 6 按键**

UART：



**图2- 7 UART**

# 第3章 系统软件的设计

## 3.1 软件框架

ZAP的软件功能需求如下：

- 支持TCP/IP局域网无线通信

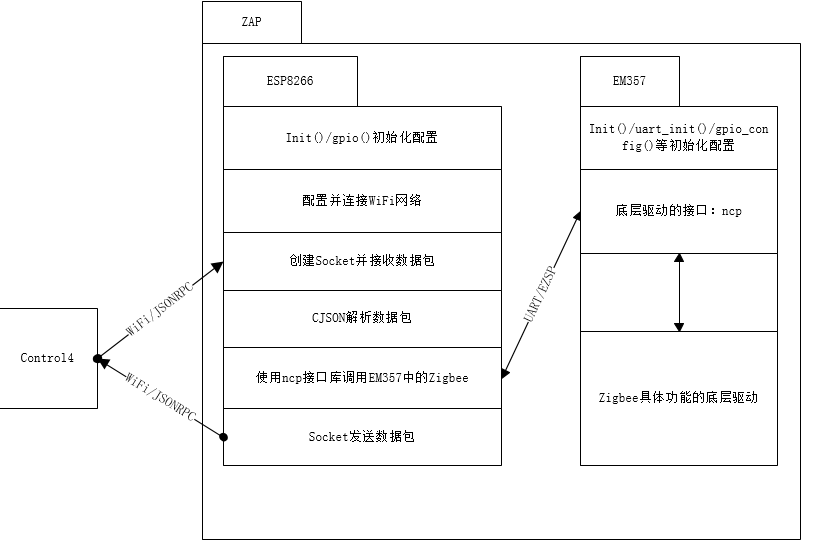
- 和主机之间进行WiFi报文接收，能执行来自主机的功能指令，并将指令执行结构进行反馈

- 可以进行Zigbee组网、允许设备入网、删除子节点设备

- 可以进行正常的休眠模式

综上，本文采用商家提供的开发环境与开发包进行软件设计，而EM357则直接采用固有的标准化Zigbee固件，另外将二者之间进行串口通信使用的EZSP协议文件“ncp”进行修改并作为库文件静态链接至ESP8266的软件工程，这样ESP8266便可以调用EM357中的Zigbee相关功能。

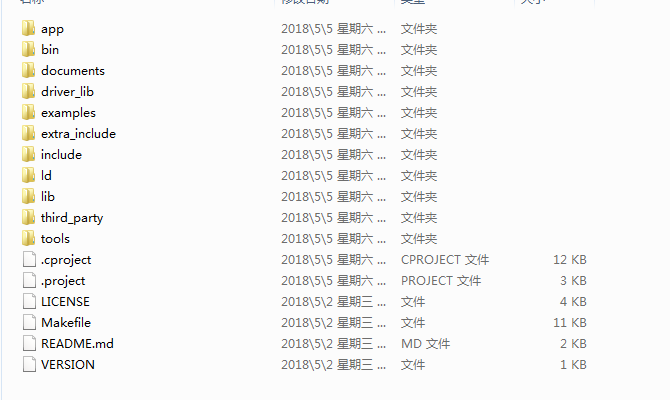
ZAP软件功能分层图示如下：



**图3- 1 软件框架**

## 3.2 WiFi程序设计

借助ESP8266官方的SDK开发包ESP8266\_RTOS\_SDK-1.5 来完成ZAP的无线入网与相关WiFi工作模式配置。开发包内容如下：



**图3- 2 布局**

app：用户工程存放文件夹；

bin：存放最终生成的bin格式可执行文件；

documents：工程说明文档；

driver\_lib：外设驱动的库文件，例如SPI、IIC、GPIO等；

examples：实例工程；

include：存放工程所需子模块的头文件；

ld：连接时所需的脚本文件；

lib：工程所需的库文件；

tools：工程所需编译工具；

按照提供的标准工程布局，可将所需文件与程序分别放置在正确的文件夹，然后在主函数文件中进行代码添加与开发，最后在Linux下通过修改makefile文件来添加需要链接的库文件，运用cmake指令生成最终的可执行bin文件。

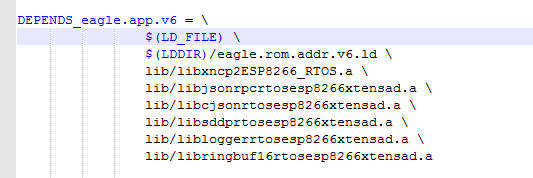
## 3.3 Zigbee程序设计

致。

**ncp接口层：**

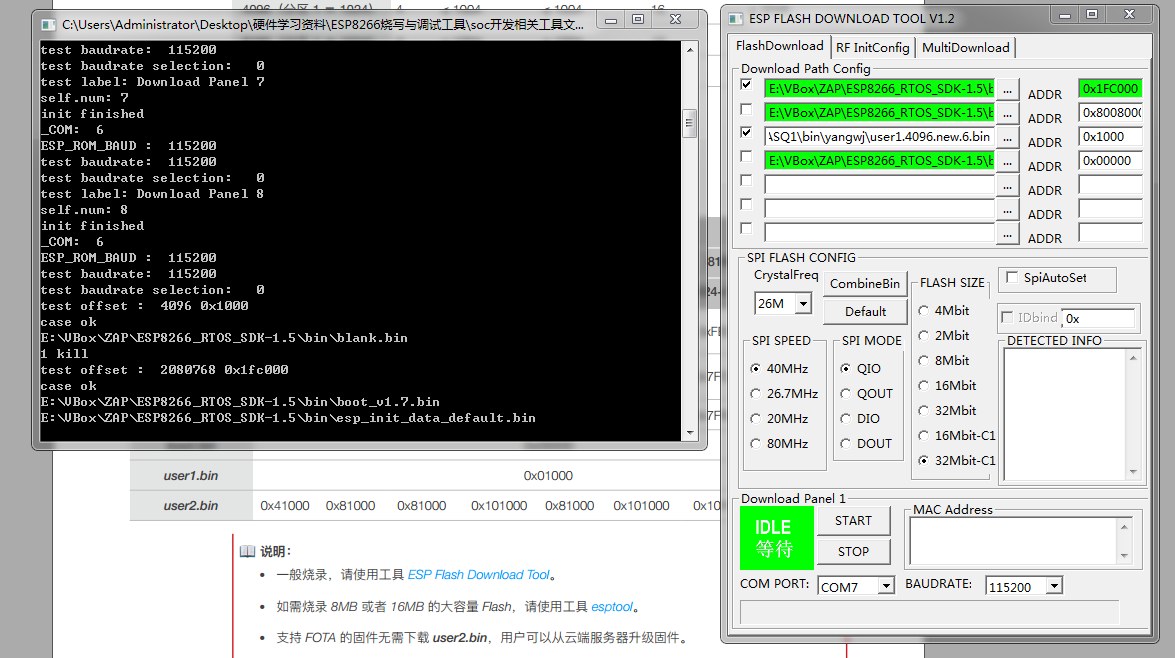
ESP8266和EM357之间采用基于ncp静态库的EZSP串口协议进行通信。ncp静态库作为Zigbee协议标准的上层接口应用，其底层代码关闭，上层接口开放，随EM357芯片的解决方案一同发行，它集成了ESP8266期望EM357所要实现的功能函数接口以及部分用户根据开发手册自定义编写的 代码，比如设置EN357芯片的功放模式、打印EM357版本号、其他初始化处理机制等，因此只有静态库ncp被编译进ZAP的工程中之后，当收到来自主机的具体功能函数调用时，ESP8266便可以通过查询该ncp来使得EM357执行相关功能。

在开发该软件工程时，可以将各模块比如jsonrpc、调试日志、ncp等分别进行开发与编译，然后统一生成.a格式的静态库，将静态库添加进ESP8266官方开发环境中的库文件夹路径下，在Makefile中设置相应的静态库添加，这样可最终直接生成可执行文件从而起到源代码保护作用：



**图3- 3 连接库**

利用官方提供的Linux下的ESP8266开发环境，搭配Vbox虚拟机在Linux下采用Cmake完成编译并生成bin格式固件，然后采用配套提供的烧录工具进行程序烧录：



**图3- 4 烧写**

# 第4章 调试

该系统旨在实现WiFi和Zigbee之间的协议转换，因此该设备的调试就需要同时具备WiFi和Zigbee，针对此要求，此次调试决定采用Control4主机的调试软件composer来和ZAP之间进行交互，由composer对ZAP进行命令与报文的发送。命令可以分为Zigbee的两个基本功能“组网”“删除网络”来组成，分别以WiFi的形式发送，然后观察ZAP的执行结果。

## 4.1 组建网络调试

ZAP初始化完毕：

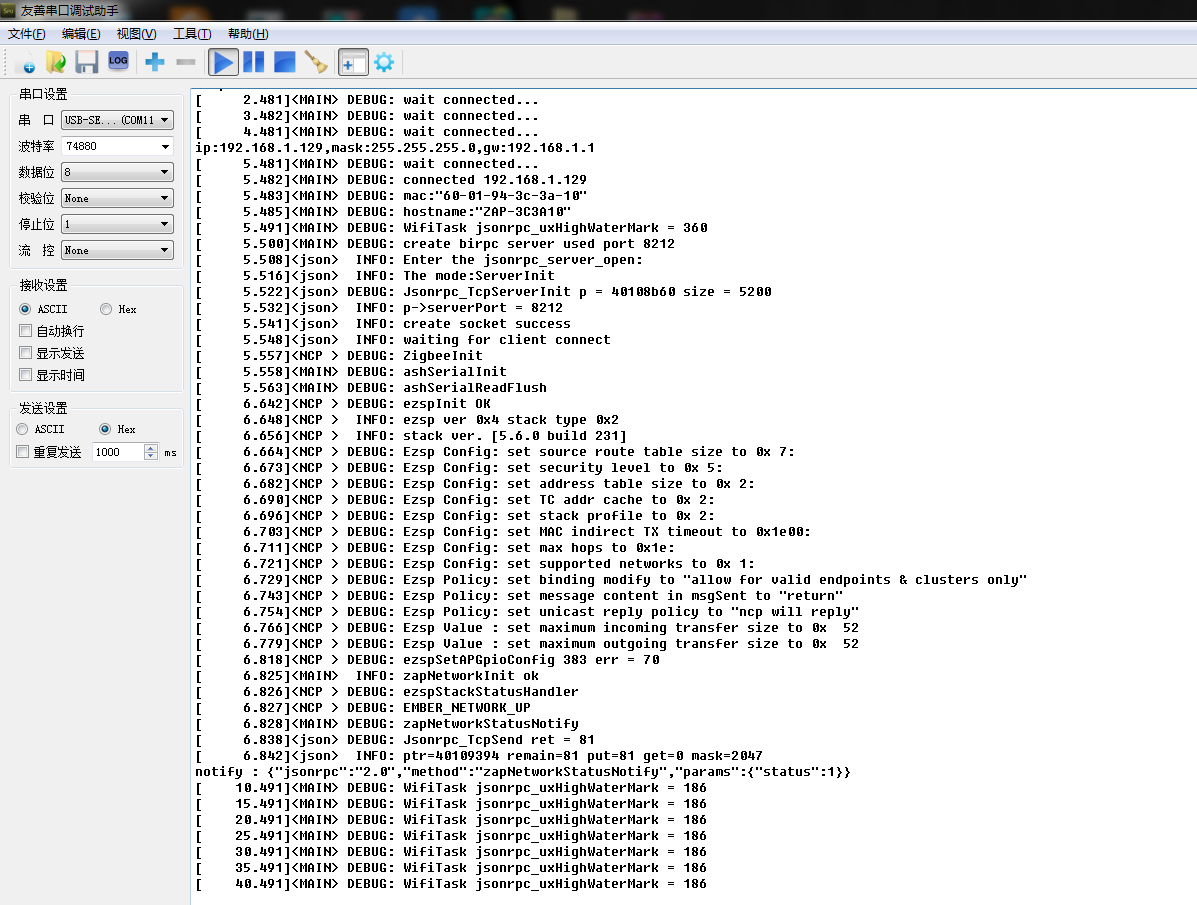


图4- 1 测试初始化

Composer发送WiFi命令：

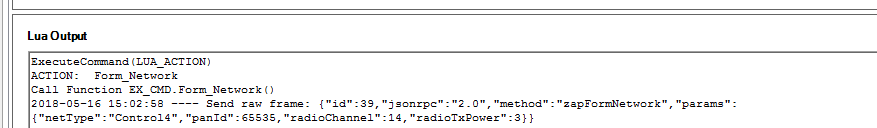
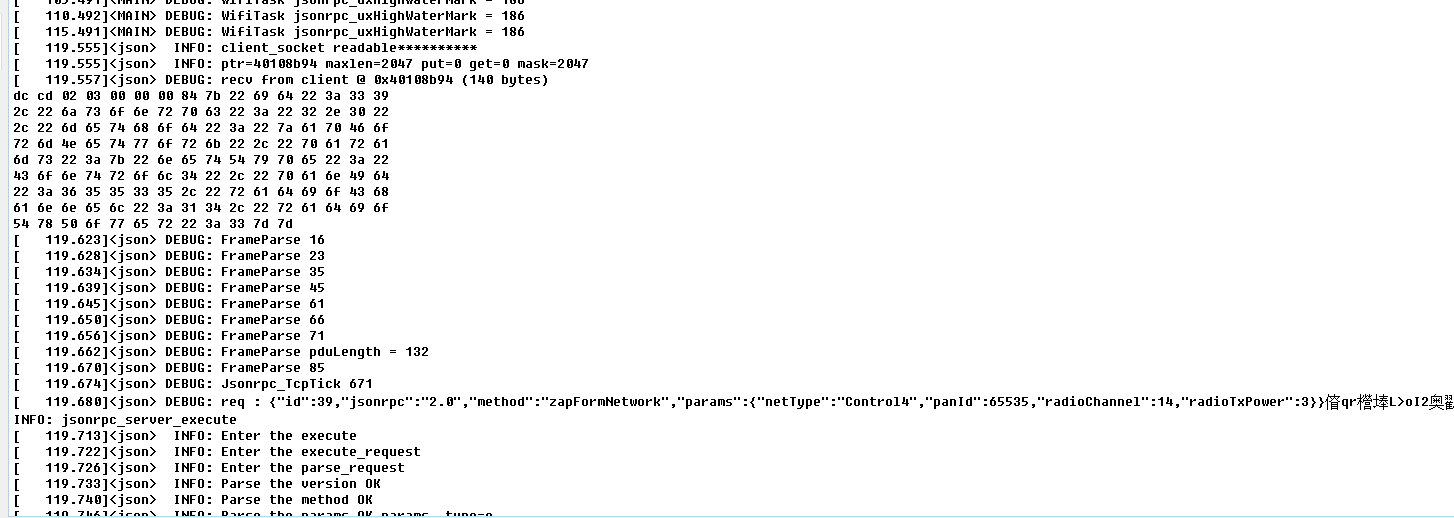


图4- 2 发送命令

ZAP收到数据并成功执行Zigbee命令：



**图4- 3 执行**

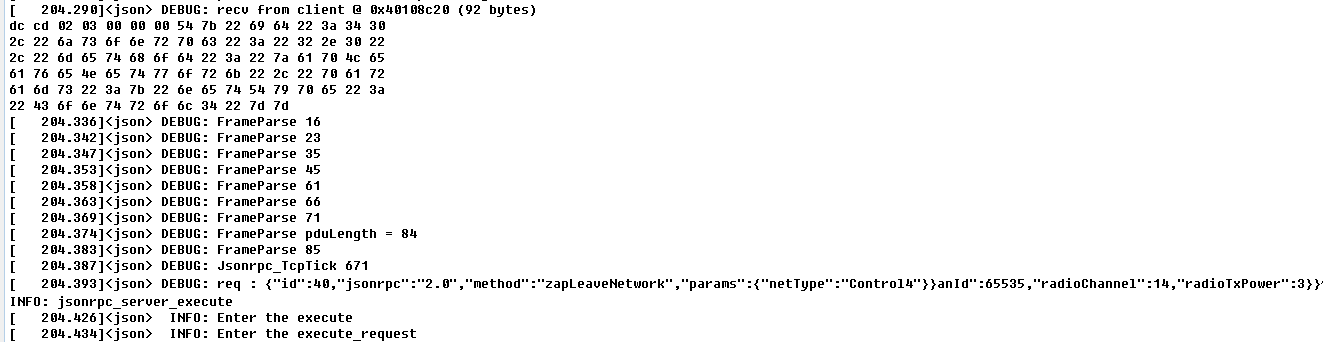
## 4.2 删除网络调试

Composer发送删除网络命令：



**图4- 4 发送**

ZAP收到命令并成功执行Zigbee命令，并将执行结果WiFi返回：



**图4- 5 执行**

以上测试结果表明ZAP可以成功执行WiFi和Zigbee协议之间的转换，起到智能家居中的网关作用。

# 第5章 企业实习总结与展望

在进行此次课题研究的同时，也在江苏英索纳智能科技有限公司杭州研发中心进行一年的实习工作。在做研究期间遇到了诸多的问题与困难，比如刚开始时绘图软件使用不熟悉、电路原理理解不够、软件工程不会编译、设计方案行不通等，而每次这个时候实习单位的同事虽然每个人都有自己繁忙的工作要完成，但当我咨询时都还是会第一时间热心提供帮助，教会我很多解决问题的技巧与工具，学会如何快速、高效的解决遇到的困难，这不仅大大提高了我的毕业设计完成速度，也逐渐帮我养成了良好的思维方式与工作习惯，同时也启发了我对很多事物的观察角度，让我在生活习惯上和思想上完成了从在校学生到正式社会从业者的转变。

# 参考文献

[1] 强静仁，张珣，王斌. 智能家居基本原理及应用[M]. 湖北：华中科技大学出版社，2017. 32~75

[2] 郑静. 物联网+智能家居[M]. 北京：化学工业出版社，2017. 84~154

[3] 王怡，鄂旭. 基于物联网无线传感的智能家居研究[J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(2): 234-237

[4] 陈长友. 智能家居的设计与施工研究[D]. 陕西: 西北农林科技大学, 2009

[5] 刘畅. 物联智能家居家庭安防系统关键技术研究[D]. 武汉: 武汉工程大学, 2014

[6] 刘冀鹏, 张洪沛. 智能家居安防技术专利分析[J]. 软件, 2018, 39(01): 165-168

[7] 林凡东. 智能家居控制技术及应用[M]. 北京：机械工业出版社，2017. 69~98

[8] 朱敏玲，李宁. 智能家居发展现状及未来浅析[J]. 电视技术, 2015, 39(4): 82-96

[9] 何鹏举. 无线嵌入式家庭安防系统的设计与实现[D]. 南京: 南京邮电大学, 2017

[10] 姜涛. 基于ARM+WIFI的智能家居系统的设计[D]. 吉林: 吉林大学, 2017

[11] 翟亚芳, 张天鹏等. 基于STM32的家庭智能安防控制系统设计[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2016, 33(01): 118-123

[12] 范鹏. 基于ARM-Linux平台的家庭智能安防系统的研究与设计[D]. 南京: 南京理工大学, 2014

# 附录1、教育部“卓越计划”企业实习成绩表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **题 目** | | 智能网关设备 | | | | | |
| **姓名** | 郑江湖 | **学号** | 2014330300129 | **专业** | 机械电子工程 | | |
| 成果（40%） |  | 报告（30%） |  | 表现（30%） |  | 合计 |  |
| 企业指导教师（签章）  校内指导教师（签章）  年 月 日 | | | | | | | |