

# 基于 ARM9 和 CC2430 教学楼节能系统的设计<sup>①</sup>

李新春 李永喜 范翠艳 (辽宁工程技术大学 电子与信息学院 辽宁 葫芦岛 125105)

**摘要:** 将嵌入式技术、ZIGBEE 无线通信技术和传感器技术相结合设计了教学楼智能节能控制系统。给出了教学楼节能系统的总体框图,并提供了 ARM 和无线 ZIGBEE 模块通信的串口程序。同时提供了教室灯光检测终端即亮度监控仪的设计框图,并给出了节能系统的采光电路和实现原理。最后,说明了本节能控制系统的实际应用情况和价值。

**关键词:** ARM9; ZIGBEE; 传感器; CC2430; 节能

## Design of Energy-Saving System for Academic Buildings Based on ARM9 and CC2430

LI Xin-Chun, LI Yong-Xi, FAN Cui-Yan

(Electronic Information College, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** In this paper, an energy-saving system for academic buildings is designed based on ARM, ZIGBEE and SENSORS technology. This paper provides an overall system block diagram and serial communication program between ARM and ZIGBEE. Besides, it provides design block diagram of light detection terminal, lighting circuits and implementation principle. Finally, it presents the practical application and value of the energy-saving system.

**Keywords:** ARM9; ZIGBEE; sensors; CC2430; energy-saving

目前,国内各大高校中,同学们的自觉节能意识薄弱,在教室光线足够亮时也开灯,课上完离开教室后灯还亮着的现象普遍存在;而且,学校节能规划极为欠缺,教室的灯光控制由专门的管理人员手工管理,教室极多,管理人员管理不过来,这样就造成不必要的电能浪费和经济损失。本文将嵌入式技术、新兴的 ZIGBEE 无线通信技术和传感器技术相结合设计了教学楼节能控制系统,以便能为学校节能及国家节能做出微薄贡献。

### 1 教室楼节能系统方案

教学楼智能节能系统按功能分由主控制器、ZIGBEE 无线传输网络、亮度检测三部分组成。其中,主控制器负责接受来自 ZIGBEE 网络的数据,并根据数据做出相应的判断和处理;ZIGBEE 无线传输网络负

责主控制器和亮度检测部分的通信;亮度检测部分负责室内灯光的采集、分析和相应处理。

系统主控制器采用 ARM9 架构的 32 位嵌入式 RISC 处理器。通过在亮度监控仪和主控制器中嵌入 ZIGBEE 无线收发模块,实现各网络子节点和系统主控制器的数据传送,从而实现整个系统的无线通信。

节能系统的总体框图如图 1 所示。

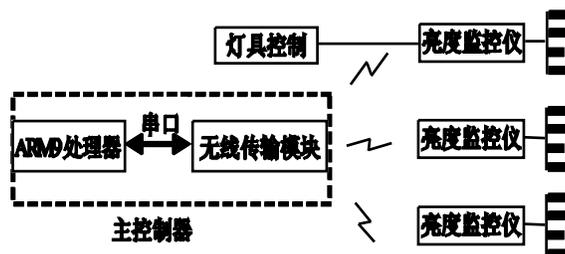


图 1 系统结构框图

① 收稿时间:2009-09-06;收到修改稿时间:2009-11-02

本系统中，亮度监控仪的功能是采集教室光度信号加以处理以确定教室的光线亮度，并通过无线方式将数据传送给节能系统的主控制器。主控制器根据教室亮度监控仪发送来的信息和学校相关作息时间信息对教室灯的亮灭情况做出判断，并将相关操作指令传给亮度监控仪，最后由亮度监控仪来完成教室灯的亮灭工作。

## 2 系统硬件设计

节能系统主控制器主要由基于 S3C2440 的 ARM9 控制器和基于 CC2430 的无线收发传输模块两部分组成。其内部存储亮度标准信息、学校作息时间等学校节能参考信息，通过和外部发送来的各个教室亮度信息比较，下达指令给教室的亮度监控仪，后者实现灯具的开关操作。亮度监控仪主要是由 CC2430 芯片、采光电路及相关 CC2430 外围部件构成。

### 2.1 ARM9 硬件设计

ARM 是对一类微处理器的通称，也可以认为是一种技术的名字。基于 ARM 技术的微处理器应用占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额。开发基于 ARM 的控制器有着广泛的应用前景。

控制器硬件设计采用功能强大 S3C2440 芯片加上其他功能模块<sup>[1]</sup>。处理器采用 SAMSUNG 生产的 S3C2440。选取三星生产的 K9F120 芯片构成 64M NAND FLASH。用两片 32M 的 HY57V561 620 构成 64M SDRAM。LCD 由 CPU 外加驱动电路控制。

### 2.2 亮度监控仪设计

亮度监控仪结构框图如下：

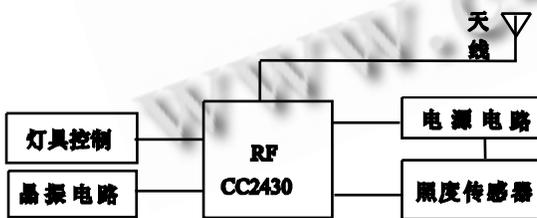


图 2 亮度监控仪结构框图

其中，亮度监控仪处理器采用 CC2430 芯片，该芯片的 CPU 寄存器与标准的 8051 寄存器相同，同时 CC2430 芯片内部集成传统的 CC2420 芯片的功能。亮度监控仪主要功能是读取照度传感器采集信号，经过 AD 处理后，将数据无线发送出去，供上位机查询；

并在收到上位机指令后，进行灯具合理控制实现教室智能节能的功能。照度传感器采用 on9658 光电集成传感器，其为可见光照度传感器，主要电气特点是灵敏度高，电流随光照强度增强呈线性变化；内置微信号 CMOS 放大器、高精度电压源和修正电路，输出电流大，温度稳定性好。其主要功能是采集教室的亮度信号，传送给 CC2430 处理器。

照度传感器工作电路如下。由于 CC2430 的 AD 输入范围为 0~3.3V，此处选择一个 3.V 稳压二极管。

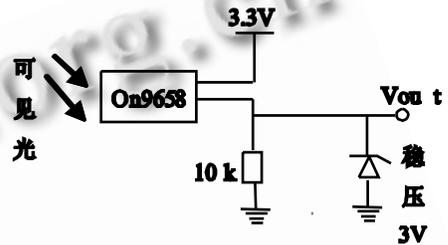


图 3 照度传感器电路

## 3 系统软件设计

### 3.1 无线传输模块软件设计

无线 ZIGBEE 支持星型，格型，簇型三种拓扑结构。考虑到本模块要应用到教学楼节能中，此处选择星型结构。典型的星形网络由一个网络协调器和若干网络终端组成。其中，网络协调器控制整个网络的通信，负责建立和维护网络通信。每个网络终端提供 240 个节点供终端设备使用，终端设备之间不能直接通信，只能通过网络协调器配合完成设备之间的通信。

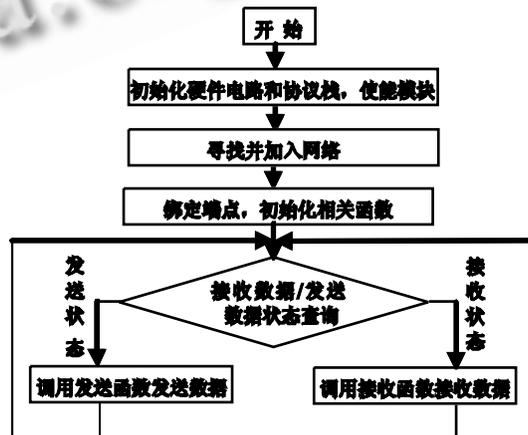


图 4 无线传输 ZIGBEE 模块程序流程图

无线 ZIGBEE 模块的主要功能是实现串口和 ZIGBEE 网络协议的双向数据转换，一方面将串口发来

的数据, 经过 ZIGBEE 协议转换成能发送到网络中的数据。另一方面, 将 ZIGBEE 网络中传输来的数据, 经过 ZIGBEE 协转换成能用串口传输的数据, 以便控制器查询。

无线传输 ZIGBEE 模块程序流程图如图 4 所示<sup>[2]</sup>。

### 3.2 ARM 控制器软件设计

ARM 控制器通过分析自身内部储存的学校作息时间和无线传输模块串口送来的教室亮度信息, 通过串口下达相应指令给无线传输 ZIGBEE 模块, 后者通过无线方式传输指令给亮度监控仪, 最终有亮度监控仪实现教师相应灯具的开关。ARM 控制器实现上述功能要编写串口应用程序<sup>[3]</sup>。

其中串口应用程序主要包括四部分: 初始化函数、发送函数、接收函数、主函数。

#### ① 初始化函数

初始化主要实现引脚功能的选择、串口数据的格式设置、时钟源选择及查询方式等功能。串口主要寄存器(S3C2440 有三个 UART, 此处选择串口 0)设置如下:

```
GPHCON = 0xA0; //GPH2, GPH3 为 TXD0,RXD0 功能
```

```
ULCON0 = 0X03; //数据格式为 8 位, 一停止位, 无校验位
```

```
UCON0 = 0X05; //时钟源为 pclk, 查询方式
```

```
UBRDIV0 = (PCLK / ( 57600 × 16) - 1); //设置波特率 57600
```

#### ② 发送函数和接收函数

两函数通过对 UTRSTAT0 寄存器相应位判断来实现发送或接受的功能。

发送判断指令:

```
while (! (UTRSTAT0 & 0X04))//判断当 UTRSTAT0 寄存器 [2]位为 1 时, 执行发送指令
```

接受判断指令:

```
while (! (UTRSTAT0 & 0X01)) //判断当 UTRSTAT0 寄存器 [0]位为 1 时, 执行读取指令
```

#### ③ 主函数<sup>[4]</sup>

主函数主要实现 UART0 的初始化, 信息判断和相应功能函数调用等功能。

### 3.3 亮度监控仪软件设计

亮度监控仪主要的功能是对可见光照度传感器 on9658 采集的亮度信号进行相应转换, 并实现无线

发送, AD 转换程序如下:

```
AD(i)
{
    ADCCFG = 0xFF; //配置 P0.0~P0.7 为 AD 输入
    ADCCON3 = 0x37; // AD 参考电压为内部 1.25V,
    转换精度 14 位, 选通 AIN7 做 AD 通道
    ADCCON1 = 0x73; //清 AD 结束标志位, 并手动启动
    AD 转换器
    while(!(ADCCON1 & 0x80)); //等待 AD 转换转换结束
    i = (((unsigned int)ADCH) << 8);
    i |= ADCL;
    i >>= 2; //与转换精度 14 位相一致
}
```

## 4 系统实际应用

该自动节能系统在我校实验室已成功应用。其中, 在 10m×12m 的实验室内只需放 3 个亮度监控仪, 分别用于检测控制实验室离窗子较近的一排灯, 实验室中间一排灯, 实验室离过道近的一排灯。三个亮度监控仪的选择和运行由一个 zigbee 协调器统一控制。经教学楼里的实际测试, 亮度监控仪和 zigbee 协调器的传输距离要小于 30 米, 因此在同一楼层要根据楼宇的实际设计来确定 zigbee 协调器的多少和位置, 不可以按照理论的数值来确定传输模块的距离。在功耗方面由于是定时检测教室的亮度, 为了降低功耗, zigbee 协调器和亮度监控仪在大部分时间是控制在休眠模式以等待外来中断的唤醒, 这样就大大增强了电池的使用寿命。本系统中的 zigbee 协调器和亮度监控仪均采用两节 1.5 伏干电池供电。经实际检测, 无线模块在实验室运行八个月来, 模块电源电压均在 2.7 伏以上, 由此可见, 基于 CC2430 的无线模块功耗极低。以此为据, 理论上两节 1.5 伏干电池, 可供单个无线模块工作 2 到 3 年。因此这种价格低、功耗小、功能大的节能系统值得推广。

## 5 结语

本文设计的基于 S3C2440 芯片、CC2430 无线通信芯片和传感器技术的教学楼智能节能控制系统, 性能优越, 结构清晰具有良好的扩展性。学校教学楼

(下转第 35 页)

(上接第 232 页)

中,可以在原来的设备布局基础上少做作处理,便可利用该设备达到学校节能的效果。将嵌入式技术和 ZIGBEE 无线收发技术应用到教学楼的节能中,成本低,便于推广。学校教学楼及与节能相关的楼栋都可以利用此技术进行节能。

本文作者创新点:(1)将 ARM 技术应用到教学楼的智能照明中,提高了节能的效率;(2)运用 ZIGBEE 无线传输技术,可以在原来设备基础上方便的添加节能设备。(3)运用价格低廉的传感器到教室节能中,易于推广。

## 参考文献

- 1 乔大雷,夏士雄,杨松,陈岱.基于 ARM9 的嵌入式 Zigbee 网关设计.微计算机信息,2007,35:156-158.
- 2 孙利民.无线传感器网络.北京:清华大学出版社,2005.98-163.
- 3 韦东山.嵌入式 Linux 应用开发完全手册.北京:人民邮电出版社,2008.166-192.
- 4 周立功,陈明计,陈渝.ARM 嵌入式 linux 系统构建与驱动开发范例.第 2 版.北京:北京航空航天大学出版社,2006.156-236.