

摘要

在现代社会，自动化与智能程度得到很大提高的今天，家居智能管理很有可能是人们今后的主流选择。本文在研究的过程中，立足家庭照明展开了分析。在具体的论述上，通通过实现传统和智能照明模式比对，通过分析目前主流照明控制中家庭照明中凸显出部分严重问题，如照明控制方式落后，甚至很大程度都还是采用机械开关，安全系数低，舒适性差，布线复杂等。考虑到既有控制方式的不足，其很容易导致资源的浪费，甚至在控制的过程中，由于错误控制，导致明明房间里没有人，但是却灯火通明的现象。所以要想改进不足，就必须实现控制的深入研究。

本文在研究过程中，对传统以及现代照明展开了深入的探讨和论述，基于比对实现优缺点的获取。同时在进行研究过程中，本文提出了可以基于 **Zigbee** 应用实现无线智能控制改变方案的提出。在本文所研发的系统中，通过搭载两个 **Zigbee** 功能板，一块功能板的作用是导入，同时将导入的数据作为信号发射出去，给予控制器一个信号。同时另外一块功能板可以直接和继电器连接，其可以实现第一块功能板发出信号的接收，按照信号指令来完成室内照明管控。在这种控制方式下，只有室内有人，且光线不足时才点亮所需灯光，而在室内无人，光线不足的情况下，灯处于熄灭态势。借助这种方式进行管控，能够有效实现能源的节约，真正的实现智能化管控呢。本文中将会详细的介绍整个控制系统的功能以及控制策略，软件程序设计包括 **LED** 灯初始化、光敏传感器初始化、**PIR** 传感器初始化、协议栈初始化，串口通讯等。

最后，将会在模拟实际环境下，对其进行测试可行性与性能。大量的实验证实，通过引入 **Zigbee** 无线控制，可以实现突出的管控效益，并且可以显著提高节能效果，改善“无人灯亮”的问题。

关键词：**Zigbee**，光敏传感器，热释红外传感器，节能

Abstract

In this paper, the characteristics of traditional lighting and modern lighting are studied comprehensively. By comparing the advantages and disadvantages, an advanced wireless intelligent control change scheme using Zigbee is given. That is to say, two Zigbee function boards are used in the system, one is imported into the photosensitive sensor and the thermo-infrared sensor, which are used for signal transmission, the other is connected to the relay module to receive signals and combine them. Control the light to turn off. In modern society, the degree of automation and intelligence has been greatly improved today, home intelligent management is likely to be the mainstream choice for people in the future. The main research object of this paper is family lighting. It mainly compares intelligent lighting with traditional lighting. Through the analysis of some serious problems in the current mainstream lighting control, such as backward lighting control mode, mechanical switch, low safety factor, poor comfort, complex wiring and so on. Because of the insufficiency of these control methods, energy is wasted enormously. Even in the mistaken area of control, there is no one in the room, but the lights are bright. In view of these shortcomings, it is necessary to do a further research and development on control.

In this control mode, only when there are people in the room and the light is insufficient to light the required lights, but when there is no one in the room and the light is insufficient, the lights do not turn on. This control method can solve the problem of wrong interruption and energy waste. In this paper, the function and control strategy of the whole control system will be introduced in detail. The software program design includes LED lamp initialization, photosensitive sensor initialization, PIR sensor initialization, protocol stack initialization, serial communication and so on.

Finally, the feasibility and performance of the system will be tested under simulated real environment. Experiments show that the use of Zigbee wireless control can have a good control effect, and can significantly improve the energy-saving effect, improve t

Key words: Zigbee, photosensitive sensor, pyroelectric infrared sensor, energy saving

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
第 1 章 绪论.....	1
1.1 基于 Zigbee 灯光控制系统研究的背景	1
1.2 现有灯光控制方案.....	2
1.2.1 传统灯光控制.....	2
1.2.2 声控有线自动控制.....	2
1.2.3 光强无线灯光控制.....	2
1.3 方案比较.....	2
1.3.1 传统灯光控制方式.....	2
1.3.2 声控有线自动控制.....	3
1.3.3 光强无线灯光控制.....	3
1.4 本文设计方案.....	3
1.4.1 Zigbee 无线智能控制	3
1.4.2 Zigbee 控制方案优势	3
1.4.3 Zigbee 控制研究意义	4
第 2 章 Zigbee 简介	5
2.1 Zigbee 介绍.....	5
2.2 CC2530	5
2.3 基于 CC2530实验板.....	6
2.4 光敏传感器.....	8
2.5 热释电红外线传感器.....	9
第 3 章 Zigbee 无线智能灯光控制	10
3.1 Zigbee 无线控制结构	10
3.2 设计说明.....	10
3.3 系统软件的实现.....	13
3.3.1 开发环境介绍.....	13
3.3.2 系统初始化.....	14
第 4 章 硬件仿真结果分析.....	19
4.1 硬件仿真调试内容.....	19
4.2 调试结果分析.....	19
4.2.1 模拟环境中，光照不足，但是有人的情景.....	19
4.2.2 模拟环境中，光照不足且无人员.....	20

4.2.3 模拟环境中光照充足，但没有人员..... 21.....

4.2.4 模拟环境中光照充足，且有人经过..... 21.....

4.3 创新点及应用..... 21.....

4.3.1 创新点： 21.....

4.3.2 应用： 21.....

4.4 存在的不足..... 22.....

第 5 章 总结..... 22.....

5.1 工作内容..... 22.....

5.2 展望..... 23.....

第1章 绪论

1.1 基于 Zigbee 灯光控制系统研究的背景

随着电子技术的高速进步，社会经济的不断发展，人们的生活质量也不断的提高，科技的发展也使得生活的节奏越来越快。人类的生活，工作都受到信息化的社会的影响，而且它也成了传统灯光控制的挑战对手。从物理角度来说，我们所谓的生存空间目前已经实现了较大的变革，其已经不再是简单的灯光和自然光的融合，强调的是实现更安全、舒适以及便捷的居住空间营造。在空间布局上，通过信息技术终端的引入，以及自动化管控技术，能够让人充分享受到便捷的生活空间，感受生活的乐趣。显然现代化家居灯光设计理念的引入，开始促使在家居照明设计上也步入智能化发展趋势，且其成为一种突出的消费需求^[1]。随着科技的发展，该需求的实现也成为可能。目前借助通信以及计算机技术的运用，能够实现智能化的家居灯光管控，而且智能灯光系统也有较好的口碑。

从灯光控制领域来说，人们对于照明的需求已经不再是单纯的局限在亮度需求上了。而今，人们对照明的需求开始步入更灵活以及更高效的需求，强调照明的美感营造。传统灯光照明是难以满足这一需求的。而且在当前来说，人们也希望能够有合理、更智能的灯光管控系统出现。结合既有的灯光控制技术来看，一个突出的问题就是能源利用率有限。人们在子夜时对灯光亮度要求不高，所以通过智能化管控，能够有效节约能源。比如在街灯的管控上，进入到子夜后，随着路上行人的日见稀少，实际上可以通过合理灯管控制来进行智能化照明。但传统照明系统难以达成这个要求，也无法做到灵活照明管控^[2]。随着光电控制电路的引入，其可以借助光敏电阻器件来实现街灯的管控，天黑自动亮起，早上天亮之后自动关闭。这种方法存在可靠性低、易受外界干扰、后半夜灯光照明浪费能源，也不能对灯光实行有效的节能控制^[2]。结合目前在灯光控制方面，传统技术手段的不断，基于 Zigbee 的无线网络技术也开始发展起来。

1.2 现有灯光控制方案

1.2.1 传统灯光控制

即在建筑照明中，照明灯需要通过电线与机械开关连接，形成照明控制的开关电路，然后才能使用开关控制照明灯；要想有不同的照明管控效益，通常要求设计者要进行开关电路的合理接线操作，确保能够达成多样化的照明管控目的。完成照明灯光控制所需的必要条件是：照明灯、供电回路、控制回路、人工操作。少其一项，都无法实现照明控制。

1.2.2 声控有线自动控制

它是一种由声音控制的电子照明装置，这个装置主要由音频放大器、选频电路、以及可控硅电路组成。这种电子照明装置是一种操作方便、好用的优质声控灯，当附近有人经过并且发出声音时，声控灯将会由话筒传入，并且会经过功率放大电路接通，从而实现灯的智能控制。声控灯在设计的过程中，主要的元件有话筒，以及音频放大器、选频电路、倍压整流、鉴幅及恒压源电路，此外还有延时以及可控延时开启、开关电路等。

1.2.3 光强无线灯光控制

根据外界灯光强弱，通过光敏传感器将信号反馈回中央处理器，并根据内置程序通过红外线，蓝牙完成信号的发送和接收操作，基于此能够达成对灯光的智能化管控。

1.3 方案比较

1.3.1 传统灯光的控制方式

成本低廉，能充分满足家庭内不同年龄、不同职业、不同习惯的家庭成员及访客的操作需求；不会因为局部智能设备的临时故障，导致不能实现控制的尴尬。但因为它的铺设比较复杂，使用的电路相对太多，电线的使用相比也较多，为了能够实现复杂的照明控制，往往会需要更多的机械开关。因此也就导致了材料会浪费的问题。此外考虑到传统照明的管控者是子然人，所以这会导致能源的浪费。这将是不符合现代节能减排理念的要求的。除此之外，传统照明系统的检修工作

相对于智能灯光控制也比较复杂。传统照明控制系统通常会有较为复杂的电路接线，所以在后续的维护上会有较大的工作难度。有时候为了进行一个小问题的解决，往往需要耗费较长的时间。而且如果电路开断时，会有火花出现，存在安全隐患。

1.3.2 声控有线自动控制

由于这种方案的智能化程度较高，而且它的控制方式也是相当于全自动的。但其不具备突出的抗干扰表现。而且采用声控方式进行照明管控，也会受到多方面因素的干扰。比如室内有人，但是没有声音，灯光会自动断掉，给人们的生活也带来了许多不便的地方。且有线布局方式不仅不美观，布线以及后续维护也都十分复杂。

1.3.3 光强无线灯光控制

采取这种方式进行照明管控，不需要太多复杂的设备，而且整个系统的设计成本很低，有较高的推广效益。目前家居系统里也有很多家电能够借助红外线啊进行遥控控制，所以仅仅需要进行简单的改进，就可以让更多家电也可以加入到智能家居控制网络里。但信号发射的而是红外线和蓝牙传媒的介质，无热释放的电红外线传感器就能够生成回路。由于错误控制，导致明明房间里没有人，但是却灯火通明的现象，致使资源浪费严重。红外线的波长在于 760nm 和 400um 之间，因为它的波长短，所以对于障碍物的衍射能力比较差，因此强调要进行可视化的控制器以及接收器设计，二者之间的通信角度应该设定在 35 以下，距离一般控制在 10 米范围内。也正是因为如此，其难以实现较大范畴的家庭通信应用。

1.4 本文设计方案

1.4.1 Zigbee 无线智能控制

Zigbee 无线智能灯光控制在进行照明系统的管控上，包含控制、接收以及发射等部分。每个 Zigbee 功能板的内部都是集成了无线收发的功能。灯光节点是由 PCB 的天线模块，CC2530 模块，以及灯驱动继电器模块还有灯电路模块传感器模块组成。PCB 为天线，此外 CC2530 内部也搭载了一个接收器，二者在通信活动开展上，仅仅是负责和其他相关节点间的通讯。其中 CC2530 的功能在于信号接收操作，灯驱动模块将会负责驱动灯模块，从而实现灯的亮灭以及其他功能。

1.4.2 Zigbee 控制方案优势

结合当前照明管控的设计方案，若是在方案中仅仅是引入一个简单的光敏或光照传感器，那么如果光线较弱就自动开启灯光，容易导致出现家里没有人但是灯光却处于点亮的情况。虽然可以引入时间段管控，但是这种方式无法确保系统能够结合室内人数以及光线需求来实现对灯光开启程度以及数量的精准管控，从而能够达到节能减排的目的。

论文在研究中，使用的是一个光敏以及一个热释电红外线进行系统的设计，基于两种不同传感器的引入，确保在进行照明管控实现上，可以充分是智能化操作。而且集合场合以及人员数量的差异，可以实现定制化的照明管控，准确、人性化地提供灯光节能的不同策略。很好的解决室内无人却灯火通明的不足。通过的是无线控制，能够摆脱空间上对于我们的束缚，传统意义上的有线布线不仅浪费很多的有效空间，而且影响室内美观，而采用套管内墙布线在一定程度上克服美观性问题，但布线方式复杂且线路一旦出现问题，维修难度极高。并且 Zigbee 无线控制方式是可以弥补传统照明方式的缺点，由于其设备简单、价格低廉，很容易在广大家庭中推广。

1.4.3 Zigbee 控制研究意义

1，使用方便，节约资源，更加环保。

2，照明设计要重视人本思想引入，强调立足人的需求合理进行照明管控，确保照明能够和人的需求保持紧密结合，打造出更有特色，以及更个性化的家庭照明环境。

3，构造出智能建筑系统的一个部分。它可以自己运行对光环境的控制，实现对光环境的合理控制；在通信保险方面，其有非常出色的白噢先，而且可拓展功能突出。在通信功能体现，以及可扩张方面的优势，也促使其可以实现住宅照明系统的智能化管控，同时将其看作是自身住宅的子系统。此外其还能够与其它智能家居系统进行高效互联，打造成智能化的家庭网络系统。

第2章 Zigbee 简介

2.1 Zigbee 介绍

Zigbee 这个协定是根据 IEEE802.15.4 而制定的。基于 Zigbee 协议的驱动，本文完成了无线通信系统的组建。其有较小的功耗，而且在进行技术应用上基本上有较低的成本。但是其不足是，通信范畴有限[4]。无线通信系统的作用在于满足无线传感网络以及智能管控系统的高效开发，其可以借助多种功能丰富的传感器来进行系统的设计布局。简而言之，ZigBee 是一种节能，而且省钱的可持续发展的无线组网通信技术。

这个无线数据传输网络就是基于 Zigbee 协议创造的，网络大部分是由 65000 个的无线数据的传输模块组成的。在完成建立的无线传输网络范畴里，不同传输模块会对应一个独立的地址，基于 Zigbee 通讯协议，能够让每个传输模块之间完成通信。还能使用点播，组播协议，对一部分传输模块的进行加密，保证数据仅传输到制定地址的模块上，功能相当强大。

当今社会还是工业上 Zigbee 无线数据传输使用的比较多，在工业自动化的无线数据传输模块中起到了相当重要的作用。由于在工业现场中使用，无线数据的传输网络因为安装简单，操作方便，性能稳定，省钱。ZigBee 的网络节点本身就是可以单独作为感应终端的，无线传输可以通过通过感应终端安装传感器完成，其也可以作为一个协调器使用，可以完成信号收取，同时实现该信息的转发。并且 Zigbee 可以和单独网络节点进行对接，只需要在信号范围内。

Zigbee 成本低廉，功能完备全面，十分符合课题研究的需求。所以进行多方比较和课题研究分析后，本文最终选择使用 Zigbee 协议栈，从而建立起无线传感网络，并会在方案中使用无线传感网络，它将会不同于传统照明方式和数据传输方式。

2.2 CC2530

CC2530，是用于 2.4-GHz IEEE 802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 应用的一个真正的片上系统（SoC）解决方案。它的网络节点制造耗材低。CC2530 有很多先进优势，是在 8051 CPU 基础的升级，其可以实现编程内容的闪存操作，8-KB

RAM 还有很多的优点。CC2530 的闪存为：CC2530F32/64/128/256 其中有 32/64/128/256KB 的闪存。CC2530 运行模式各不相同，系统功耗低更应该选择该方式。运行模式之间的转换时间短进一步确保了低能源消耗[6]。系统的功能引脚如图 2-2 所示。

CC2530F256 是综合了德州仪器 ZigBee 协议栈（Z-Stack），这是一个很好而且完善的方案。

CC2530F64 中间含有 RemoTI 原件，给 ZigBee RF4CE 提供了一个完美的解决方法。

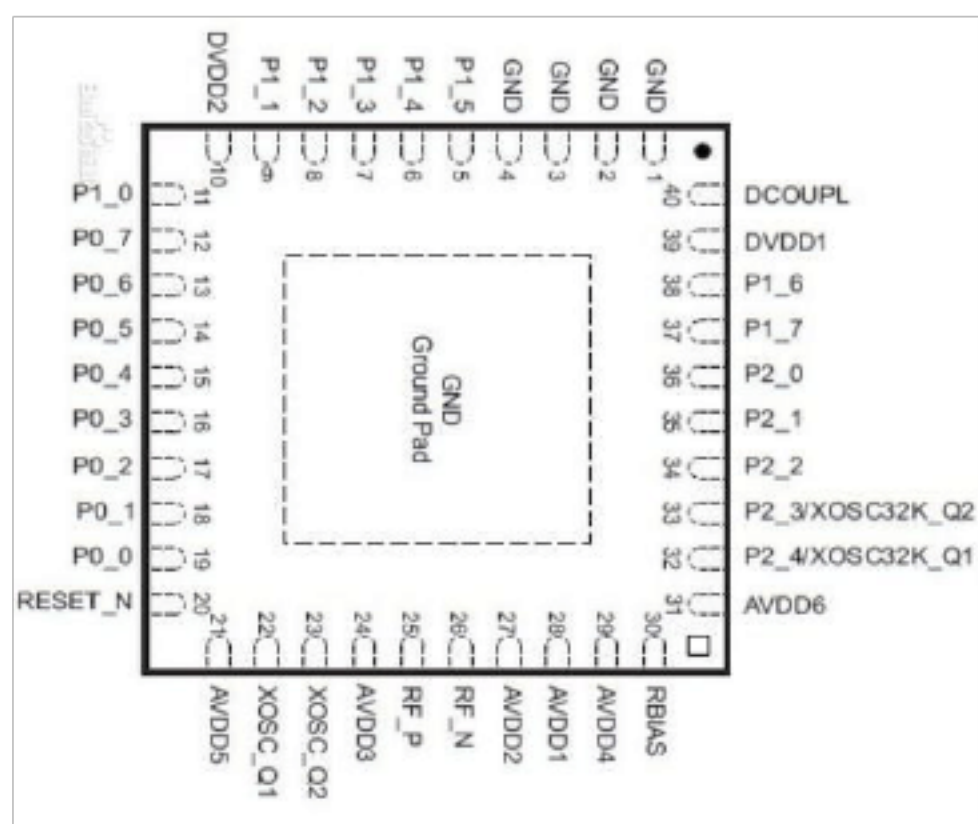
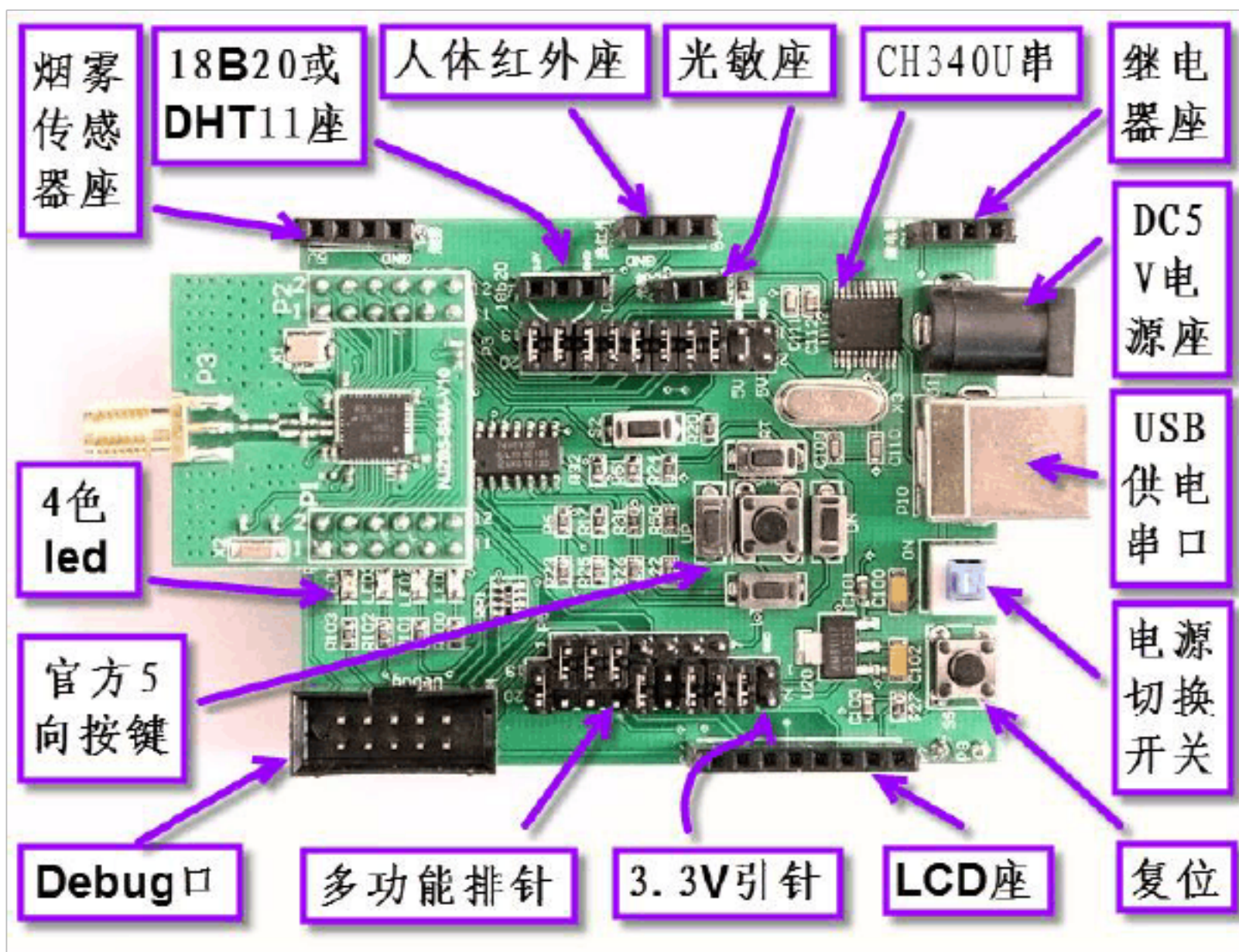


图 2-2 CC2530 功能引脚图

2.3 CC2530实验板

本课题是通过大量数据名和分析现有照明控制方案后，再加上 Zigbee 无线数据的传输技术，提出了一套基于光照传感器加上热释电红外传感器而形成的无线传感照明控制方案。为了能够证明此次课题的可行性，所以需要能够通过实验硬件完成方案中的验证。而套硬件的实验，最后就需要在 CC2530 的开发板上完成实验。最终实验所用的开发板如图 2-3 所示。

图 2-3 CC2530 实验板



CC2530开发板的核心功能是：

(1) 4 色 LED

4 色 LED由左至右分别为蓝、橙、红、绿。他们分别和 LED4 3、2、1 相互对应。四色 LED的 IO 口为：LED4--P0.1、LED3--P1.4、LED2--P1.1、LED1--P1.0。在 Zigbee 协议栈将其中任一 IO 口置 1，就能使其对应编号的 LED灯亮起。P0.1 口的 LED4可与光敏座联动，当插入光敏电阻后，LED4是可以根据光敏电阻检测光照程度从而进行自动调整亮度的。P1.4 口和继电器口互通，基于 P1.4 口的管控，能够实现对继电器以及 LED3的管控。

(2) 人体红外座

人体红外座中是可以加上红外传感器的。在本文的系统设计上，为确保硬件实验中 PIR 传感器功能的达成，则需要在该座中进行 PIR 传感器的设计。该座使用的是 P0.5 口。该口默认状态为高电平状态，此时代表房间内有人。

(3) 光敏插座

光敏插座对应的 IO 口为 P0.1，该口为光敏插座和 LED4 的共用口。在完成

光敏电阻插入操作后,此手 LED4 可以结合光敏电阻检测的结果来进行亮度的对应调整和管控。

(4) USB 供电串口

在进行具体的实验操作上, CC2530 所设定的节点一共有三个。在进行实验操作上,要使用 USB 线实现电脑以及供电串口的连接,确保其能够得到工作所必须的电源支持,如此 CC2530 节点才能工作。

(4) 电源切换开关

在进行电源的设计上,为充分展现出本文系统独特的无线传输效果,所以在供电实现上,采用电池来满足协调器供电工作需求。仅需要进行电源开关切换,就可以实现电源的开闭。

(5) 复位按键

其作用在于完成初始化操作。

(6) Debug 口

仿真驱动器插入口,完成插入后连接电脑插入程序。此口也可以作为供电用。

2.4 光敏传感器

因为科技的发展,所以各种传感器也是花式百出让人应接不暇,各种功能的传感器层出不穷。而在众多种类的传感器中,运用较为普遍的就是光敏传感器。光敏传感器对于非电量检测,智能还有节能控制系统都是有着重要的意义,其在各种照明控制工程或监测工作中都被广泛使用[7]。光敏电阻算是最敏感的光敏传感器。而在本文中,光敏电阻也是主要使用光敏原件。

光敏电阻,也有人将其称作是光导管,在进行这种元件的设计上,一般使用的材料是硫化镉、硫化铝或是硫化铋、硒等。之所以选择这些材料,是考虑到这些材料本身可以在一定波长的光照条件下,可以实现其自身阻值的快速减小。产生这个现象的原因是因为光照的载流子参与了其中的导电,在外部有电场的情况下发生了飘移运动,正极电子增多,负极空穴增多,最后造成阻值迅速下降。

通常而言,在进行光敏电阻的设计上,最理想的就是这种薄片模式,其可以实现最大化光能的吸收。在有光照射的情况下,此时在该薄片内部会在光照作用下激发出电子,这些电子能够导电,因此在这种情况下,会导致电路的电流增加。最终终于在它有铟等金属时,能够提高灵敏度并且使得光敏电阻需要是梳状图案。光敏电阻的结构图如图2-4所示。

传感器的工作原理是:运用光敏元器件,将其所测到的信号,可以使照度信息,也可以是光照强度信息等这些非电量转换为电量,即获取到电信号。本

文在系统的设定上，使用的是两种电信号值，分别是 1、0。

在本文系统的设计上，室内光线信息的检测是借助光敏电阻实现的。如果室内有出色的光照，那么此时光敏电阻输出的电信号取值是 1。

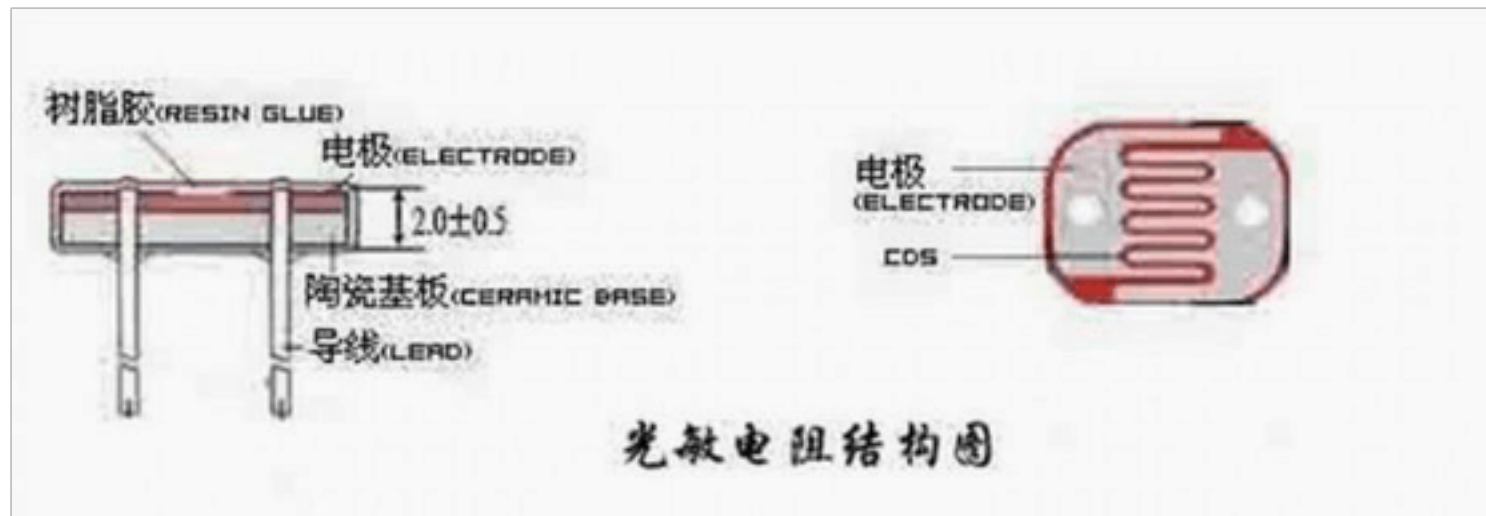


图 2-4 光敏电阻结构图

光敏传感器敏感波长中包含有红外线和紫外线，它们都是在可见波长的附近，我们如果是把非电量转化成电信号的话，光传感器还能够探测其他原件并且能够检测很多非电量，这将是它的能力的一种延伸。当光子冲击接合处就会产生电流，使其接通，转化成所需的电信号。

2.5

热释电红外线传感器是目前市场中一种常用的传感器，其采用的材料多数是一些高热电系数材料。对于不同的探测器来说，每个探测器里都会有 1-2 个元件嵌入。若是嵌入两个元件，采用串联模式连接，为反极性连接方式。通过这种连接，可以有效规避元件由于自身过高温度带来的一系列影响。探测元件可以实现环境的检测，并可以检测结果转换为电压信号，这些电压信号在经过效应管后会被放大，随后这些信号会被传输到接收端。为确保探测器在检测的过程中有出色的灵敏度，同时可以实现更广泛范围内信息的采集，通常会借助菲涅尔透镜的搭载完成。菲涅尔透镜为具备特殊光学系统的透镜，其可以配合放大电路完成信号的放大处理，以确保探测器可以更精准的采集信息 [9]。

通过在热释电红外传感器设计过程中加载场效应管，可以满足阻抗变换的需求。考虑到热电源本身仅可以输出电荷信号，所以需要对这些信号进行转换，即实现电荷到电压信号的转换，这一点可以借助场效应管完成。在热释电红外传感器的结构布局上，涵盖了三部分，分别是传感探测元、干涉滤光片和场效应管匹配器等。在进行具体的设计上，要求选择一些有突出表现的高热电材料，而且在制作过程中，要求其必须严格按照约定厚度设计。在完成薄片的制作后，还需要

在其两面分别进行镀上金属电极，随后通过加电的方式完成其极化处理和操作，这样便制成了热释电探测元。在经过加电极化处理后，获取到一个有极性的电压。所以在经过极化处理后，实际上此时探测元也会存在正、负极。在进行探测元的串连上，采取的是反极性串联方式，通过连接相反的极性连接，可以规避干扰因素的存在。借助两个有同样大小但是极性相反的探测元连接，可以确保干扰信号的相互抵消，进而充分满足传感器稳定工作的要求。在红外辐射作用影响下，热释电传感器借助其前端的菲涅尔透镜可以完成红外辐射的聚焦，并将这些辐射加至探测元，进而实现辐射到电压信号转换后，完成信号的输出 [10]。

当前在很多领域以及系统设计上都引入了热释电



红外传感器。比如在一些走廊过道的灯光管控上，或是车库照明，乃至超市的照明设计等。这是因为热释电红外传感器不仅有低廉的成本，而且其功能有突出的实用价值，可以充分契合实际使用需求。热释电红外传感器在照明系统控制、运动检测、安防监控中都有着不可替代的地位。

在进行实验的设计上，本文引入了热释电红外传感器中的无源红外传感器（PIR 传感器），如图 2-5 所示。

图 2-5 PIR 传感器

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/997066015014006065>