

附件 1:

项目编号	
------	--

中山火炬职业技术学院

科研项目申报书

课题名称: 基于 ZigBee 的无线智能照明系统应用研究

项目类别: 二类项目

申 请 人: 杨立宏

所在部门: 电子工程系

申请日期: 2016-08-08

中山火炬职业技术学院制

二〇一六年

填表说明

- 1、《申请书》所列内容必须实事求是，逐项认真填写（录入），表达要准确严谨，录入必须完整准确。
- 2、“项目类别”按一类项目、二类项目填报。“项目编号”由学院工程研究院填写。
- 3、《申请书》一律用 A4 纸打印，《申请书》一式三份，按规定的时间和要求送交《申请书》，逾期不予受理。

申请者的承诺

我承诺对本人填写的各项内容的真实性负责，保证没有知识产权争议。如获准立项，我承诺以本表为有约束力的协议，遵守中山火炬职业技术学院科研工作管理的有关规定，按计划认真开展研究工作，取得预期研究成果。

项目负责人（签字）：

年 月 日

一、基本情况

项目名称		基于 ZigBee 的无线智能照明系统应用研究									
项目类别		B.二类项目									
负责人姓名		杨立宏		性别	男	民族	汉	出生年月	1980.04		
行政职务		无		专业技术职称		讲师		研究专长		电子信息技术	
最后学历		硕士研究生			最后学位			硕士			
电子邮箱		530815462@qq.com						联系电话	13246032981 (手机)		
主要成员	姓名	年龄	职称/职务		学位		研究专长		分工情况		工作单位
	杨立宏	36	讲师		硕士		电子信息技术		项目总负责		中山火炬职业技术学院
	陈振华	45	高级工程师		博士		电子信息技术		ZigBee 协议研究		中山火炬职业技术学院
	彭建宇	48	讲师		本科		无线电技术		照明系统硬件设计		中山火炬职业技术学院
	王高飞	35	工程师		本科		电子信息技术		无线组网软件设计		中山英达思迅智能科技有限公司
	袁夫全	41	讲师		硕士		通信技术		硬件电路调试		中山火炬职业技术学院
	代允	32	助教		硕士		电子信息技术		软件调试		中山火炬职业技术学院
	车丽莉	31	助理研究员		本科		电子信息技术		资料整理		中山火炬职业技术学院
预期最终成果		A. 论文 D. 专利、著作权									
申请经费 (万元)		5					预计完成时间		2019.09		

二、课题设计论证

请分别从以下几个方面论述：

1. 本课题选题意义及研究价值
 2. 本课题的国内外概况
 - 3 本课题的应用前景和发展趋势
- （限 4000 字内，不够可以加页）

1. 本课题选题意义及研究价值

随着科技发展和人们对生活品质的追求越来越高，人们对建筑照明系统提出了新的要求，在满足基本照明需求基础上，还要求控制智能化、操作简单化、节能高效化，以及节能、环保的要求，传统的灯具照明已经无法满足人们的需求，智能照明由此应运而生。

智能照明利用物联网技术、有线/无线通讯技术、嵌入式计算机智能化信息处理以及节能控制等技术组成的分布式照明控制系统。实现对照明设备的智能化控制，具有灯光亮度的强弱调节、灯光软启动、定时控制、场景设置等功能，并达到安全、节能、舒适、高效的特点。采用智能照明控制系统不仅可以满足便捷控制、灯光效果等要求，而且由于可观的节能效果（节电可达 20%~50%）及光源寿命的延长（光源寿命延长 2~4 倍），又能在降低运行费用中得到经济回报，还能省去常规照明所需的大部分配电控制设备，大大简化和节省了穿管布线的工作量。此外，智能照明系统还有潜在的价值回报，如智能控制系统能使人们在舒适的状态下工作，从而保证了人们的身心健康，提高了工作效率。

智能照明就是要实现人与照明设备之间的互联互通，通信技术正是这种互联互通的桥梁。面对种类繁多的通信技术，从传统照明到智能照明，如何选择通信方式是摆在我们面前的首要问题。目前智能照明领域主流的通信技术包括 KNX、DALI、C-bus、电力载波等有线通信技术，Wifi、ZigBee、Bluetooth、Z-wave、Thread 等无线通信技术。有线通信技术比无线通信技术更可靠和安全，但是布线繁琐、施工困难，一小部分模块损坏可能影响系统的整体运转，扩展移动性也比较差。而无线通信技术具有全自动组网、连接方便、随身控制、操作方便、拓展性强等诸多优点。在智能家居照明中，WiFi、ZigBee、Bluetooth、Z-wave、Thread 等无线通信技术成为主角。智能照明通信技术发展趋势如图 1 所示：

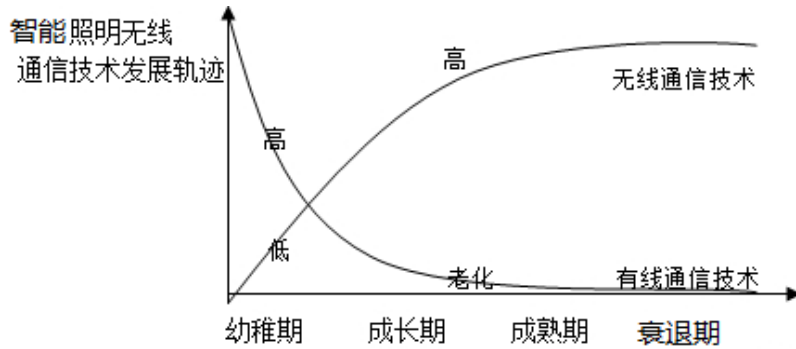


图1 智能照明发展趋势

智能照明目前还处于幼稚期，正迈向成长期，未来进入智能照明行业的企业会越来越多，企业在无线通信技术研发上投入的资金和人力规模也会越来越大，将会推动各类无线通信技术的进一步发展，无线通信技术也会大面积取代有线通信技术。在智能照明发展的初级阶段，市场上出现了 WiFi、ZigBee、Bluetooth、Z-wave、Thread 等无线技术，未来，智能照明节能率比普通照明更高、成本不断降低、在消费者中的认知度也不断提升，其产品市场规模将逐年增长。

Wifi 在智能照明发展初期，因为普及率较高，又有无需网关的优点，但其功耗高、节点少，比较适用于单品和少数灯具，并不适用于大范围智能照明，后期增长乏力。

蓝牙可实现固定设备、移动设备间的短距离数据交换，具有高抗干扰能力、高安全性、易配对等特色。2014 年蓝牙技术联盟开始推行蓝牙 4.2 标准，4.2 版本在针对连接速度、安全、联网三个方面做出了重要改进，使用蓝牙的智能照明产品数量也在不断增多。由于蓝牙传输距离短，节点数目少，功耗高限制了其部分应用。

Z-wave 在智能照明上的应用主要集中在家居照明，应用范围比 ZigBee 和蓝牙都要窄，增速相对较慢。

ZigBee 具有高保密性、强稳定性、低功耗、强大的组网能力，低成本的优势，是目前风头最劲、最受关注的无线通信技术，它适用于商业、工业、家居、道路照明等众多领域。

各种无线通信技术的市场占有率如图 2 所示：

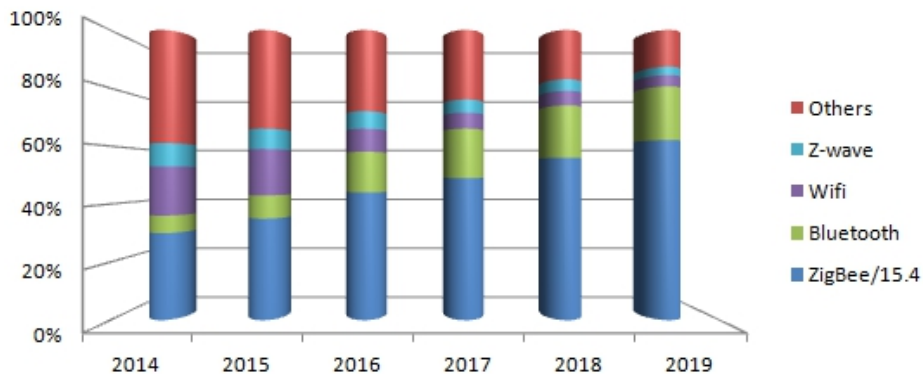


图 2 各种无线通信技术的市场占有率

从上图可以看出 ZigBee 的市场占有率在不断增加,也将会成为未来无线智能照明的主流。本项目以最新的 ZigBee3.0 协议为切入点,研究 ZigBee 在智能照明中的应用。

2. 本课题的国内外概况

智能照明在近两年进入快速发展期,其已成为飞利浦、阳光照明、Belkin、欧司朗等厂商争相推广的新型产品。智能照明产品基本原理是用户对终端模块发指令,通过电子感应将信号传递给控制中心软件,借助控制器调节电路的电压和电流幅度,从而对光源强度、色彩进行调控。目前照明厂家主流方案为用户通过多种输入方式(控制软件、传感器、智能插座等)将数据传输到主控制器(网关),之后由主控制器通过 ZigBee 等网络协议实现对输出端(LED 灯)的控制。

目前智能照明产品没有统一的标准平台,导致市场产品呈现分散化、碎片化。现有智能照明系统的各部分之间,从控制平台、控制协议到光源产品都存在这个问题。对于传输控制协议,ZigBee 以其低功耗、低成本、安全快速等优点赢得多数照明大厂的青睐,成为其新产品所采用的网络协定。GE、飞利浦、欧司朗、东芝等大厂已经成立联盟主推 ZigBee 协定,有望成为未来行业的通用标准。

近几年,我国高层建筑迅猛发展,智能照明控制系统已经悄然进入我国建筑行业,上海金茂大厦、山东世界贸易中心等建筑都采用了智能照明控制系统。随着人们对照明质量要求的提高,智能照明将进入快速发展阶段。

3. 本课题的应用前景和发展趋势

智能照明相关需求保持旺盛增长,到目前为止,全国已有 500 多个“智慧城市”试点,每年仅智能照明产品需求就超过 2000 万盏。专家推算,未来几年中国 LED 光源市场将超过 1000 亿美元。而国内目前的照明市场渗透率仍低于 2%,因此市场前景值得期待。

智能照明的发展趋势:

1) 向家居领域渗透。随着国内智能照明研发生产技术和产品推广力度的加大,智能照明正在加速向家居领域扩展。

2) 注重以人为本。智能照明在发展初期,往往陷入对技术的盲目追求中,功能的叠加、猎奇心理的设置导致消费者体验不好。随着照明市场发展的成熟,以人为本的智能化照明研究将成为主流。开发高效、舒适、健康的智能化照明,满足不同个体的多元化需求。

3) 统一标准,实现互联互通。目前智能照明还未统一接口标准,造成不同厂家采用不同的接口和通信协议,不能够实现互联互通,给消费者带来麻烦,未来将会逐步统一标准,实现真正互联互通。

三、研究开发内容、方法、技术路线

请分别从以下几个方面论述：

- 1.具体研究开发内容和要重点解决的技术关键问题
2. 项目的特色和创新之处
- 3.要达到的技术、经济指标及社会、经济效益
- 4.采用的方法、技术路线以及工艺流程

（限 2000 字内）

1. 具体研究开发内容和要重点解决的技术关键问题

本课题主要研究以ZigBee无线传输组网的智能照明系统的设计与应用。本课题研究智能照明系统主要由手持控制终端、协调器（网关）和若干个终端设备（LED灯、传感器等），系统结构图如图3所示：

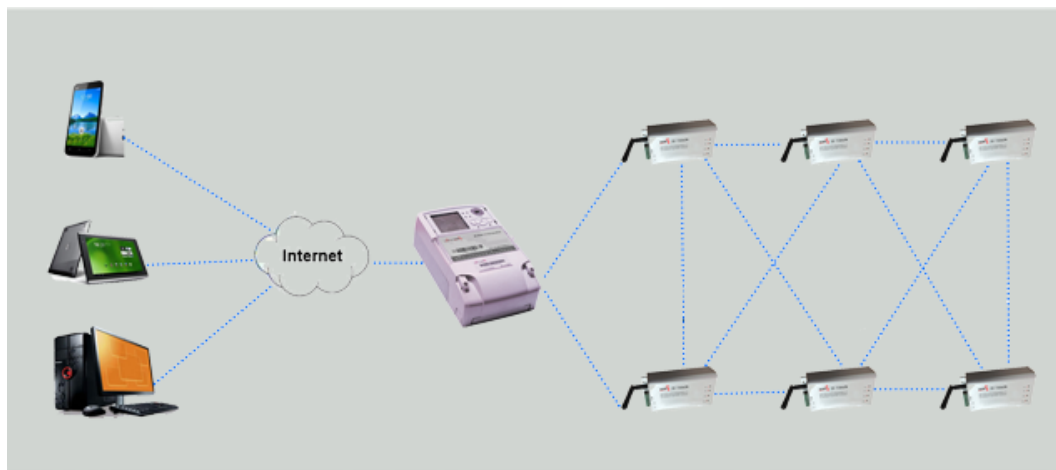


图3 智能照明系统结构图

研究将从以下几个方面入手：

1) 设备终端节点设计。终端节点主要是接收来自协调器的指令、并根据这些指令执行相关的操作。对于ZigBee无线组网系统来说，终端节点理论上可以最多连接65536个。终端节点模块包括了光强检测模块、继电器控制模块和PWM输出模块。终端节点使用目前主流的芯片CC2530作为主控制器，光强检测使用光敏电阻传感器，继电器模块通过控制器的IO口来控制LED的开关，PWM模块则可以控制LED灯的亮度。设备终端主要包括硬件电路设计和软件设计两部分内容。

2) 协调器设计。协调器的两大主要功能是建立网络 and 进行网络管理。ZigBee协调器主要负责建立ZigBee网络、分配网络地址和维护绑定列表。协调器要接收移动终端的命令，并下传命令给终端节点。

3) 移动端操控软件设计。随着智能手机的发展，人们习惯用手机控制设备。手机端常用的是Android或者iOS的APP，最近几年HTML5则异军突起，其具有迭代速度快、

兼容性强、传播途径广，用户使用成本低等优势。本项目也主要以HTML5为基础研究移动终端的操控软件。

本课题要重点解决的技术关键问题，主要包括三个方面：

1) 设备终端节点硬件电路及软件设计，在使用PWM对LED调光过程中，容易产生噪声以及调节极限时会出现亮度突变的情况。本课题将在硬件电路和软件设计上对PWM调光过程中出现的这些情况进行设计处理，解决噪声及亮度突变问题。

2) 协调器网关节点数量问题，实践证明，当节点数量在20个以上时，协调器就经常会出现接收丢包。因此要通过软件方法来识别数据包丢失的原因和信道情况，以便于方便增加节点，以满足工程设计需要。

3) 移动控制终端软件设计，软件界面采用HTML5进行设计，但由于HTML5对硬件支持能力弱，因此底层硬件驱动和软件界面设计接口设计上要进行协调。

2. 项目的特色和创新之处

1) 协调器网关所匹配节点数量可任意扩展，解决数据传输中丢包问题，可任意的增加或者删减节点数量，并保证数据传输的可靠性。

2) 移动控制端采用HTML5进行设计，兼容性强，用户使用成本低，提高了用户体验，并结合底层硬件驱动，提高HTML5对硬件的兼容性。

3. 要达到的技术、经济指标及社会、经济效益

要达到的技术指标：

- 单个节点最大功率： $\leq 100\text{W}$ ；
- 系统光效： $\geq 63\text{Lm/W}$ ；
- 电流谐波： $\leq 10\%$ ；
- 终端节点数量： ≥ 50 个；

要达到的经济指标：

根据目前市场价格来看，单套价格成本（包括材料、人力等）在400元左右，市场售价1000元左右，每套利润为600元，按年销售量500台计算，年利润可达30万元。

本项目所研究的智能照明，适应了人们日益增长的生活品质需求，具有良好的发展前景。本项目中灯饰在不需要使用时可自动关闭，大大降低了灯饰的用电量，用户也可以根据个性化需求方便的调节LED灯饰的光强、颜色等，提高了用户体验。因此本项目的实施具有良好的经济效益和社会效益。

4. 采用的方法、技术路线以及工艺流程

本项目根据项目实施步骤及要解决的关键问题，主要采用的方法、技术路线及工艺流程如下：

1) 对终端节点实现调光及传感器数据采集，借鉴现有的调光方案，对PWM调光硬件电路进行改进，并加以软件处理，解决PWM调光过程中突变及噪声问题。

2) ZigBee节点通信是整个系统的关键部分，在多个节点设备和协调器通信时，检测丢包情况，根据实际测试，找到丢包原因，从而在软件上进行处理，减少丢包的发生。

3) 手机终端软件设计，协调器和手机通信一般采用Internet进行连接，无论是采用通用的互联网的有线或者无线方式，都可降低设备成本。对手机底层硬件进行编程驱动，并结合HTML5实现界面编写和调试。

四、完成课题的可行性分析

请分别从以下几个方面论述：

- 1.项目已有的研究工作基础、已取得有相关研究成果的社会评价
 - 2.负责人的主要学术经历、主要参加者的学术背景和研究经验、组成结构（如职务、专业、年龄等）
 - 3.完成课题的保障条件（如研究资料、实验仪器设备、研究时间及所在部门条件等）
- （限 1500 字内）

1. 项目已有的研究工作基础、已取得有相关研究成果的社会评价

最近 3 年项目团队成员除了教学之外，一直在和中山几家 LED 照明企业合作开发项目，例如和中山市调光照明电子有限公司开发的手机蓝牙无线调光系统、和中山智观照明电子有限公司合作开发的基于 DALI 总线的照明系统等项目，这些项目都已经实现量产化，客户反映良好。因此该项目的研究具有了坚实的基础，本项目的产品也是和中山英达思迅智能科技有限公司共同开发设计，该产品具有广阔的应用前景。

2.负责人的主要学术经历、主要参加者的学术背景和研究经验、组成结构（如职务、专业、年龄等）

项目负责人杨立宏在电子产品研发方面有着比较丰富的经验，主持过中山市市级课题 2 项《电动汽车动力锂电池均衡控制系统应用研究》、《家用太阳能发电最大功率跟踪控制研究》，其中第一项已结题，近 5 年发表论文 6 篇，申请专利 1 项。

项目组的成员大部分是电子工程系具有坚实理论基础和丰富实践经验的教师，其中博士 1 人，高级工程师 1 人，中级工程师 4 人，助教 2 人，年龄结构合理，并且均有着在企业工作的丰富经验。中山英达思迅智能科技有限公司总经理王高飞研发工程师出身，成功开发过多个项目，对本项目的实施充满信心。

3. 完成课题的保障条件（如研究资料、实验仪器设备、研究时间及所在部门条件等）

电子工程系拥有近二十间的专业实验实训室，包括：电工技术实验室、高/低频电子线路实验室、单片机原理与接口技术实验室、电子 CAD 实训室、传感器及测控技术实验室、数字电路及电路基础实验室、电气控制及电机拖动实验室、EDA 技术实验室、工业控制及 PLC 技术实验室、电源技术实验室、创新技术实验室等，并与火炬开发区的著名电子公司合作建有多个定岗实训基地。拥有数字式示波器、稳压电源、信号发生器、单片机开发板，PLC 等仪器设备价值 400 多万元。

总之，从项目组成员及硬件设施等方面来看均具备完成本项目的条件。

五、研究工作进度和预期研究成果

工作 进 度 安 排	序 号	研究阶段（起止时间）	主要工作内容	主要成果形式 及数量
	1	2016.10.01~2016.12.31	资料查阅、系统整体方案设计与论证	
	2	2017.01.01~2017.06.30	终端节点设计，包括硬件电路设计与调试、软件设计与调试	
	3	2017.07.01~2018.03.31	协调器设计，包括协调器硬件完善设计、ZigBee 协议解析、软件设计与调试	专利
	4	2018.04.01~2018.10.31	移动终端控制软件设计，包括底层硬件驱动和软件界面设计	论文
	5	2018.11.01~2019.05.31	系统整机调试、整改和完善	
	6	2019.06.01~2019.09.30	资料整理、撰写报告、结题准备	研究报告

六、经费预算（单位 万元）

序 号	经费开支科目	金额（元）	用途说明
1	实验材料费	24000	用于实验材料、芯片、电路板制作等
2	差旅费	8000	用于到行业企业调研差旅费用
3	论文、专利费	6000	发表论文、申请专利费用
4	专家劳务费	3000	聘请行业企业专家进行指导
5	管理和办公费	3000	纸张、墨盒等消耗品
6	设备购置费	6000	功率计、电子负载、协议分析仪等设备
7			
合计：50000 伍 万 零 仟 零 佰 零 拾 零 元			

七、推荐人意见

申报二类项目负责人不具备中级及以上职称或者硕士及以上学位，且研发能力较强又确有研究能力的，需由两名正高职称的同行专家推荐。同行专家从“专业水平”、“科研能力”、“组织能力”等方面填写推荐意见。

推荐人姓名		专业技术职务	
工作单位		研究专长	

推荐意见:

推荐人签名:

年 月 日

推荐人姓名		专业技术职务	
工作单位		研究专长	

推荐意见:

推荐人签名:

年 月 日

八、推荐及评审意见

所在系部推荐意见

签章

年 月 日

工程研究院审核意见

签章

年 月 日

专家审核意见

签章

年 月 日

学院审核意见

签章

年 月 日