

# 目 录

中文摘要 .....	- 1 -
英文摘要 .....	- 2 -
1 引 言 .....	- 3 -
2 概 述 .....	- 4 -
2.1 无线传感器网络 (WSN) .....	- 4 -
2.1.1 无线传感器网络 (WSN) 的结构 .....	- 4 -
2.1.2 无线传感器网络 (WSN) 的特点和功用 .....	- 5 -
2.2 家庭安防系统 .....	- 6 -
2.2.1 传统家庭安防的方法 .....	- 6 -
2.2.2 基于无线传感器的家庭安防网络的优点 .....	- 6 -
3 系统的总体设计 .....	- 8 -
3.1 系统的组成结构 .....	- 8 -
3.2 系统开发环境 .....	- 9 -
4 系统硬件设计 .....	- 10 -
4.1 基站模块设计 .....	- 10 -
4.1.1 CC2430 无线单片机 .....	- 10 -
4.1.2 TS-ZigBee-CC2430 无线模块 .....	- 10 -
4.2 传感器节点的设计 .....	- 13 -
4.2.1 MSP430 单片机系统 .....	- 13 -
4.2.2 红外线对射模块设计 .....	- 15 -
4.2.3 室内检测传感器节点设计 .....	- 16 -
4.2.4 温度传感器 DS18B20 .....	- 16 -
4.2.5 煤气传感器 MQ-5 .....	- 18 -
4.2.6 烟雾传感器 MQA214 .....	- 19 -
4.3 系统硬件 PCB 板设计相关问题 .....	- 20 -
5 系统软件设计 .....	- 21 -
5.1 红外线对射节点软件流程图 .....	- 21 -
5.2 室内检测传感器节点软件流程图 .....	- 22 -
6 电路调试与实验结果 .....	- 24 -
6.1 硬件电路调试 .....	- 24 -
6.1.1 焊接 .....	- 24 -
6.1.2 调试 .....	- 24 -
6.1.3 调试总结 .....	- 24 -
6.2 软件测试 .....	- 25 -

6.2.1 MSP430 单片机的调试流程 .....	- 25 -
6.2.2 调试 .....	- 25 -
6.2.3 调试结果总结 .....	- 26 -
结 论 .....	- 27 -
谢 辞 .....	- 27 -
参 考 文 献 .....	- 28 -
附录一：硬件电路原理图 .....	- 29 -
附录二：PCB 图及实物图及上位机界面 .....	- 32 -
附录三：程序源代码 .....	- 36 -

# 基于 MSP430 的无线家庭安防装置

**摘要：**随着人们生活水平的提高，对于家庭安防的要求也越来越高，近年来智能化的家庭安防越来越引起人们的注意。本文主要设计了一种基于无线传感器的家庭安防网络。网络中的传感器节点用 MSP430 超低功耗单片机作为 MCU，采用红外对射传感器检测入侵，环境检测传感器检测室温、烟雾和煤气等可燃气体，并通过 ZigBee 组建无线通信网络将检测信号发送到远端基站，基站接收传感器节点发来的数据通过串口通信发送给上位机，上位机软件对数据进行处理，实时显示监测值，并对异常情况（入侵、火灾、煤气泄漏等）进行报警。本系统安全性好，无须布线，布设方便，功耗低，体积小，成本低，而且具有实时性和一定的智能性，可以有效提高家庭安防水平。

**关键词：**家庭安防，无线传感器，MSP430，红外对射传感器，ZigBee

**Abstract:**With the improvement of people living standards, security requirements of the family have become more sophisticated, intelligent home security in recent years be taken more attention. This paper designed a family security network based on wireless sensor. The sensor nodes in the network use ultra-low power single-chip MSP430 as MCU, use infrared sensors to detect intrusion shot, use environmental testing sensor at room to monitor temperature, smoke and gas and other combustible gases, and ZigBee wireless communications network will be set up to send detection message to the remote base station. Base station sends the receive data to the host computer through serial communication, host computer software processes data processing, real-time displays the monitor value of the abnormal (intrusion, fire, gas leak, etc.) and takes alarm. Because of good security of the system without cabling, laid convenience, low power consumption, small size, low cost, and with a certain degree of intelligence, can effectively increase the security level of the family.

**Keywords:** Home burglar alarm system; wireless sensor; MSP430; infrared sensors on the radio; ZigBee

# 1 引言

无线传感器网络(wireless sensor networks, WSN) 是由大量具有通信与计算能力的微小传感器节点密集布设而形成的“智能”自治监控网络系统。该系统能在无人值守的监控区域, 根据环境自主完成指定任务。它是当前对人类生活方式产生重大影响的研究热点之一<sup>[1]</sup>。无线传感器网络的应用已由军事领域扩展到其他领域, 如环境保护, 健康监测, 目标跟踪等。基于无线传感器的家庭安防网络, 是将无线传感器网络技术应用到家庭安防中的产品。

家庭安防一直是人们关注的问题。目前, 多数的居民住宅防盗都采用铁栅栏防盗, 这样做既不美观, 在发生紧急事件如火灾的时候, 居民不方便逃生, 而且铁栅栏的费用很高。一些高档小区的报警系统因价格昂贵不能被广大消费者所接受, 这也限制了它的推广。如: 将用户和公安部门联网, 当用户家里出现警情会拨号到公安部门, 并通过已经建立的数据库及时调出用户详细信息。此类产品成本相对较高, 一般用户难以接受。而基于传感器技术的报警系统已成为主流, 如采用温度传感器、门磁感应传感器和红外对射传感器的报警系统。其中红外对射传感器的接收器不断接收发射器发射过来的红外信号, 当有人从中间经过挡住了红外信号, 就会发出报警。由于红外对射距离非常远, 抗干扰能力强, 因此可以有效检测盗窃入室。但由于目前国内外现有的数字家居安防系统的架构主要基于传统的有线网络技术, 普遍存在着布线烦琐、施工周期长、后期维护困难、可扩展性差等问题, 限制了它在数字家居系统中的应用。

针对以上情况, 我们设计基于电池供电的低功耗无线传感器节点的安防报警系统, 系统采用超低功耗单片机 MSP430<sup>[2]</sup>作为 MCU, 嵌入 ZigBee 无线数据传输设备, 使用红外对射传感器、室内检测模块全方位检测异常信号, 然后将检测到的异常信号通过无线方式发送到远端基站, 以启动报警设备进行报警。系统嵌入 CC2430 的 ZigBee 模块, 可以组建无线星状网络、网状网络和簇状网络。Zigbee 节点有几十米的覆盖范围, 且可以增加路由节点, 扩展覆盖范围。传感器节点可自由灵活地加入和离开网络, 具有低功耗和低成本的特点。

本文分为六章。第一章介绍本次设计的背景知识; 第二章简单介绍了无线传感器网络和家庭安防系统; 第三章介绍总体设计和系统的开发环境; 第四章详细介绍各个模块硬件设计; 第五章描述软件的设计; 第六章为硬件以及软件的调试。

## 2 概 述

### 2.1 无线传感器网络（WSN）

无线传感器网络（WSN）即随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成的无线网络。它是由大量传感器节点通过无线通信技术自组织构成的网络，它集成了传感器、微机电系统和网络三大技术，目的是感知、采集和处理网络覆盖围内感知对象的信息，并转发给观察者，是以数据处理为中心的系统。

#### 2.1.1 无线传感器网络（WSN）的结构

传感器网络是由大量体积小、成本低、具有无线通信、传感、数据处理功能的传感器节点（sensor node）组成的。每一个传感器节点由数据采集模块（传感器、A/D转换器）、数据处理和控制模块（微处理器、存储器）、通信模块（无线收发器）和供电模块（电池、DC/DC能量转换器）等组成，如图 2.1 所示。

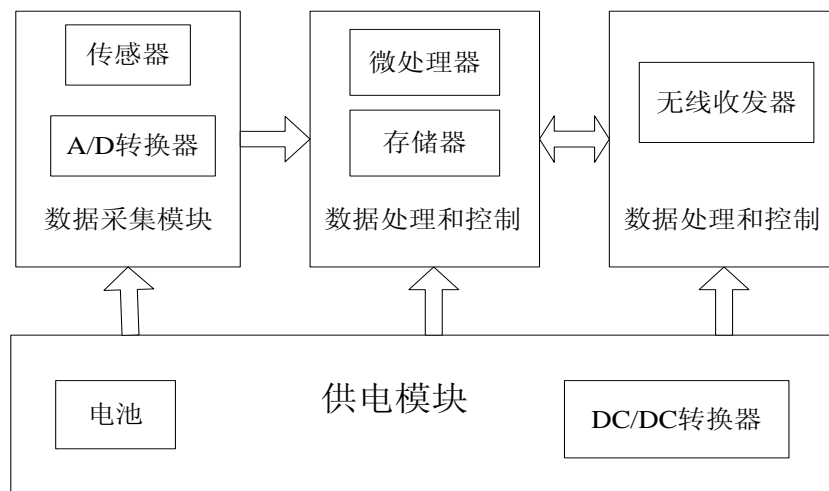


图2.1 传感器网络节点模块

传感器网络的结构如图 2.2 所示。每个节点的功能都是相同的，大量传感器节点被布置在整个被观测区域中，各个传感器节点将自己所探测到的有用信息通过初步的数据处理和信息融合之后传送给用户，数据传送的过程是通过相邻节点的接力传送的方式传送回基站，然后再通过基站以卫星信道或者有线网络连接的方式传送给最终用户。

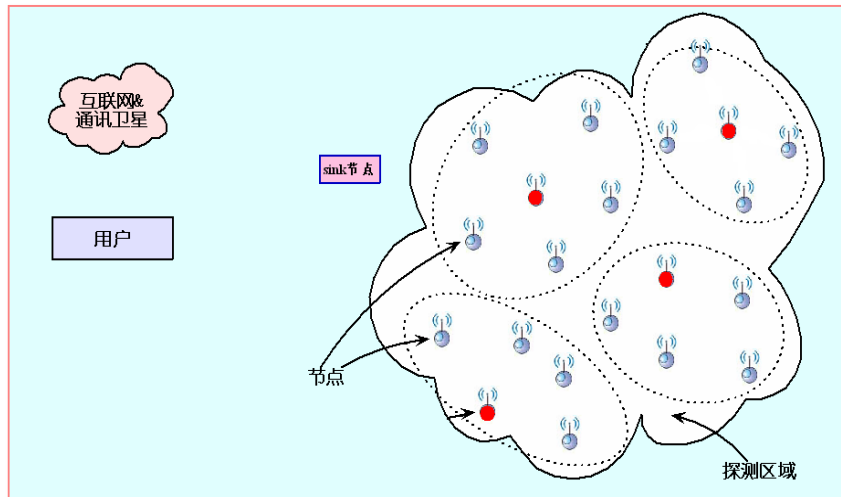


图2.2 传感器网络的结构

### 2.1.2 无线传感器网络（WSN）的特点和功用

无线传感器网络的主要特点有：

(1) 传感器网络的节点数量大、密度高。由于传感器网络节点的微型化，每个节点的通信和传感半径很有限，一般为十几米范围之内，而且为了节能，传感器节点大部分时间处于睡眠状态，所以往往通过铺设大量的传感器节点来保证网络的质量。

(2) 传感器网络的节点有一定的故障率。由于传感器网络可能工作在恶劣的外界环境之中，网络中的节点可能会由于各种不可预料的原因而失效，为了保证网络的正常工作，要求传感器网络必须设计成具有一定的容错能力，允许传感器节点具有一定的故障率。

(3) 传感器网络节点在电池能量、计算能力和存储容量等方面有限制。由于传感器节点微型化，节点的电池能量有限，而且由于物理限制难以给节点更换电池，所以传感器节点的电池能量限制是整个传感器网络设计最关键的约束之一，它直接决定了网络的工作寿命。另一方面，传感器节点的计算和存储能力有限，使得其不能进行复杂的计算，传统 Internet 网络上成熟的协议和算法对传感器网络而言开销太大，难以使用，必须重新设计简单有效的协议及算法。

(4) 传感器网络的拓扑结构变化很快。

(5) 以数据为中心（data centric）。在传感器网络中人们只关心某个区域的某个观测指标的值，而不会去关心具体某个节点的观测数据。

无线传感器网络的功能是借助于节点中内置的传感器测量周边环境中的热、红

外、声纳、雷达和地震波信号,从而探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等物质现象。

无线传感器网络是新兴网络,具有微型化、容错性、高灵活性、布网快速等优点,它的应用极为广泛,可以用于军事、环境、医疗保健、空间探索及各种商业应用。在军事上,由于无线传感器网络具有自组织性、容错能力,特别适合恶劣的战场环境,能很好完成敌方信息的搜集和处理工作。无线传感器网络大面积、低成本、随机分布的节点能方便地获取环境科学中需要的随机信息的监测与统计,例如监测海洋、大气、降雨量、土壤成分等。通过置于病人身上的传感器,医生可监测病人的生理情况,更全面及时地了解病况,并能为远程医疗提供帮助。在空间探索方面,可利用传感器节点对外部空间进行长时间探测,以获得更多数据。无线传感网的自组织、微型化、高感知能力,使其具有极为广泛的商业运用,如服务业采用无线传感器网络负责商品流通、服务环境秩序、金融流通安全等。在各种社会活动中,无线传感器网络的应用更是举不胜举。

## 2.2 家庭安防系统

### 2.2.1 传统家庭安防的方法

早期的家庭安防的方法很简单,如防盗锁,防盗门等,在一定程度上保证了家庭的安全,但如果是家庭内部发生了意外情况,比如煤气泄露,发生火灾等,都是无法及时处理的。随着人们生活节奏的加快,现代人们多忙于工作学习,家中无人的情况比较多,入室行窃,煤气泄露,火灾等时有发生,外出时难免会为家庭的安全担心,像以前安装原始的“铁栅栏”,一方面非常不雅观,有碍市容;另一方面当有危险情况,极有可能将主人困在家中而无法逃生。

智能化的家庭安防系统越来越引起人们的注意,特别适合于家中无人的情况,通过安装多个传感器节点,主人可以轻松的掌握家里的各种情况,具有很好的扩展性,但由于其价格昂贵,还没有达到普及的状况,只有少数的小区安装了这样的智能安防网络。

在这样的背景下,人们希望有一个面向普通居民、价格低廉、运行可靠的自动报警系统,能够及时发现发生的异常情况,把损失降到最低。

### 2.2.2 基于无线传感器的家庭安防网络的优点

传统的家庭安防系统类似大体可以分为四种:防盗防火报警监控系统,门禁系



统、环境检测系统，视频监视系统，各个系统的传感器都有线地连接在基站节点上，造成了布线复杂，成本增加，安全性降低，维护力度大等一系列的问题。

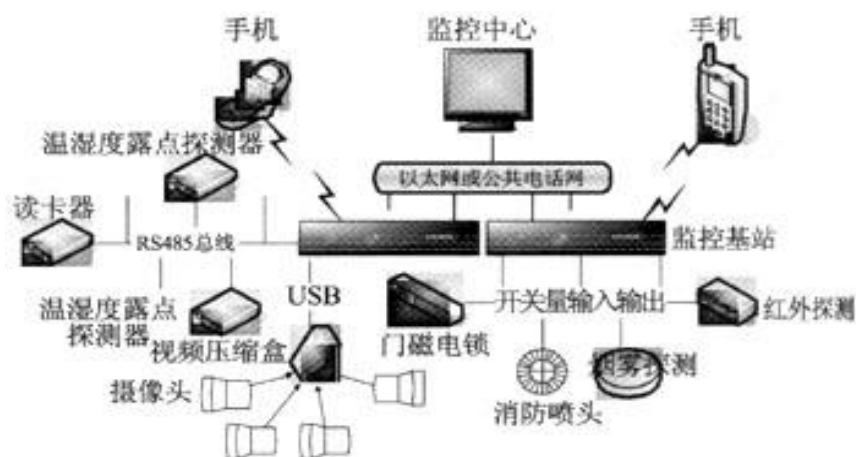


图2.3 传统家庭安防系统结构图

如上图所示，由于基站的接口有限，就只能连接有限的传感器节点，减少了安防的多面性，如果想接连更多的传感器节点，就不得不增加基站的个数，布线也会越来越复杂，成本也就随着增加了。

一旦发生危险，可能造成节点与基站断开连接，造成无法通信信息。

综上所述可以很容易的得出基于无线传感器的家庭安防网络的优点，省却了布线的繁杂，同时也保证了网络的安全性，降低了成本。可以方便地根据实际情况增加或减少传感器节点的数量，具有很强的灵活性，无论从智能化程度，还是从安装使用便利程度上看都是绝对的优势。

针对这一现状本课题将设计基于无线传感器的家庭安防网络装置，增加了网络的可靠性和安全性。

### 3 系统的总体设计

#### 3.1 系统的组成结构

系统由一个基站和多个监测传感器节点组成，它们之间采用基于 ZigBee 技术的无线通信。图 3.1 是总体结构简图。

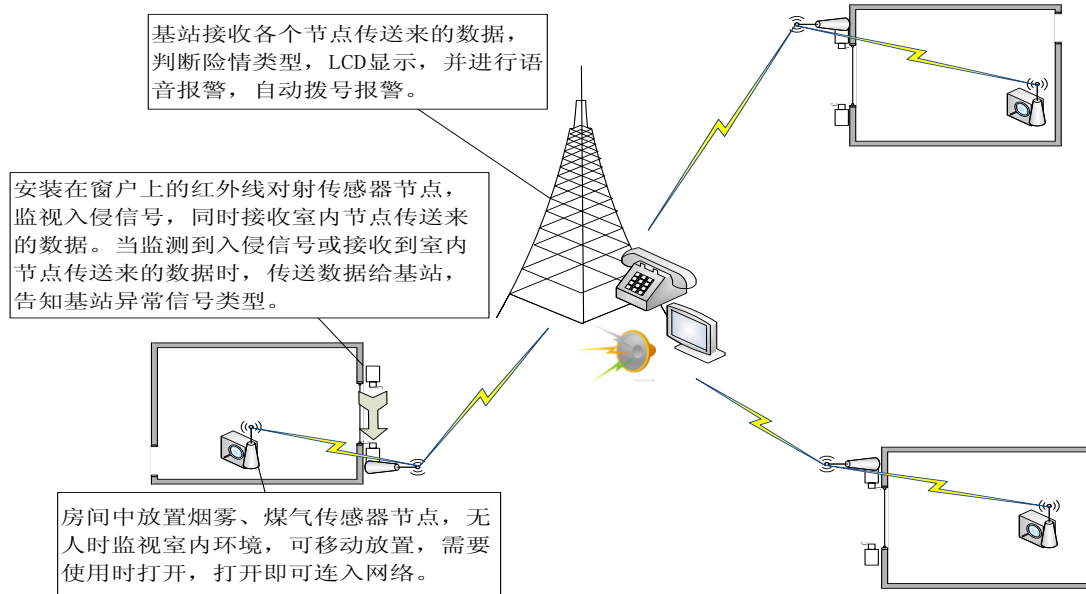


图3.1 系统结构框图

基站由 ZigBee 无线通信模块实时接收传感器节点发送来的数据，通过 RS-232 串口发送给上位机，上位机软件对数据进行处理，实时显示监测值，并对异常情况进行报警。

每个监测节点由一个或多个室内检测传感器节点和一个窗上红外线对射节点组成。室内节点装有烟雾、煤气、温度传感器，监测室内环境，但检测到室内异常险情时，将险情类型传送给窗上节点，再由窗上节点将险情类型传送给基站。室内节点在需要使用时打开，打开即可连入网络，不需要使用时可以关闭。红外线对射节点监测从窗户入侵到室内的险情，检测到险情后将入侵险情传送给基站，或者接收到从室内节点传送来的数据时，将此数据传送给基站，让基站进行报警。传感器节点采用 MSP430 超低功耗单片机作为 MCU，红外线对射节点功耗低，可以采用电池供电，3V 锂电池供电可以用半年至 1 年，这样为安装传感器节点提供了方便。

## 3.2 系统开发环境

MSP430 和 CC2430 无线单片机的开发环境都是 IAR Embedded Workbench 集成开发环境，IAR Embedded Workbench 是支持众多知名半导体公司的微处理器的 C 编译器，是全球领先的嵌入式系统开发工具和服务的供应商 IAR Systems 的产品。IAR Embedded Workbench 可以对 MSP430 和 CC2430 单片机 C 语言进行编译、在线 JTAG 仿真和下载。

对于硬件，我们使用的开发环境是 Protel99SE。Protel99SE 是应用于 Windows9X/2000/NT 操作系统下的 EDA 设计软件，采用设计库管理模式，可以进行联网设计，具有很强的数据交换能力和开放性及 3D 模拟功能，是一个 32 位的设计软件，可以完成电路原理图设计，印制电路板设计和可编程逻辑器件设计等工作，可以设计 32 个信号层，16 个电源—地层和 16 个机加工层。

## 4 系统硬件设计

### 4.1 基站模块设计

基站最大的特点在于它能与传感器节点进行无线通信，不需要有线的连接，这种体系结构具有很好的扩展性，可以方便地根据实际情况增加或减少传感器节点的数量，具有很强的灵活性。基站模块还带有RS232串行接口，能与上位机之间进行串行通信，将接收到的数据送给上位机软件进行处理、显示等操作。

#### 4.1.1 CC2430 无线单片机

CC2430 是一颗真正的系统芯片 (SoC) CMOS 解决方案。这种解决方案能够提高性能并满足以 ZigBee 为基础的 2.4GHz ISM 波段应用对低成本，低功耗的要求。它结合一个高性能 2.4GHz DSSS (直接序列扩频) 射频收发器核心和一颗工业级小巧高效的 8051 控制器。

CC2430 芯片延用了以往 CC2420 芯片的架构，在单个芯片上整合了 ZigBee 射频 (RF) 前端、内存和微控制器。它使用 1 个 8 位 MCU (8051)，具有 128 KB 可编程闪存和 8 KB 的 RAM，还包含模拟数字转换器 (ADC)、几个定时器 (Timer)、AES128 协同处理器、看门狗定时器 (Watchdog timer)、32 kHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路 (Power On Reset)、掉电检测电路 (Brown out detection)，以及 21 个可编程 I/O 引脚。

CC2430 芯片采用 0.18  $\mu\text{m}$  CMOS 工艺生产；在接收和发射模式下，电流损耗分别低于 27 mA 或 25 mA。CC2430 的休眠模式和转换到主动模式的超短时间的特性，特别适合那些要求电池寿命非常长的应用。

#### 4.1.2 TS-ZigBee-CC2430 无线模块

CC2430 是无线 SOC 设计，其内部集成了一个高性能 2.4GHz DSSS 射频收发器核心和一个增强型 8051 控制器核心以及大量必要的电路，因此采用较少的外围电路即可实现信号的收发功能。本课题使用旭昂公司推出一个符合 ZigBee 的 SOC 的单体芯片 CC2430 和协议栈实现方案 TS-ZigBee-CC2430 无线模块，如图 4.1 所示。

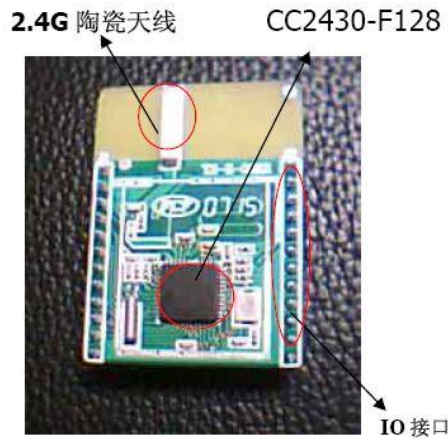


图4.1 TS-ZigBee-CC2430无线模块

TS-ZigBee-CC2430 无线模块是加强型的 ZigBee 模块，集成了符合 ZigBee 协议标准的射频收发器和微处理器，它具有通讯距离远、抗干扰能力强、组网灵活等优点和特性；可实现一点对多点及多点对多点之间的设备间数据的透明传输；可组星型和 MESH 型的网状网络结构。CC2430 无线模块的电路如图 4.2 所示。

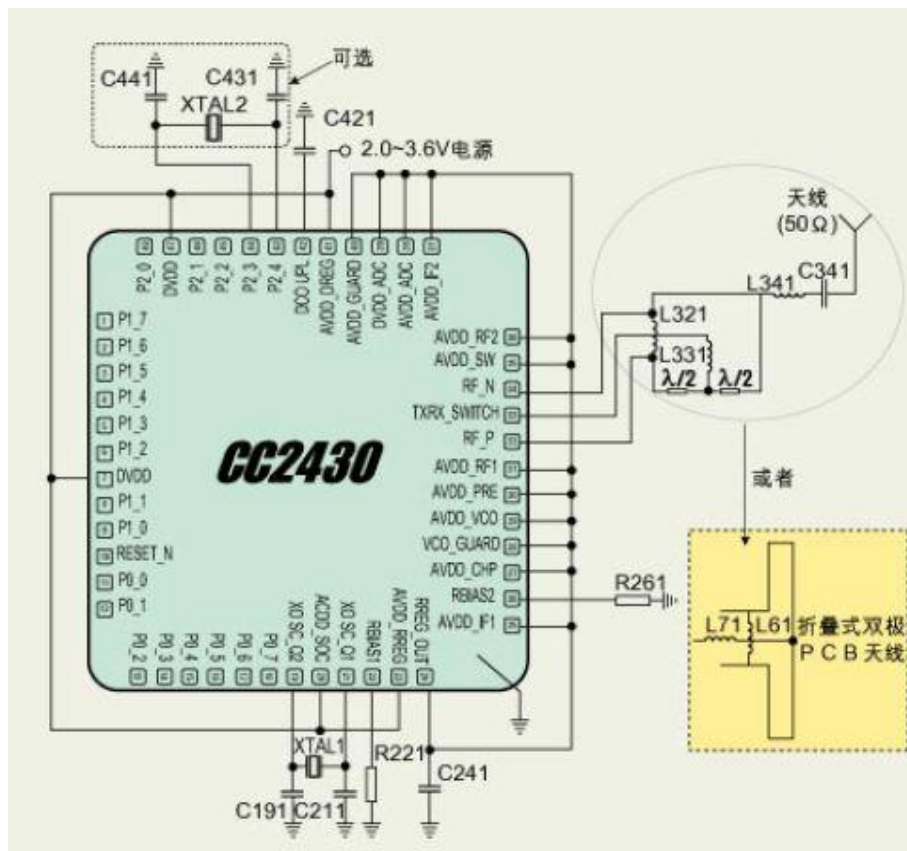


图4.2 CC2430无线模块的电路图

通过编写相应的 ZigBee 协议，TS-ZigBee- CC2430 模块可以直接与上位机之间通过串口通信。串口是计算机上一种非常通用设备通信的协议（不要与通用串行总线 Universal Serial Bus 或者 USB 混淆）。大多数计算机包含两个基于 RS232 的串口。串口同时也是仪器仪表设备通用的通信协议；很多 GPIB 兼容的设备也带有 RS-232 口。

串口通信的概念非常简单，串口按位（bit）发送和接收字节。尽管比按字节（byte）的并行通信慢，但是串口可以在使用一根线发送数据的同时用另一根线接收数据。它很简单并且能够实现远距离通信。比如 IEEE488 定义并行通行状态时，规定设备线总长不得超过 20 米，并且任意两个设备间的长度不得超过 2 米；而对于串口而言，长度可达 1200 米。

典型地，串口用于 ASCII 码字符的传输。通信使用 3 根线完成：（1）地线，（2）发送，（3）接收。由于串口通信是异步的，端口能够在 1 根线上发送数据同时在另一根线上接收数据。其他线用于握手，但是不是必须的。串口通信最重要的参数是波特率、数据位、停止位和奇偶校验。CC2430 单片机的 P0.3 和 P0.2 口用作串行通信的收发端口，由于单片机引脚信号为 3V TTL 电平信号，需要通过 MAX3232 芯片转换成 RS232 信号与 PC 串口相连。单片机的串行接口电路如图 4.3 所示。

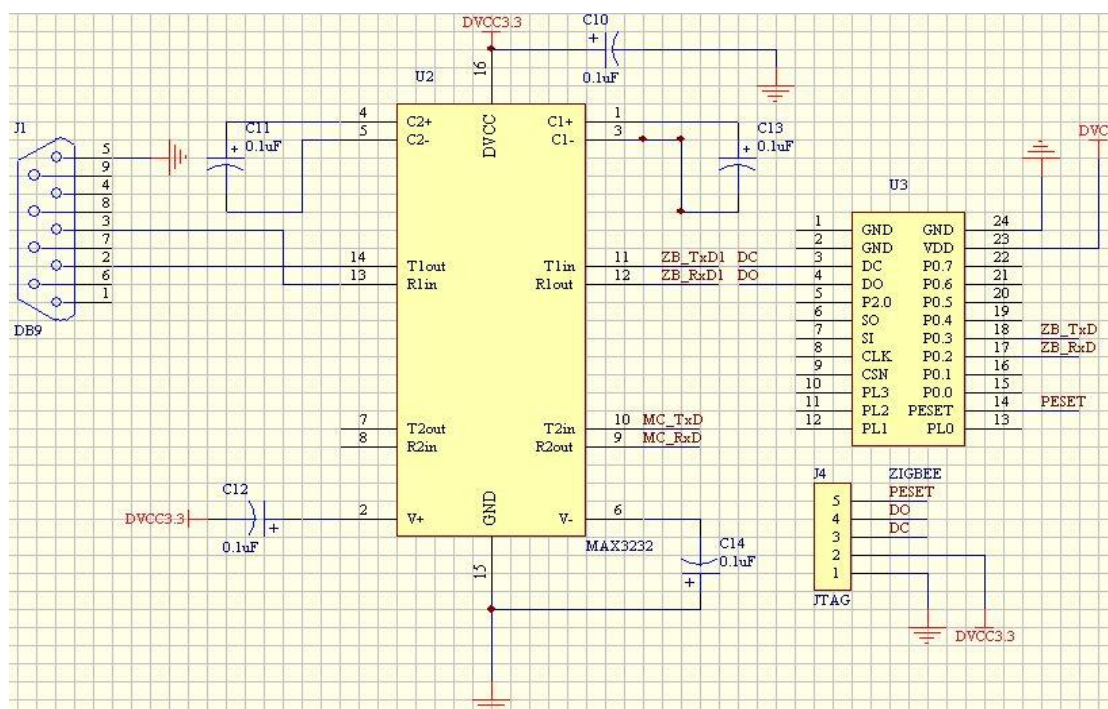


图4.3 MAX3232串行通信接口电路

MAX3232 芯片含有两路发送器和接收器，T1IN、T2IN、R1OUT、R2OUT 为接 TTL 电平的引脚，T1OUT、T2OUT、R1IN、R2IN 为接 RS232C 电平的引脚。图中给出了其中的一路串行通信接口电路。

## 4.2 传感器节点的设计

网络中的传感器节点用 MSP430 超低功耗单片机作为 MCU，采用红外对射传感器检测入侵，环境检测传感器检测室温、烟雾和煤气等可燃气体，并通过 ZigBee 组建无线通信网络将检测信号发送到远端基站。

### 4.2.1 MSP430 单片机系统

MSP430 系列单片机是美国德州仪器 (TI) 1996 年开始推向市场的一种 16 位超低功耗的混合信号处理器 (Mixed Signal Processor)。称之为混合信号处理器，主要是由于其针对实际应用需求，把许多模拟电路、数字电路和微处理器集成在一个芯片上，以提供“单片”解决方案。

超低功耗 MSP430 单片机之所以有超低的功耗，是因为其在降低芯片的电源电压及灵活而可控的运行时钟方面都有其独到之处。

首先，MSP430 系列单片机的电源电压采用的是 1.8~3.6V 电压。因而可使其在 1MHz 的时钟条件下运行时，芯片的电流会在 200~400uA 左右，时钟关断模式的最低功耗只有 0.1uA。

其次，独特的时钟系统设计。在 MSP430 系列中有两个不同的系统时钟系统：基本时钟系统和锁频环 (FLL 和 FLL+) 时钟系统或 DCO 数字振荡器时钟系统。有的使用一个晶体振荡器 (32768Hz)，有的使用两个晶体振荡器。由系统时钟系统产生 CPU 和各功能所需的时钟。并且这些时钟可以在指令的控制下，打开和关闭，从而实现了对总体功耗的控制。

由于系统运行时打开的功能模块不同，即采用不同的工作模式，芯片的功耗有着显著的不同。在系统中共有一种活动模式 (AM) 和五种低功耗模式 (LPM0~LPM4)。在等待方式下，耗电为 0.7uA，在节电方式下，最低可达 0.1uA。

MSP430 系列单片机的各成员都集成了较丰富的片内外设。它们分别是看门狗 (WDT)、模拟比较器 A、定时器 A (Timer\_A)、定时器 B (Timer\_B)、串口 0、1 (USART0、1)、硬件乘法器、液晶驱动器、10 位 /12 位 ADC、16 位 Sigma-Delta AD、直接寻址模块 (DMA)、端口 0 (P0)、端口 1~6 (P1~P6)、基本定时器

( Basic Timer ) 等的一些外围模块的不同组合。其中，看门狗可以使程序失控时迅速复位；模拟比较器进行模拟电压的比较，配合定时器，可设计出 A/D 转换器；16 位定时器 (Timer\_A 和 Timer\_B) 具有捕获/比较功能，大量的捕获/比较寄存器，可用于事件计数、时序发生、PWM 等；有的器件更具有可实现异步、同步及多址访问串行通信接口可方便的实现多机通信等应用；具有较多的 I/O 端口，最多达 6\*8 条 I/O 口线；P0、P1、P2 端口能够接收外部上升沿或下降沿的中断输入；12/14 位硬件 A/D 转换器有较高的转换速率，最高可达 200kbps，能够满足大多数数据采集应用；能直接驱动液晶多达 160 段；实现两路的 12 位 D/A 转换；硬件 IIC 串行总线接口实现存储器串行扩展；以及为了增加数据传输速度，而采用直接数据传输 (DMA) 模块。MSP430 系列单片机的这些片内外设为系统的单片解决方案提供了极大的方便。

目前 MSP430 系列有 OPT 型、FLASH 型和 ROM 型三种类型的器件，这些器件的开发手段不同。对于 OPT 型和 ROM 型的器件是使用仿真器开发成功之后在烧写或掩膜芯片；对于 FLASH 型则有十分方便的开发调试环境，因为器件片内有 JTAG 调试接口，还有可电擦写的 FLASH 存储器，因此采用先下载程序到 FLASH 内，再在器件内通过软件控制程序的运行，由 JTAG 接口读取片内信息供设计者调试使用的方法进行开发。这种方式只需要一台 PC 机和一个 JTAG 调试器，而不需要仿真器和编程器。开发语言有汇编语言和 C 语言。

MSP430 单片机目前主要以 FLASH 型为主。本课题所选用的单片机是 MSP430F149 单片机。MSP430F1xx MCU 系列提供业界较低的电流消耗，工作电压为 1.8 V，实时时钟待机电流的消耗仅为 1.1  $\mu$  A，而运行模式电流低至 300  $\mu$  A (1 MHz)，从休眠至正常工作整个唤醒过程仅需 6  $\mu$  s。MSP430 单片机系统外界 8MHz 和 32.768KHz 两个晶振，单片机系统如图 4.4 所示。



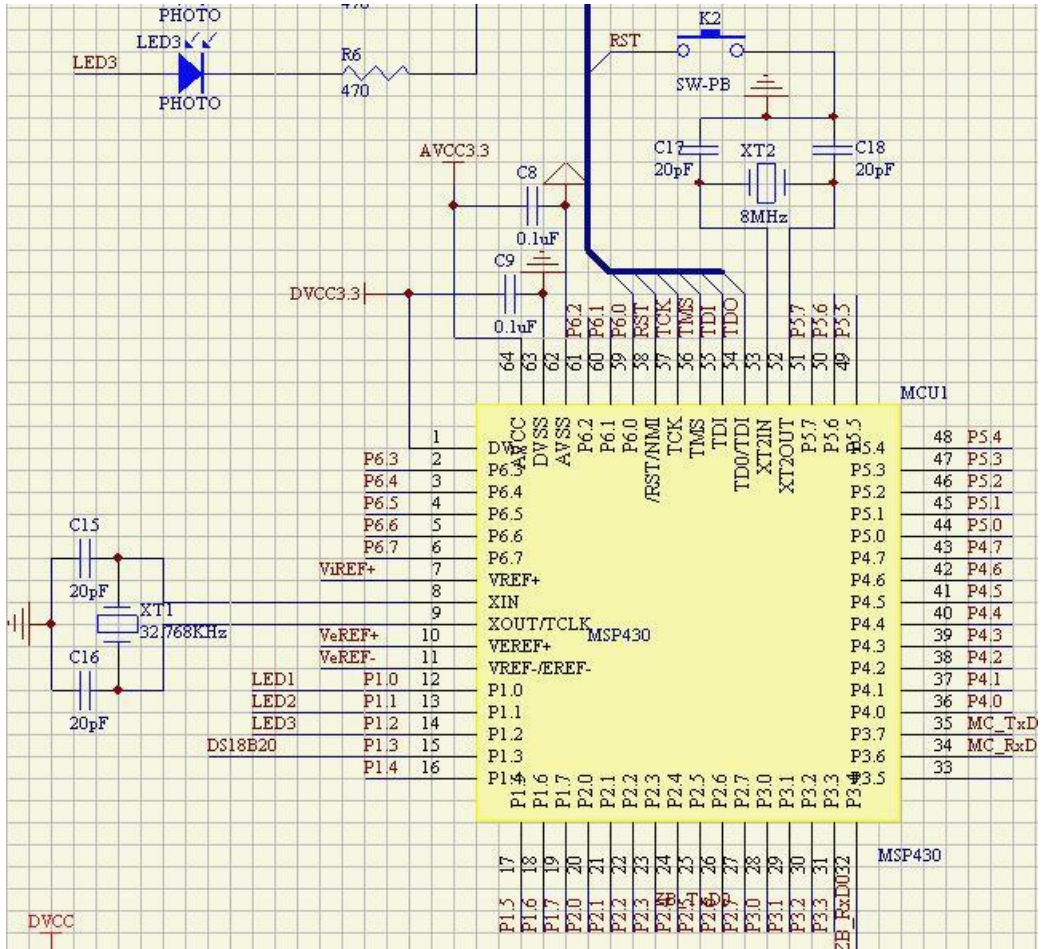


图4.4 MSP430单片机系统电路图

单片机的 P3.4、P3.5 端口设置成串口 0 ( USART0 ) 的收发口与 CC2430 单片机的 P0.3 和 P0.2 口相连，他们之间实现串口通信，如图 4.5 所示。单片机发送数据给 CC2430，CC2430 就可以无线发送出去，CC2430 接收到无线数据也透明传送给单片机。

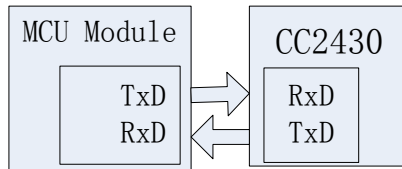


图4.5 MSP430与CC2430的连接

#### 4.2.2 红外线对射模块设计

红外线对射传感器节点有红外线发射模块和红外线接收模块两部分，都是采用电池供电，红外线接收模块部分具有 MCU 和射频。红外收发模块以红外线发光二极

管作为信号源,以光敏三极管作为红外接收装置,组成对射式收发系统。为了增加红外线监测区,红外线采用 38KHz 脉冲调制方式发射,由于红外线收发装置的有效作用距离有限,所以必须最大限度地减小光源能量的损失,使发光二极管的光源能量尽量被光敏三极管接收,为此采用集成电路组成的红外接收电路对发射的信号进行接收、放大、整形,再送至单片机。正常情况下,红外接收管不间断地接收来自红外发射管的红外光,接收管输出低电平给单片机。当有人通过红外线发射管及红外线接收管所构成的警戒线时,接收管接收不到红外光将输出高电平给单片机,单片机产生中断向基站发出报警信号。红外线对射传感器节点结构如图 4.6 所示,红外线发射和接收模块原理图见附录。

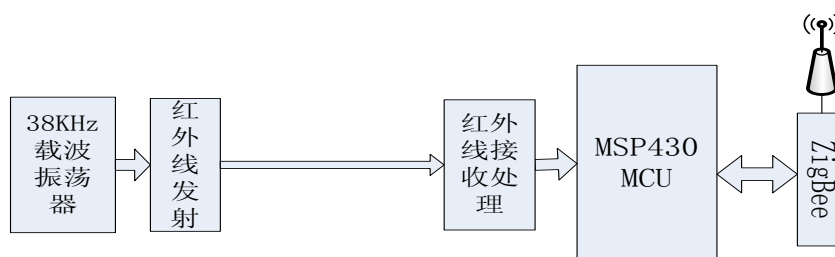


图4.6 红外线对射传感器节点结构

#### 4.2.3 室内检测传感器节点设计

室内检测传感器包括温度传感器、烟雾传感器、煤气传感器等,可以检测各类影响人们生活的环境,确保人居环境的安全。室内节点结构图如图4.7所示。

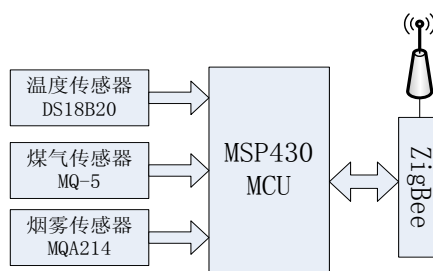


图4.7 室内检测传感器节点结构图

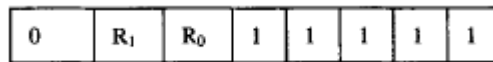
#### 4.2.4 温度传感器 DS18B20

DS18B20 是 Dallas 生产的 One-wire 数字化温度传感器。由于其使用方便,因此在家用电器及其他温度报警器中得到广泛的应用。DS18B20 内有一个 64 位的 ROM,存储器件独有的 ID 号码。它内部还有一个 9 字节的高速缓冲存储器。图 4.8 为 DS18B20 的内部存储器结构图,它包括一个暂存 RAM 和一个非易失性电可擦除 RAM。



图4.8 DS18B20内部存储器结构

DS18B20 内部暂存存储器的第 5 个字节是结构寄存器，它主要用于确定温度值的数字转换分辨率。字节结构如下：

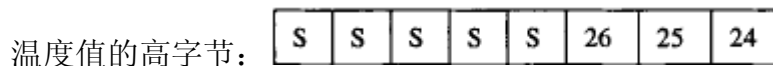
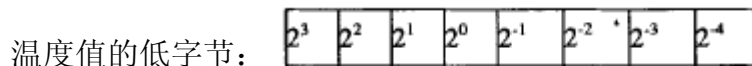


通过对 R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 的设置可以调整温度分辨率，具体如下：

表4.1 DS18B20分辨率设置表

R1	R0	温度分辨率	最大转换时间
0	0	9 位	93.75ms
0	1	10 位	187.5ms
1	0	11 位	375ms
1	1	12 位	750ms

本次设计用 12 位精度分辨率。DS18B20 测得的温度放入头两个字节的存储器中，数据格式如下：



其中：S 代表符号位，S=1，温度位负值；S=0，温度为正值。最低位为 1 时表示的温度值为 0.0625℃。DS18B20 与单片机的借口极为简单，只需要将 DS18B20 的信号线与单片机的一双向口相连即可。本次设计温度传感器模块的原理图如图 4.9 所示。图中传感器的数据发送端与单片机的 P1.3 相连。

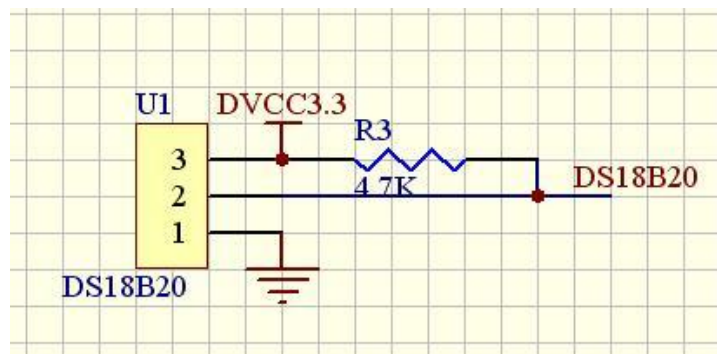


图4.9 DS18B20传感器电路

#### 4.2.5 煤气传感器 MQ-5

气体传感器MQ-5适用于家庭或工业上对液化气，天然气，煤气的监测装置。优良的抗乙醇，烟雾干扰能力。

MQ-5气敏元件由微型AL2O3陶瓷管、SnO<sub>2</sub> 敏感层, 测量电极和加热器构成的敏感元件固定在塑料或不锈钢制成的腔体内，加热器为气敏元件提供了必要的工作条件。封装好的气敏元件有 6 只针状管脚，其中 4 个用于信号取出， 2 个用于提供加热电流。其测试电路如图4.10所示。

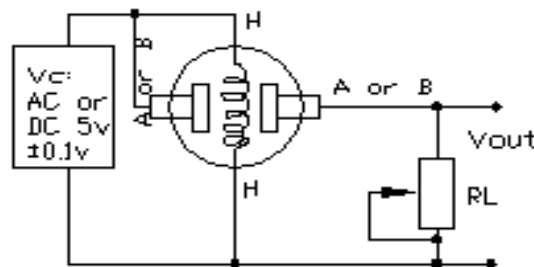


图4.10 MQ-5测试电路

MQ-5型气敏元件对不同种类，不同浓度的气体有不同的电阻值。因此，在使用此类型气敏元件时，灵敏度的调整是很重要的。我们用1000ppm异丁烷或氢气校准传感器。当精确测量时，报警点的设定应考虑温湿度的影响。

在本次设计中，A/D转换的具体电路原理图如图4.11所示。

图中MQ-OUT处与单片机的P2.0口相连。单片机通过检测MQ-OUT处的电压是否为零来判断有无煤气。当没有单片机没有检测到煤气是，煤气传感器MQ-5相当于开路，整个电路相于与开路，所以MQ-OUT处电压为零，单片机检测的为低电平。随着煤气的浓度增加，温度传感器的D3的电阻值逐渐降低，MQ-OUT处所分的电压逐渐增大。

当煤气浓度增加到一定值时，单片机检测到的MQ-OUT电压为高电平。

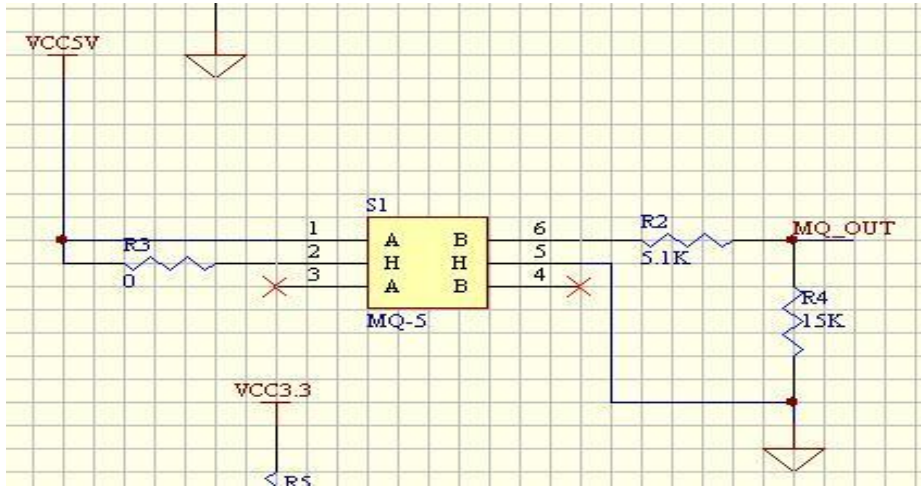


图4.11 煤气采集模块原理图

#### 4.2.6 烟雾传感器 MQA214

MQA214 烟雾传感器可以检测 CO, CH<sub>4</sub> 等气体，如同一个可变电阻，当检测到相应气体时，传感器阻值会减少，气体浓度越大，阻值下降越大。基于这个原理，可以设计如图 4.12 所示的传感器电路，当没有气体时，烟雾传感器 S2 模块阻值很高，YW\_SIGN 为低电平信号，当烟雾传感器 S2 检测到气体时，阻值下降，YW\_SIGN 信号电压上升，随着气体浓度变大，直到 YW\_SIGN 信号变为高电平，单片机检测到高电平后报警。

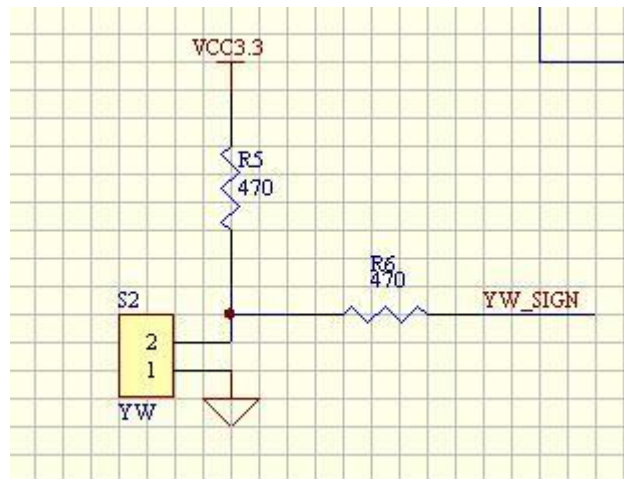


图4.12 烟雾传感器模块

### 4.3 系统硬件PCB板设计相关问题

当了解了芯片的结构原理和芯片的外围线路后，就用 Protel99SE 来绘制原理图和 PCB 图。首先简要讨论采用 Protel99 SE 软件进行 PCB 设计的流程。

a) Protel99 SE 采用的是工程 (PROJECT) 数据库模式管理，在 Windows 99 下是隐含的，应先建立 1 个数据库文件用于管理所设计的电路原理图与 PCB 版图。

b) 原理图的设计。为了可以实现网络连接，在进行原理设计之间，所用到的元器件都必须在元器件库中存在，否则，应在 SCHLIB 中做出所需的元器件并存入库文件中。然后，只需从元器件库中调用所需的元器件，并根据所设计的电路图进行连接即可。

c) 原理图设计完成后，可生成一个网络表以备进行 PCB 设计时使用。

d) PCB 的设计。

e) 元器件的布局：元器件应尽可能同一方向排列，通过选择 PCB 进入熔锡系统的方向来减少甚至避免焊接不良的现象；根据经验元器件间最少要有 0.5mm 的间距才能满足元器件的熔锡要求，若 PCB 板的空间允许，元器件的间距应尽可能宽。

布局中应注意：首先确定与其它 PCB 板或系统的接口元器件在 PCB 板上的位置，必须注意接口元器件间的配合问题（如元器件的方向等）。因为掌上用品的体积都很小，元器件间排列很紧凑，因此对于体积较大的元器件，必须优先考虑，确定出相应位置，并考虑相互间的配合问题。

布线：在基本完成元器件的布局后，就可开始布线了。布线的基本原则为：在组装密度许可情况下后，尽量选用低密度布线设计，并且信号走线尽量粗细一致，有利于阻抗匹配。

PCB 图做好制板后就可以焊接电路了。以前我们课程设计电路焊接用到的都是普通的元件，这次用的是贴片元件。由于贴片元件的体积太小，在焊接的时候给我们造成很大麻烦。开始焊接的时候不能很好的控制焊锡的分量，经常把元件焊短路，并且焊接的速度也极其缓慢。贴片芯片是电路中最难焊接的部分。首先要用焊锡固定住芯片的一端使芯片固定在正确的位置上。然后把芯片的一端的所有管脚上都涂上焊锡，再用焊铁把管脚上的焊锡吸掉，使管脚之间不短路。如此往复焊接芯片的所有管脚。焊接电路的时候最好先焊接贴片芯片，如果芯片旁边有其他元件时，用焊铁吸芯片管脚上的焊锡会受到空间的限制导致很不方便。

## 5 系统软件设计

第四章介绍系统的硬件设计，当完成硬件的设计，下一步就是在系统硬件的基础上编写程序。本次设计使用IAR Embedded Workbench编写MSP430和CC2430的程序。系统由基站、红外线对射传感器节点、室内检测无线传感器节点组成。CC2430的程序使用TI公司提供的TI-ZigBee-Stack 1.42版本的协议栈，对其应用层进行编程，使其通过中断方式、串口协议与其他模块通信。网络层次由MSP430程序生成。首先基站与各红外线对射传感器节点构成一级星型网络结构，而红外线对射传感器节点又与室内各节点构成二级星型网络结构，则红外线对射传感器节点即是路由节点，作为数据转发中继，又是监测节点。

### 5.1 红外线对射节点软件流程图

红外对射节点负责监测从窗户入侵到室内的险情，检测到险情后将传送给基站，或者接收到从室内节点传送来的数据时，将此数据传送给基站。安全情况下节点MCU处于低功耗工作模式，当有入侵险情发生或接收到转发数据时，都通过中断唤醒，其程序工作流程图如图5.1所示。

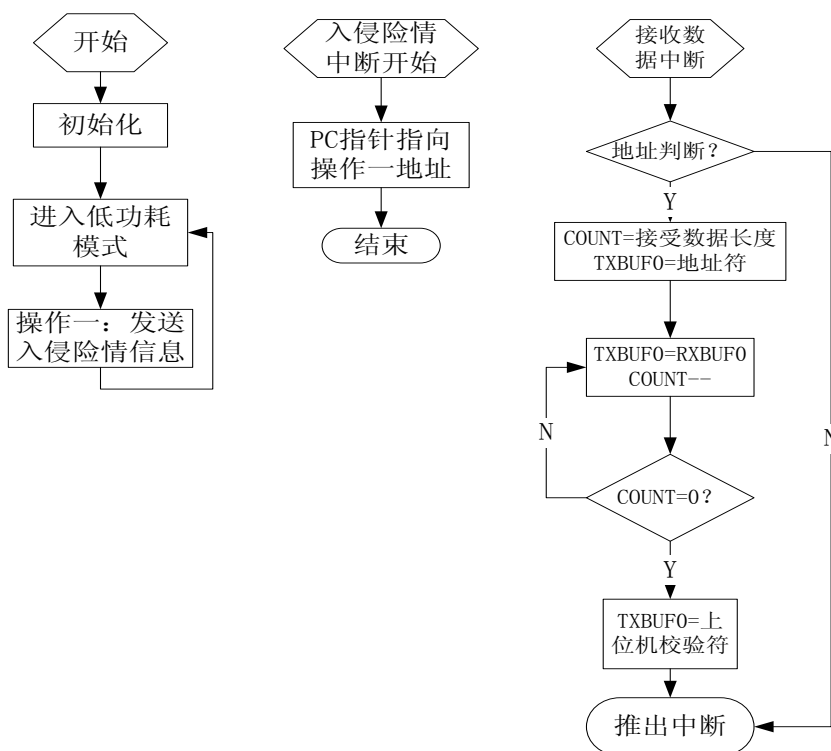


图5.1 红外线对射传感器节点程序流程图

## 5.2 室内检测传感器节点软件流程图

室内检测传感器节点的软件设计包括温度检测、烟雾检测、煤气检测。当检测到相应的异常信号时，启动蜂鸣器和点亮 LED 灯进行声光报警，同时发送警报信息给 CC2430 模块，CC2430 模块就将该数据无线发送给基站。主程序启动定时器每 3 秒中断，中断程序中调用各检测模块程序。其各检测模块程序流程图如下各图所示。

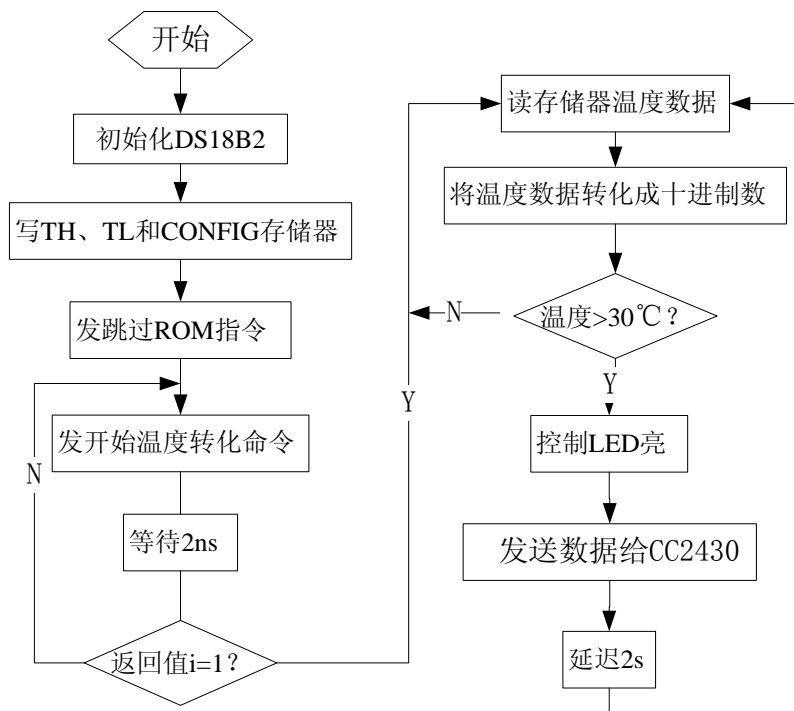


图5.2 温度采集流程图



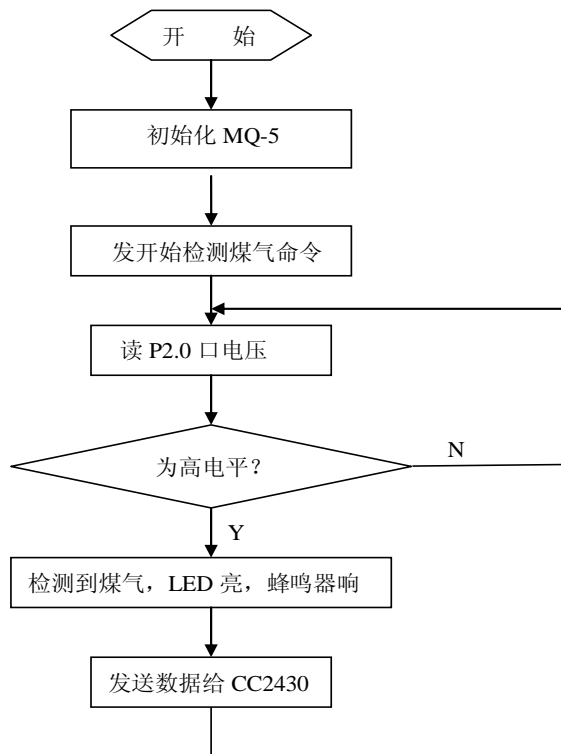


图5.3 煤气检测流程图

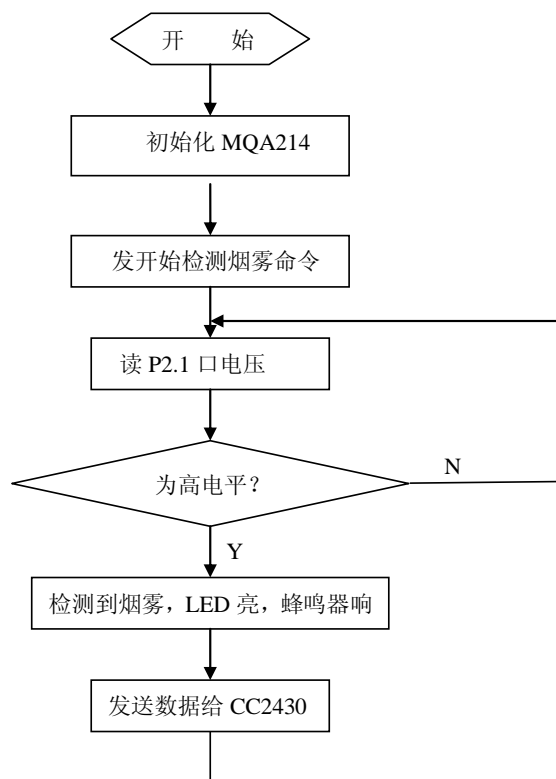


图5.4 烟雾检测流程图

## 6 电路调试与实验结果

### 6.1 硬件电路调试

硬件电路调试包括电路板的焊接，电源测试，各个芯片的测试等。

#### 6.1.1 焊接

电路板刻制好以后，按照原理图焊接元件，首先焊接的是电源。由于电阻和电容都是贴片的，并且非常小，所以焊接的过程中一方面要注意虚焊，另一方面还要特别注意焊锡不能涂太多，以免短路；对单片机和其它多管脚的芯片的焊接也是要非常小心谨慎，要保证每个管脚都焊接在电路板上，又要保证每个管脚都是独立的，即没有过多的焊锡使管脚相连短路。

#### 6.1.2 调试

板子焊好以后要对其进行调试，检测硬件电路可是连接完好的以及各个芯片是否能正常工作，其步骤如下：

首先要检查的是电源。基站模块和室内检测节点模块都是直接用 5V 电源供电，经过 SPX1117 后输出 3.3V 电压，用万用表测 1117 的 1 号管脚电压是否是 5V，测 2 号管脚的电压是否是 3.3V，3 号管脚接地。这个过程是在焊接其他元件之前做的，目的是以防电源出问题，烧坏了电路板上的其他芯片。

其次就要看各个芯片是否完好，通过仿真器向单片机中下载简单的控制程序，可控制 LED 灯亮，程序下载后，可看到灯亮，说明单片机可以正常工作。

#### 6.1.3 调试总结

首先是焊接的顺序问题。拿到板子以后，先要按元件大小焊接元器件，先焊小元件。一般最容易忽略的就是要先焊电源。由于各芯片的供电电压不同，所以要在焊其他元件之前保证电源正确的输入和输出。所以焊接的顺序很重要，应该是应该按元件大小和功能来划分焊接顺序。

如果在调试时出现问题，可以按以下步骤进行：检查原理图连接是否正确；检查原理图与 PCB 图是否一致；用万用表检查是否有虚焊，引脚短路现象；分析一下软件是否正确；多试验，找到问题出现在什么地方；多观察，多思考。对于出现的任何现象都不要放过，问题的解决就是从一些小的现象入手的。山重水复疑无路，柳暗花明又一村；有可能的情况下，最好焊两块板子以上，这样才好有个比较，硬件上很小的问题有很多时候是很难发现的。

软件的调试要和硬件配合进行，往往问题可能不是硬件上的。

## 6.2 软件测试

硬件调试成功后，就要把程序通过编译器下载到芯片内，通过调试软件来实现系统的功能。

### 6.2.1 MSP430 单片机的调试流程

使用 IAR 软件调试是挺方便的，首先建立一个工程，选择好控制芯片，比如 MSP430F149，再编写程序文件，接着就编译和下载调试，当然，这时候得连接好硬件和仿真器。调试期间可以利用 IAR 软件中的中断、设置断点、观察数据等功能，看是不是实现你要的功能了。

### 6.2.2 调试

将红外线发射和接收模块分开放置在门的两边，红外线发射头对准接收头，当它们之间红外线被挡住时，即有人经过时，都会通过射频给基站发送有人入侵警报信号，基站也能接收到节点发来的无线数据，并传数据给上位机软件，上位机软件分析传来的数据，判断出警报发生的地点、类型，并显示信息，发出语音警报。实验证明红外线对射模块、无线通信模块、基站模块和上位机软件都能成功完成相应功能。如图 6.1 所示为上位机软件收到报警信息后的界面。其中软件左边显示屏显示警报发生地点、类型、和时间，同时有语音报警，软件右边相应的“A幢 101”图标（在“A幢 102”图标左边）在闪烁。



图6.1 入侵警报上位机报警界面

室内检测节点分为煤气、烟雾、温度信号三个采集模块。首先我们拿一个打火机靠近煤气传感器，按下开关但不点燃打火机，让打火机内的煤气进入煤气传感器 MQ-5。煤气传感器检测到煤气后把发送给单片机的信号由低电平转为高电平。单片机接收到煤气信号再控制 LED 亮，同时打开蜂鸣器。关闭打火机后，煤气传感器检测不到煤气信号传给单片机的信号又变为低电平，单片机再控制关闭 LED 和蜂鸣器。实验证明煤气采集模块能成功检测空气中煤气信息。演示结果如图 6.2 所示。

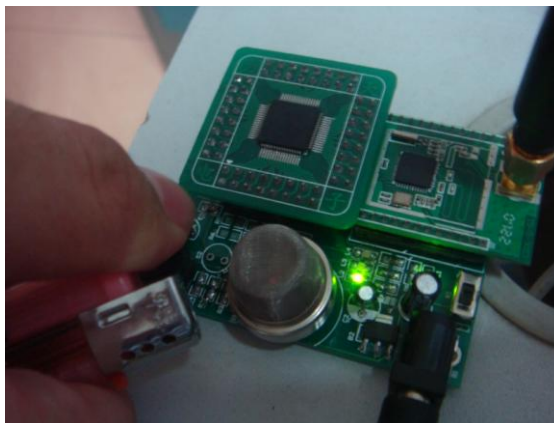


图6.2 煤气传感器检测试验

烟雾检测模块和煤气一样。我们拿一个点着的烟头靠近烟雾传感器 MQA214，传感器接收到烟雾信号发给单片机一个高电平的信号，单片机再控制 LED 亮，同时打开蜂鸣器。把烟头远离传感器，传感器发给单片机的信号又变为低电平，单片机再关闭 LED 和蜂鸣器。实验证明烟雾检测模块能成功检测到空气中的烟雾信息。

通过程序可知我们设定当温度传感器检测到的温度值超过  $30^{\circ}\text{C}$  时，单片机就控制 LED 亮。我们用手指捏住温度传感器 DS18B20 几秒，传感器温度超过  $30^{\circ}\text{C}$ ，LED 亮。手松开，LED 灭。实验证明温度检测模块能成功检测到温度数值。

传感器节点的实物图见附录二。

### 6.2.3 调试结果总结

从上面的实验结果可以看到，本课题完成了设计任务，实现了无线接收数据，能实时的显示入侵信号和煤气烟雾信号的有无，对危险情况能及时报警，具有实时性和一定的智能性，有效得提高了家庭安防水平。同时本系统有很好的扩展性，可以根据实际情况增加或减少传感器的数量，具有很大的灵活性；避免了布线的复杂，从安装便利程度上看具有绝对的优势；另外此网络还具有一定的智能性，是一种很有前景的家庭安防网络。

## 结 论

至此，本次毕业设计工作基本完成。本次设计完成了一个红外线对射防盗节点，一个检测温度、煤气、烟雾数据的家庭安防网络的节点以及基站和上位机软件的设计。上位机软件设计在本文中未作介绍，主要介绍传感器节点的硬件和软件设计，以及基站的设计。

本次设计解决的关键问题如下：（1）采用MSP430超低功耗单片机设计出一款专门针对小区居民用户的无线防盗报警模块。安装时无需布线，采用电池供电，做到体积小、功耗低。（2）组建ZigBee无线通信安防网络，可以将户主的地址信息、联系方式、以及事故情况实时详细地传送到基站模块。（3）设计出针对小区传达室的上位机软件，实时显示入侵信号和煤气烟雾信号的有无，对危险情况能及时的报警。

本系统具有低功耗、无需布线、成本低廉等优点，而且用Zigbee组建网络，网络省电、可靠、成本低、容量大、安全，能够很方便的扩展新功能，增加新节点等，顺应数字化家居系统的潮流，因此可以得到广泛的应用。

## 谢 辞

走的最快的总是时间，来不及感叹，大学生活已近尾声，四年多的努力与付出，随着本次论文的完成，将要划下完美的句号。

对于本次毕业设计，首先我要深深地感谢我的导师夏娜老师，本设计是在夏老师精心指导下完成的。在毕业设计期间，夏老师给予了我悉心的教导。夏老师严谨的治学态度、广博的学识、亲切随和的为人也给我留下了深刻的印象，使我在设计中受益匪浅。在此论文完成之际，谨向夏老师致以深深的敬意和衷心的感谢。

在临近毕业之际，我还要借此机会向在这四年中给予我诸多教诲和帮助的各位老师表示由衷的谢意，感谢他们四年来的辛勤栽培。不积跬步何以至千里，各位任课老师认真负责，在他们的悉心帮助和支持下，我能够很好的掌握和运用专业知识，并在设计中得以体现，顺利完成毕业论文。

同时，在论文写作过程中，我还参考了有关的书籍和论文，在这里一并向有关的作者表示谢意。我还要感谢各位同学以及我的各位室友，在毕业设计的这段时间里，你们给了我很多的启发，提出了很多宝贵的意见，对于你们帮助和支持，在此我表示深深地感谢！

## 参 考 文 献

- [1] 孙利民, 李建中, 陈渝等. 无线传感器网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005, 283-319.
- [2] 沈建华, 杨艳琴. MSP430 系列超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 付家才. 传感器与检测技术原理及实践[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [4] 徐久强. 基于 MSP430 的无线传感器网络节点的研究与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2008, 29(9):1652-1656.
- [5] 黄布毅. 基于无线传感器网络的家庭安防报警系统设计[J]. 安防科技, 2008(3):30-32.
- [6] 孙维明. 由 MSP430 和 CC1100 构成的无线传感器网络[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2007(8):31-33.
- [7] 吴新峰. 基于 MSP430 与 CC2420 的无线传感器网络的硬件节点设计[J]. 电子设计应用, 2007(7):117-118.
- [8] Jianfeng Wu, Huibin Qin. The Design of Wireless Intelligent Home System Base on ZigBee [A]. Proceedings of the 11th International Conference on Communication Technology [C]. USA, IEEE Press, 2008, 73-76.
- [9] SeungHo Baeg. RoboMaidHome: A Sensor Network-based Smart Home Environment for Service Robots [A]. Proceedings of the 16<sup>th</sup> IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN 2007) [C]. USA, IEEE Press, 2007, 385-390.
- [10] Lili Yang. Safety and Security of Remote Monitoring and Control of intelligent Home Environments [A]. Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics [C]. USA, IEEE Press, 2006, 229-235.

# 附录一：硬件电路原理图

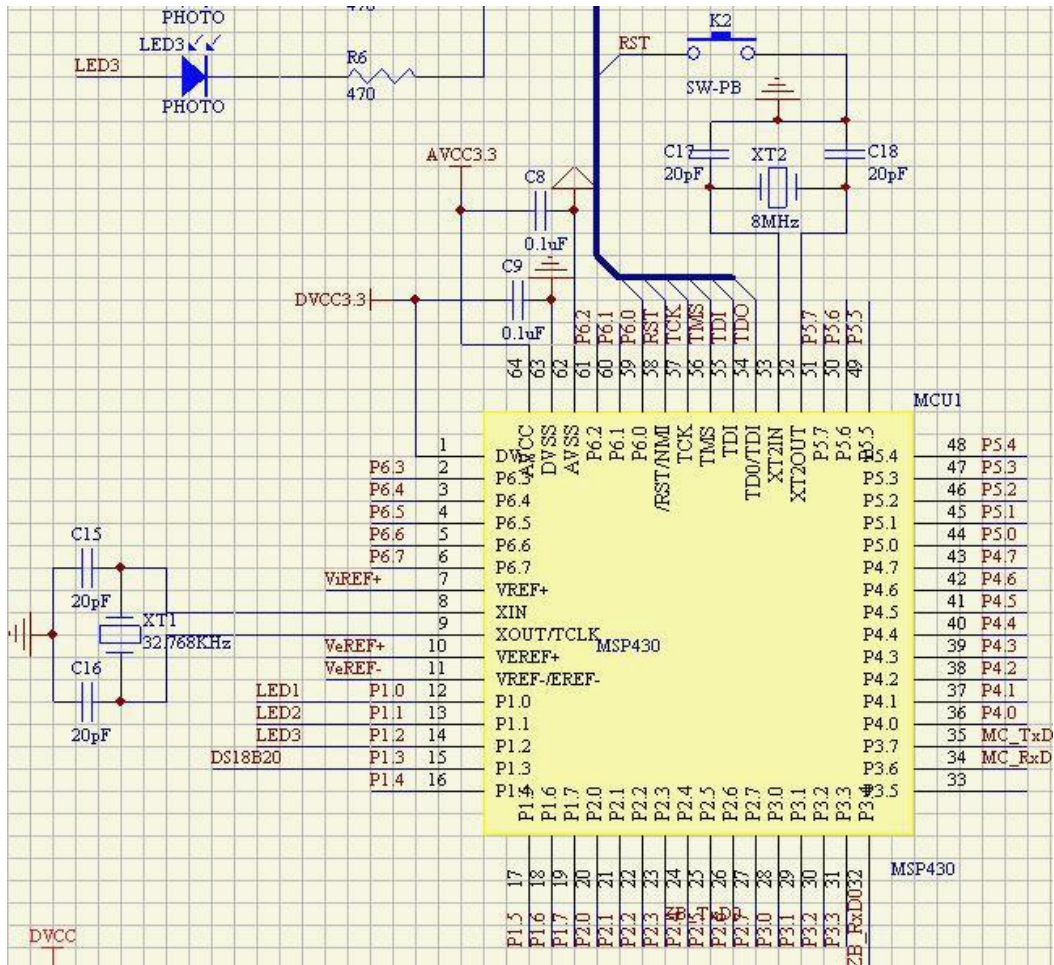


图1.1 (附录) MSP430单片机系统电路图

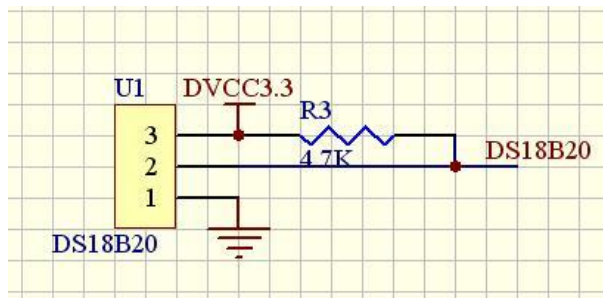


图1.2 (附录) DS18B20传感器电路

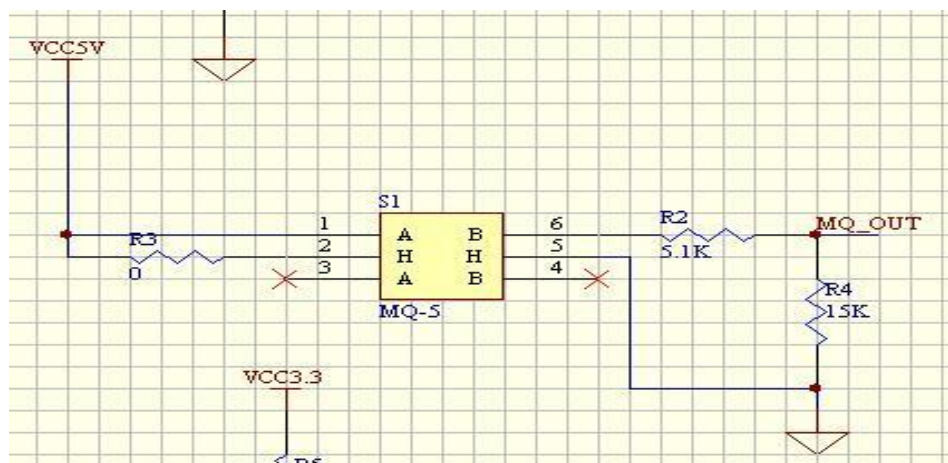


图1.3 (附录) 煤气采集模块原理图

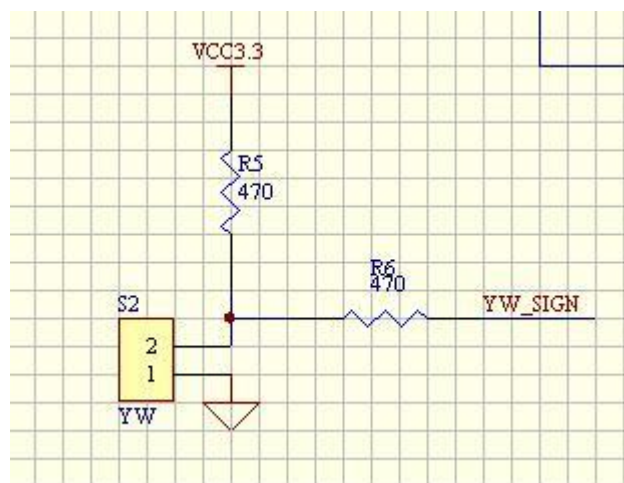


图1.4 (附录) 烟雾传感器模块



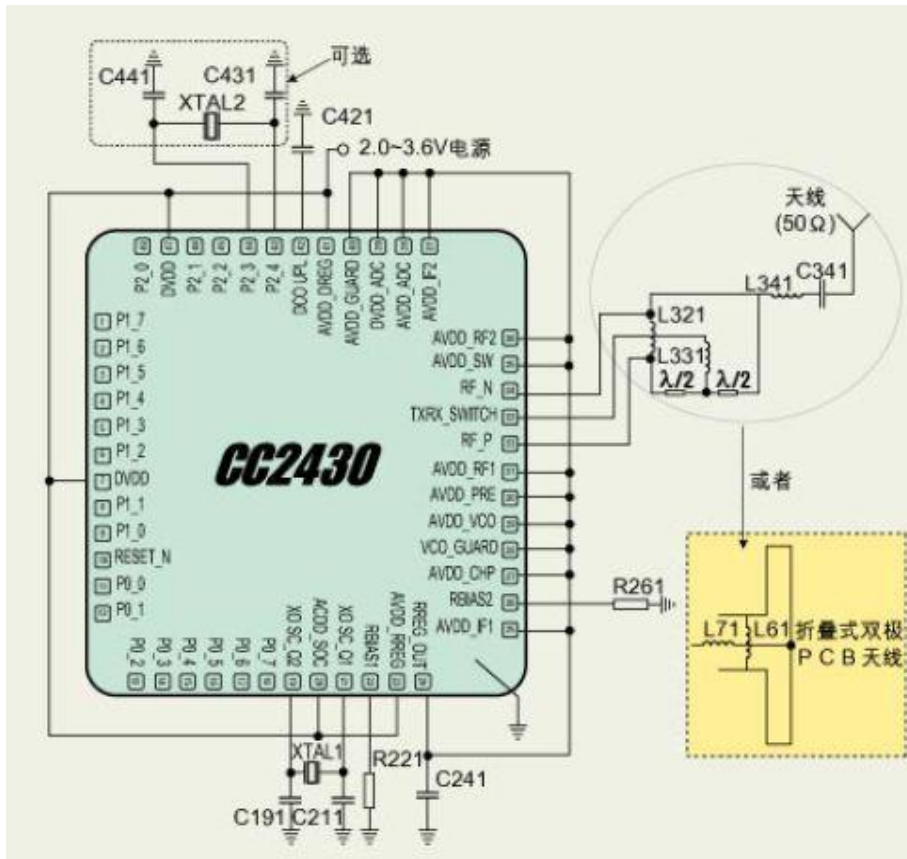


图1.5 (附录) CC2430无线模块的电路图

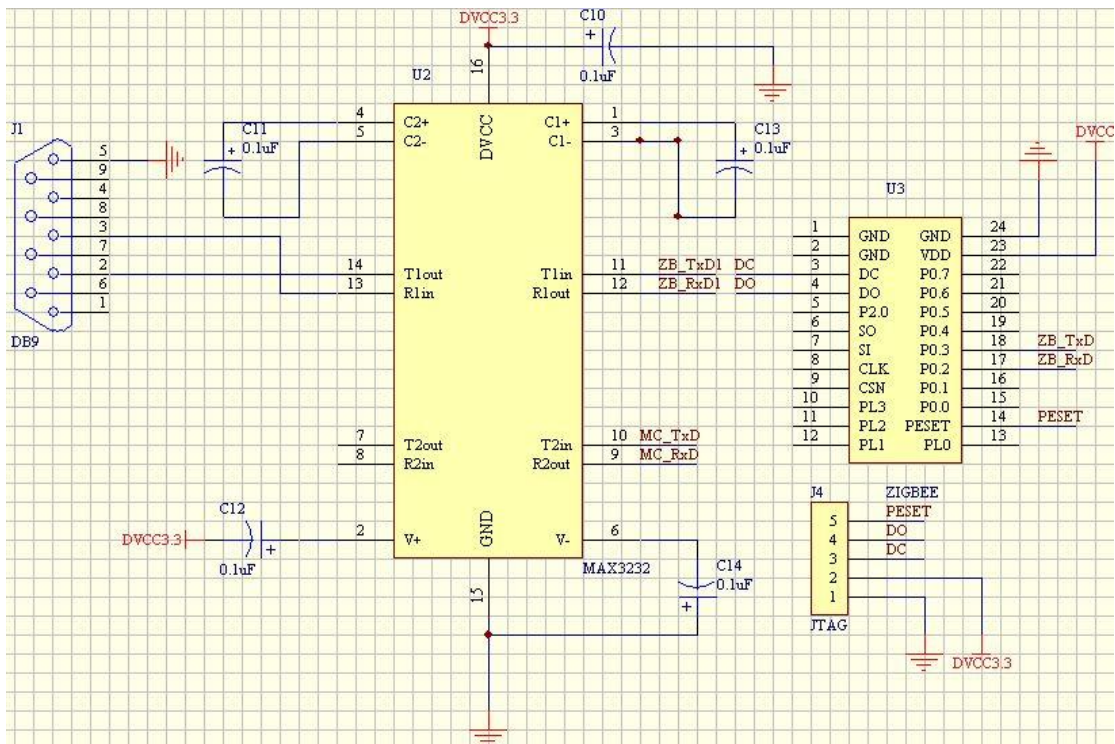


图1.6 (附录) MAX3232串行通信接口电路

附录二：PCB 图及实物图及上位机界面

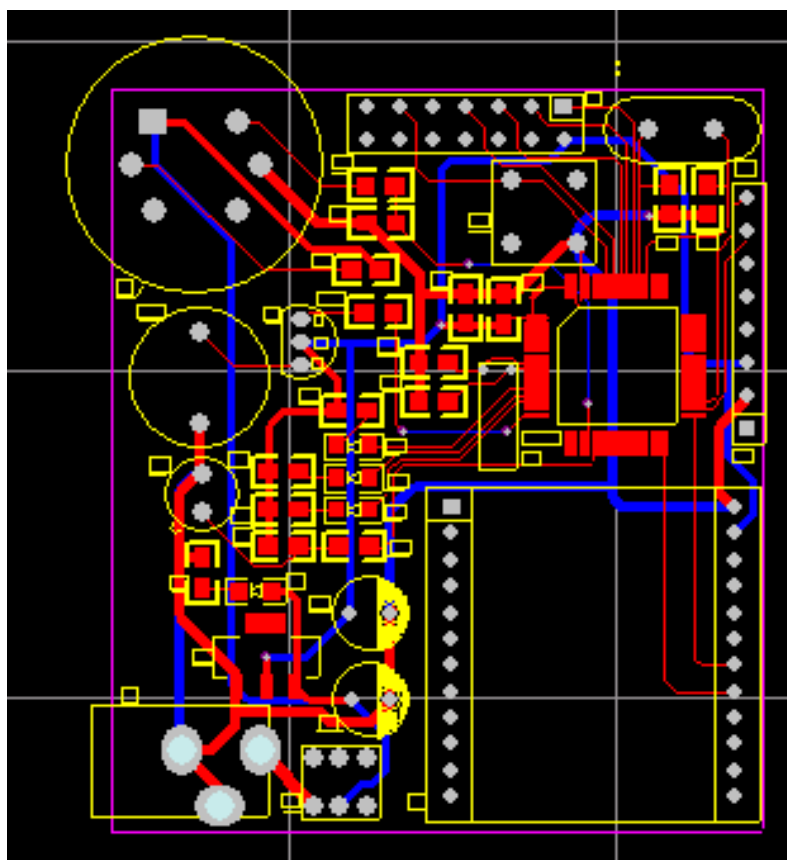


图2.1（附录） 烟雾、煤气检测传感器节点PCB图

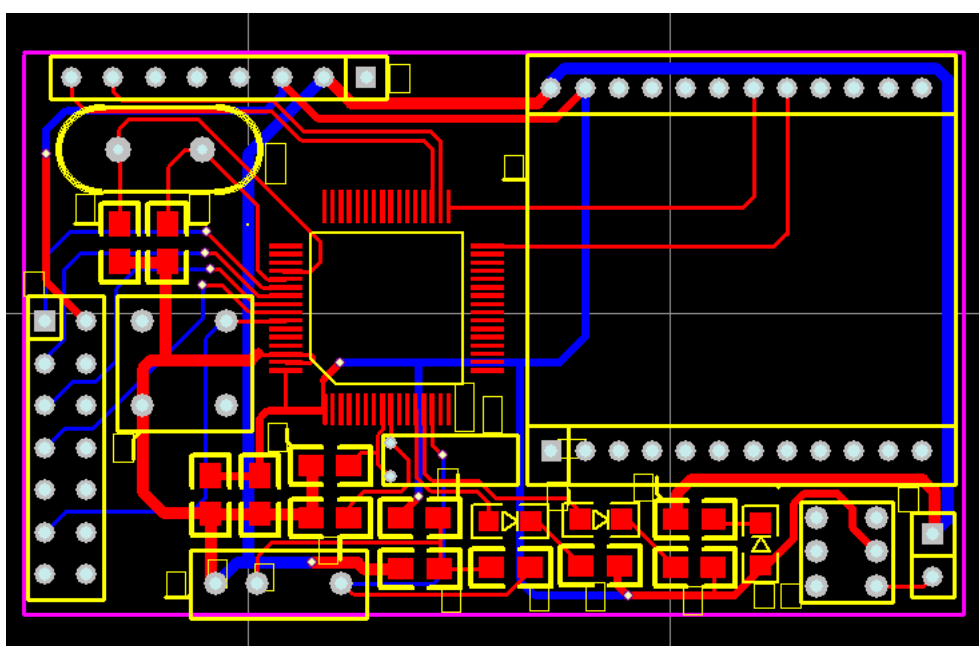


图2.2（附录） 红外线对射节点PCB图

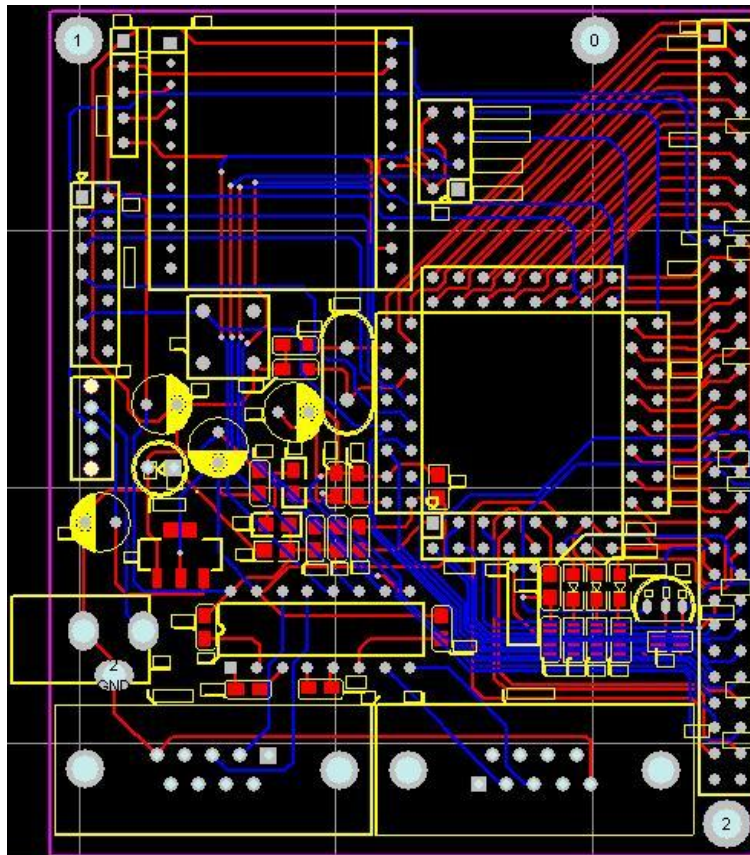


图2.3(附录) 基站PCB图

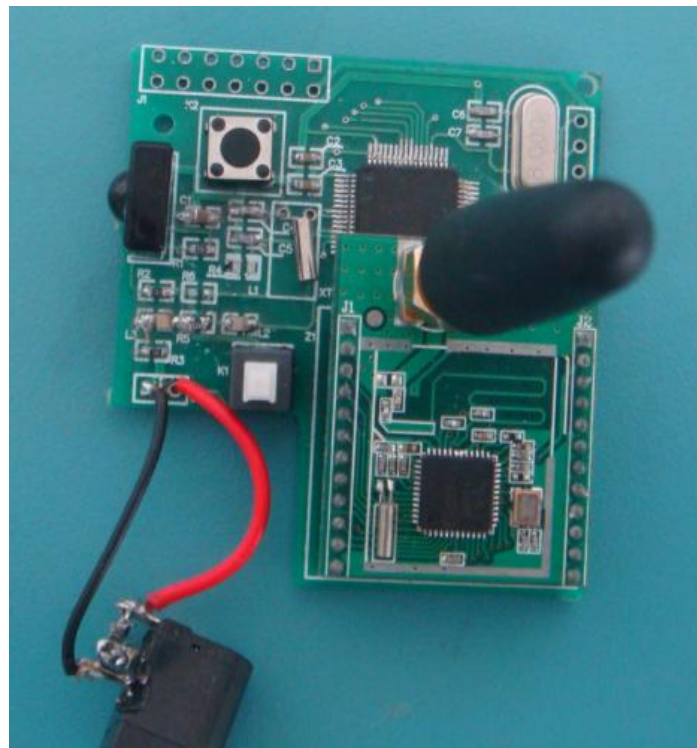


图2.4(附录) 红外线对射节点实物图

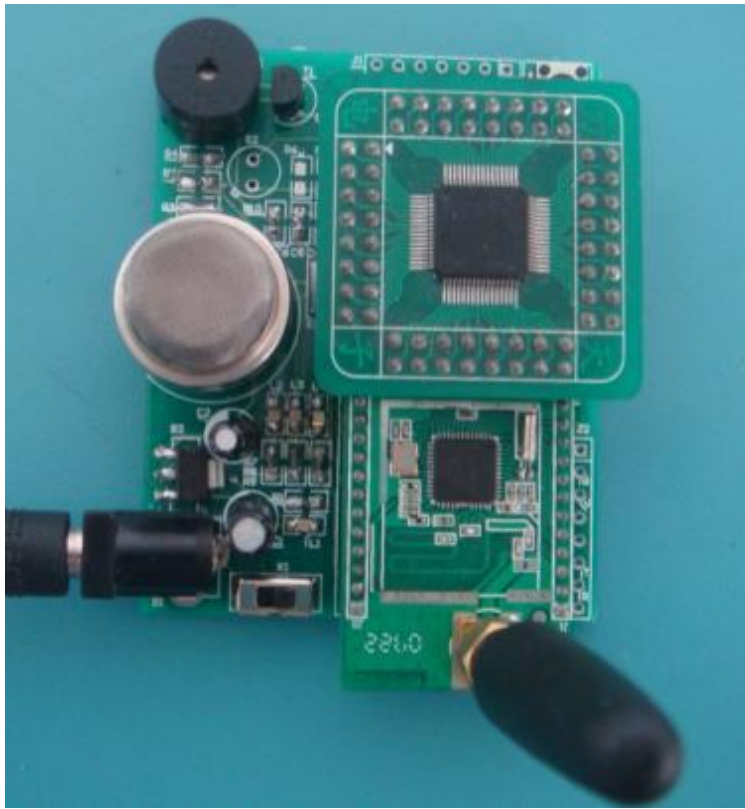


图2.5 (附录) 烟雾、煤气检测传感器节点实物图

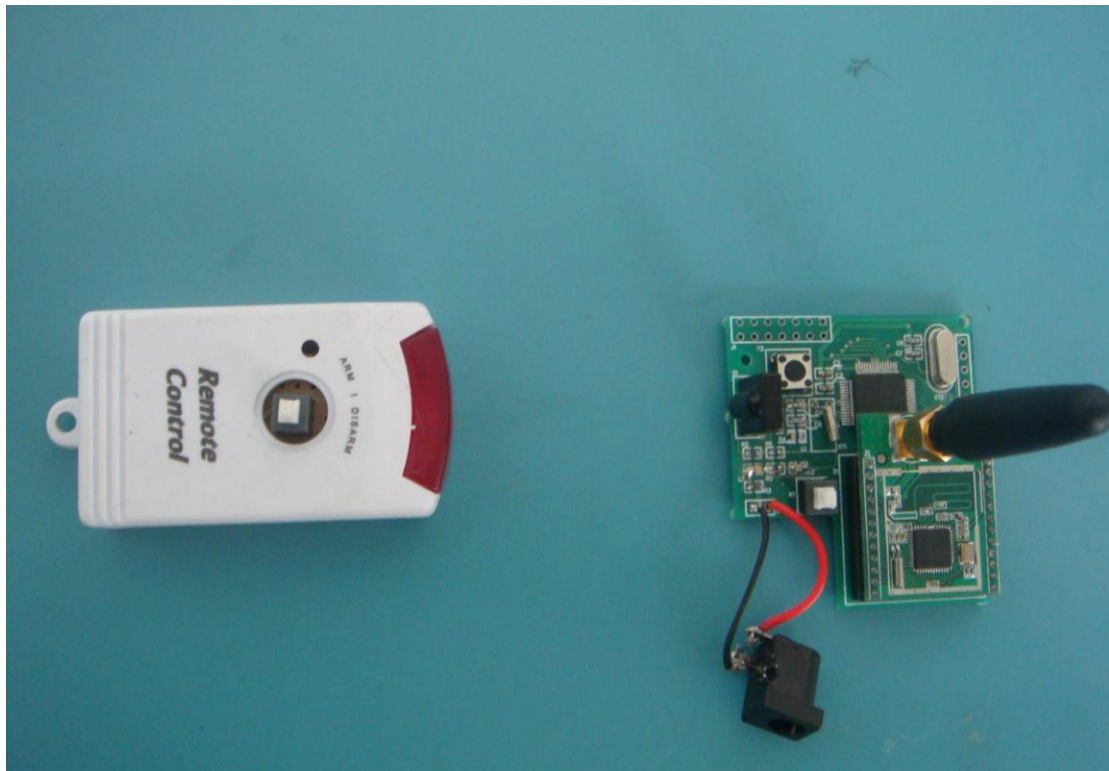


图2.6 (附录) 红外线对射传感器节点对射示意图

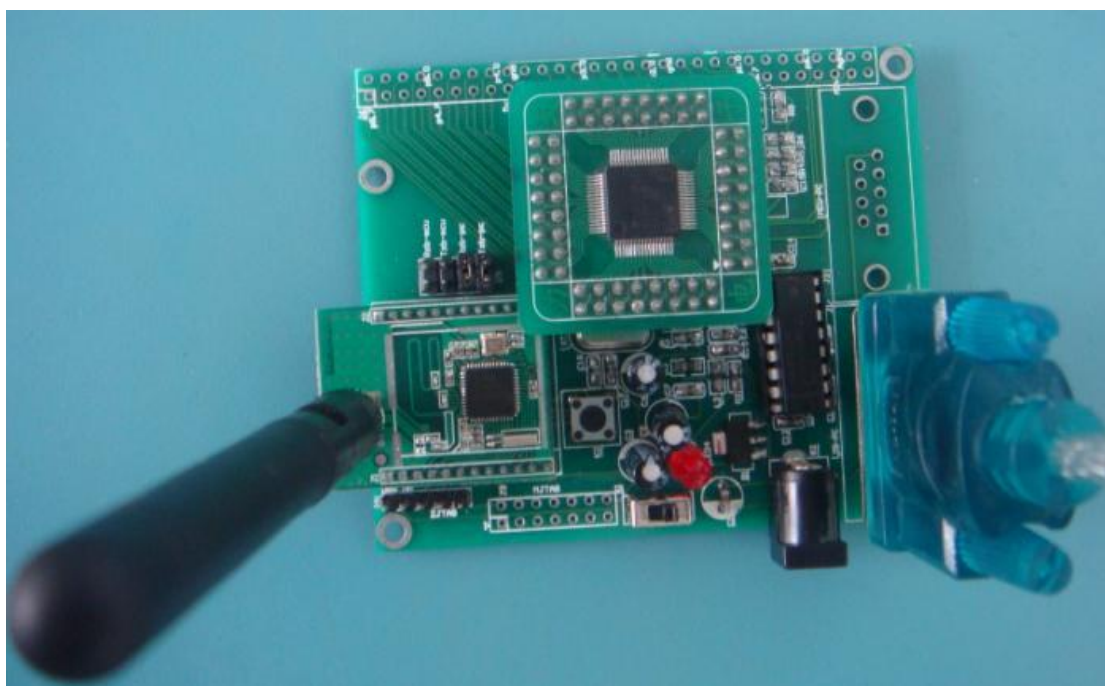


图2.7 (附录) 基站



图2.8 (附录) 上位机界面

## 附录三：程序源代码

### 附录 3.1 红外线对射节点单片机源程序

1. portint.c 文件，端口中断程序，当中断发生时，说明有入侵，原理如正文所述。

```
#include "chip.h"
#include "sport0.h"
#define IO BIT2
unsigned char hongwaiflg;
void InitPort()
{
    P1IES &=~IO;
    P1IE |=IO;
    hongwaiflg=0;
}
#pragma vector=PORT1_VECTOR
__interrupt void portio (void)
{
    if(P1IFG&IO)
    {
        hongwaiflg=1;
        Tx0S("A3RQU\\n");
        P1IFG &=~IO;
    }
}
```

2. sport0.c 文件，串口程序，负责与 CC2430 模块通信，实现数据在单片机与射频通信模块之间的传输。

```
#include "chip.h"
#include "string.h"
unsigned char ADDR;
unsigned char CMD;
```

```

unsigned char yanwuflg,meiqiflg,logo;
unsigned char tx0flg,rx0flg;
unsigned char rxbuf0;
extern const unsigned char hexchar[];
int d,count;
void delay(int i)
{
    while(i>0)
        {i--;}
}
void Tx0S(char *p);
void InitSport0()
{
    UCTL0=SWRST;          //Ready for configuring serial's parameters
    UCTL0 |=CHAR;///LISTEN; //Data frame format(8-N-1) with listen
    UTCTL0=SSEL1+URXSE;  //Selection of SMCLK becomes baud ratio clock, edge of
    starting singal available
    URCTL0=URXEIE;      //Wrong message interrupt of reception enable
    UBR10=0;            //Baud ratio adjustiing
    UBR00=69*2;         //115200/2 @ 8MHz External Oscillator
    UMCTL0=0xEF;
    UOME=URXE0+UTXE0; //Functions of reception and transmitter enable
    UCTL0 &=~SWRST; //Functions of serial port enable
    UOIE=URXIE0;///UTXIE0; //Enable interrupt of reception
    P3SEL |=0x30;      //P3.5(URXD0),P3.4(UTXD0)
    P3OUT &=0xDF;      //Setting P3.5 input
    P3OUT |=0x10;      //Setting p3.4 output
    P3DIR |=0x10;      //Setting P3.4 direction to output
    tx0flg=1;
    rx0flg=0;
}

```

```

yanwuflg=0;
meiqiflg=0;
logo=0;
CMD=' 0' ;
ADDR=' 0' ;
d=0;
count=100;
}
#pragma vector=UART0TX_VECTOR
__interrupt void usart0_tx (void)
{
_DINT(); //Entry routine of TX0 with clearing URXIFG0 automatically
tx0flg=1; //Setting transmission successful flag
_EINT();
}
#pragma vector=UART0RX_VECTOR
__interrupt void usart0_rx (void)
{
_DINT();
// The following routine is used when setting UXRSE under low-power mode
if(!(UOIFG & URXIFG0))
{
    UTCTLO &=~URXSE; //Clear inner URXS flag without occuring
    URXIFG0
    UTCTLO |=URXSE; //Re-setting URXSE function
    _BIS_SR(SCG0+SCG1); //Activating DCO if it was disabled by
    low-power mode
}
//The following routine is a normal interrupt service
else {

```



```

if (d==0)
{
    ADDR=RXBUF0;
    count=4;
    d=100;
}
if (ADDR==' A' )
{
    logo=1;
}
else
{
    d=0;
    logo=0;
    count=100;
}
if (logo)
{
    TXBUF0=RXBUF0;          //Reading data from RXBUF0 for clearing
URXIFGO automatically
    //          delay(1000);
    count=count-1;
    if (count==0)
    {
        d=0;
        count=100;
        logo=0;

        delay(10000);
        delay(10000);
    }
}

```

```

        delay(10000);
        delay(10000);
        delay(10000);

        Tx0S("U\n");
        ADDR='0';
    }
}
rx0flg=0;
}
_EINT();
}
void Tx0Char(unsigned char c)
{
    while(!(UTCTLO & TXEPT));
    tx0flg=0;
    TXBUF0=c;
    while(!(UOIFG & UTXIFG0));
    tx0flg=1;
}
void Tx0S(char *p)
{
    while(*p)
    {
        if(*p=='\n')
        {
            Tx0Char(0x0d);
            Tx0Char(0x0a);
        }
        else    Tx0Char(*p);
    }
}

```

```

    p++;
}
}
void Tx0HexC(unsigned char c)
{
    Tx0Char(hexchar[(c & 0xf0)>>4]);
    Tx0Char(hexchar[c & 0x0f]);
}

```

### 附录 3.2 烟雾煤气检测传感器节点单片机源程序

1. `/**煤气检测***/`

```

void InitMQ_5()
{
    P2SEL &=~BIT0;
    P2DIR &=~BIT0;
}
void testMQ()
{
    if(P2IN&BIT0)
    {
        OnLED1();
        BuzzerOn();
        Tx0S("A1MQ\n");
    }
    else
    {
        OffLED1();
        BuzzerOff();
    }
}

```

```

/*****定时器*****/
unsigned int L;
void timerbinit()
{
    TBCTL =0x02D4;
    TBCCTL0 = CCIE; //CCIE=0x0010, 使能定时器 A 中断
    TBCCR0 =10000; //设置计数器 CCR0 的初值
    TBCTL |= MC_1+TBCLR; //打开定时器
    L=0;
}
#pragma vector=TIMERB0_VECTOR
__interrupt void Timer_BO(void) //定时器中断函数
{
    L++;
    if(L==300)
    {
        testMQ();
        L=0;
    }
}
int main( void )
{
    // Stop watchdog timer to prevent time out reset
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
    InitClock();
    InitSport0();
    InitBuzzer();
    InitLED();
    InitMQ_5();
    timerbinit();
}

```

```
_EINT();  
while(1)  
{  
    _BIS_SR(LPM0);  
    _NOP();  
    _NOP();  
}  
}
```