

基于 Simplicii Ti 的无线火灾报警系统设计

王灵芝, 苏文松, 翁文陶

(漳州师范学院 物理与电子信息工程系, 福建 漳州 363000)

摘要: 现有火灾报警主要采用有线方式, 耗费材料且难以实现互联报警。采用无线方式能够很好地解决互联报警、降低成本。利用 MSP430F227 和 CC2500 搭载 Simplicii Ti 实现节点互联, 数据中心节点连接至 PC 机, PC 机实时监控节点信息, 在火灾到来时能够及时准确实现本地报警和远程报警。火灾节点功耗低, 休眠时只有不到 $1 \mu\text{A}$ 电流。

关键词: Simplicii Ti; MSP430; 烟雾传感器; GPRS 模块

中图分类号: TN87

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)14-0024-04

The Design of wireless fire alarm system based on Simplicii Ti

Wang Lingzhi, Su Wensong, Weng Wentao

(Department of Physics and Information Engineering, Zhangzhou Normal University, Zhangzhou 363000, China)

Abstract: Existing fire alarm system adopts cable way. It costs materials and is hard to implement interconnected alarm. Using wireless methods solve interconnected alarm and reduce costs. Using MSP430F227 & CC2500 running with Simplicii Ti protocol realizes nodes interconnected. Make the access point connect to the PC, node information can be monitored on PC in real-time. It can realize local alarm and remote alarm in time and accurately while the fire occurred. The fire node is ultralow-power consumption and its standby current is less than $1 \mu\text{A}$.

Key words: Simplicii Ti; MSP430; Smoke sensor; GPRS module

城市高楼林立, 安全事故频发, 特别是火灾安全事故。准确而又及时地通知楼内人员撤离或者采取援助和自救成为当前主要的课题。目前使用的火灾报警主要是消防联控系统, 大多与本楼的其他住户无关联, 导致了本楼住户在火灾发生时得不到报警, 不能及时逃离火灾现场。

针对这一情况, 本文设计了一款无线火灾报警系统, 其节点能够分布多个地点, 在火灾发生时能够及时通知本楼住户并拨打远程报警电话告知有火灾发生。

1 总体设计方案

本系统主要由火灾烟雾探测节点、数据接入点、PC 机监控、GSM 模块、手机终端 5 个部分构成, 其总体设计框图如图 1 所示。

烟雾探测节点采集烟雾和温度通过 Simplicii Ti 网络传送到数据接入点, 数据接入端对烟雾和温度判断是否有火灾需要报警, 并将所有数据传送到 PC 机; PC 机实时监控火灾节点的数据(烟雾、温度、电池电量)。当出现火灾险情时, PC 机通过 GSM 模块发送火灾地点信息



图 1 系统框图

到手机报警终端, 并拨打手机报警终端电话。

Simplici Ti 是 TI 公司针对简单小型 RF 网络的专有低功耗 RE 协议, 其最大传输速率为 250 kb/s , 传输距离在空旷地带能达百米^[1]。支持各种低功耗应用, 如报警与安全、自动抄表、工业控制、家庭自动化以及有源 RFID 等。Simplici Ti 可以满足本设计的要求。

设计中采用 16 bit 微控制器 MSP430F2274, 电路采用电池供电, 能满足低功耗的要求, 并使用 Simplicii Ti 网络协议。

硬件纵横 Hardware Technique

射频芯片采用 TI 的 CC2500。CC2500 是一种低成本的 2.4 GHz 收发器，满足低功耗无线应用的需求。电路设定为 ISM (工业，科学和医学)和 SRD(短距离设备)频率波段。CC2500 为数据包处理、数据缓冲、突发数据传输、清晰信道评估、连接质量指示和电磁波激发提供广泛的硬件支持。CC2500 的主要操作参数和 64 bit 传输/接收 FIFO(先进先出堆栈)可通过 SPI 接口控制。

烟雾传感器分为离子式和光电式。离子式使用寿命长，但是有辐射，成本高，且工作时需要对加热电阻加热，功耗大；光电式环保，成本低，工作时可用间歇式工作功耗相对较低，但使用寿命一般是 10 年左右。本设计采用了光电式烟雾传感器。

本设计的远程报警采用 GSM 网络来实现，GSM 模块采用 SIMCOM 公司的 SIM300。SIM300 主要为语音传输、短消息和数据业务提供无线接口。

2 系统硬件设计

(1)微控制器电路

节点的主控电路如图 2 所示。微控制器 MSP430F2274 采用内部 DCO 振荡器^[2]。RXT0、TXD0 作为串口通信，D1、D2 为工作指示灯，S1 用于按键，AD0、AD1 用于光电式烟雾传感器的 AD 采集，SLEEP 用于控制光电式烟雾传感器的间歇式工作，GDO0、GDO2、P3.0_UCB0STE、P3.1_UBCOSIMO、P3.2_UBCOSIMI、P3.3_UCB0CLK 用于连接控制 CC2500。

(2)CC2500RF 收发器电路

CC2500 RF 收发器的电路设计如图 3 所示，通过 SPI 兼容接口(SI、SO、SCLK and CSn)进行 CC2500 配置。SPI 接口上的所有操作都以一个包含读写位，突发访问位和 6 bit 地址的头字节开始。在地址和数据传输期间，

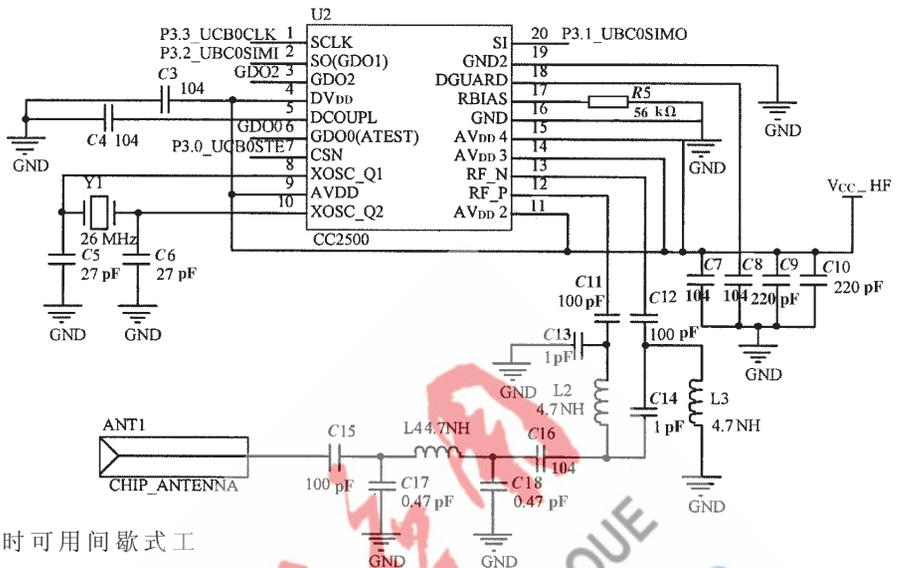


图 3 CC2500 收发电路

CSn 引脚必须为低。如果在访问期间 CSn 变高，则访问被取消。当 CSn 变低，MCU 必须等待直到 SO 脚变低后才能开始传输头字节。SO 变低表明电压调制器已经稳定，晶体振荡器正在运行。除非芯片处在 SLEEP 或 XOFF 状态或者有 SRES 滤波命令，SO 脚通常会在 CSn 脚变低后立即变低。此外，CC2500 的配置也可通过 SmartRF Studio 软件进行配置。

(3)烟雾传感器

烟雾传感器采用光电式烟雾传感器，电路如图 4 所示^[3]。

传感器由两对红外发射接收管组成，D3、D4 作为烟雾采集，D5、D6 作为周围环境光照强度的采集 (用于消除光照对烟雾采集的影响)。D5、D6 分别套到一根 6 cm 长透明玻璃管的两端；D3、D4 也分别套到一根 6 cm 长透明玻璃管的两端，在玻璃管的中间开一个长度 4 cm 的对穿窗口用于采集烟雾。VR1 用于灵敏度调节。

从图 4 可看出，当环境光照变化时，只要 D4、D6 特性一样，它们变化的电压差 $\Delta U1$ 一样。当有烟雾进入烟雾传感器的窗口时，D3 发射红外光线受到烟雾颗粒散射、吸收，D4 电压发生变化，变化量为 $\Delta U2$ 。

$$\text{烟雾变化量: } \Delta U = (U_{AD1} + \Delta U1) - (U_{AD0} + \Delta U1 - \Delta U2)$$

$$\text{所以: } \Delta U \approx \Delta U2 \quad (1)$$

由式(1)可知环境的光照对该传感器影响不大。

该传感器还具有睡眠的功能，可进行间歇式工作以降低功耗。当 SLEEP 为高电平时，T1 截止，传感器

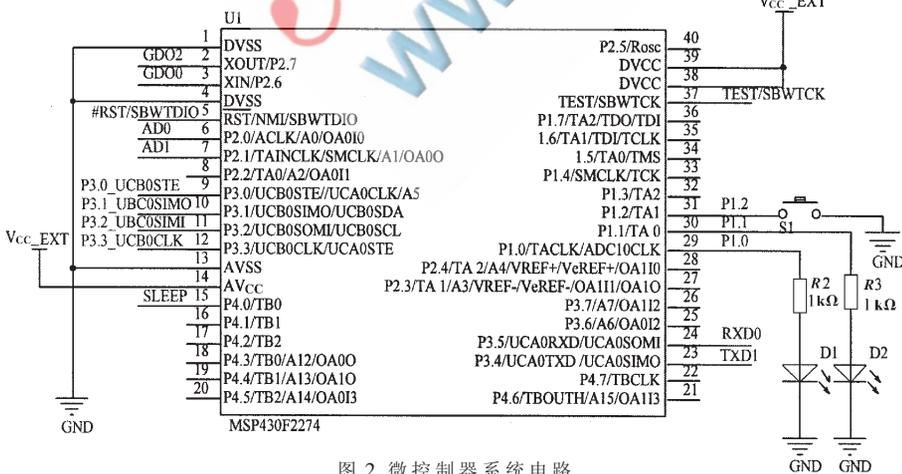


图 2 微控制器系统电路

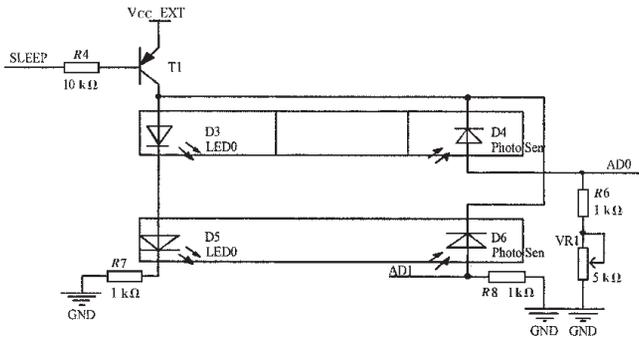


图4 光电式烟雾传感器

处于休眠状态;当 SLEEP 为低电平时, T1 导通传感器处于工作状态。

(4) 电池备用电路

数据中心节点一旦断电, 则网络必须重新组织, 所以设计可充电的电池备用电路。

(5) 本地报警电路

报警电路采用三声的报警芯片 C002, 可发出 110、120、119 三种声音, 设计中采用发 119 的报警声音。

(6) 火灾温度监测

火灾温度检测所用的温度传感器采用 MSP430 芯片内部自带的监测芯片温度传感器。MSP430 是超低功耗的, 所以芯片自身几乎没有产生热量。且设计中对温度监测并不需要非常精确, 因此采用 MSP430 内部的温度传感器即可满足设计要求。

3 节点软件设计

(1) 火灾探测节点程序设计

火灾探测节点是一个休眠设备, 1.5 s 唤醒一次。当火灾探测节点唤醒时, 开启 AD 进行温度、电池电压、烟雾采样, 开启 AD 的同时关闭 CPU 以降低功耗, 采样后开启 CPU。采样后对数据处理(温度是否超过限定温度火灾是否有烟雾, 若有报警则发送报警信息), 之后通过 CC2500 把所有数据发送到数据接入点^[4]。程序流程图如图 5 所示。

(2) 数据接入点软件设计

数据接入节点是实时工作的节点, 主要功能是本地报警和接收火灾节点的数据并传送到 PC 机。本地报警一旦触发必需人为解除否则一直报警, 解除报警可通过按键, 也可通过上位机的“停止报警”按钮停止报警。

(3) 监控报警系统设计

GSM 远程报警主要是发送火灾地点信息到手机并拨打电话提醒有

短信的到来, GSM 模块采用 SIM300 GPRS 模块。SIM300 发送 SMS 信息有 3 种模式: Block 模式、Text 模式和 PDU 模式。设计中采用了 PDU 模式, PDU 模式下可以发送中文短信息。在 PDU 模式下只需对数据进行编码, 通过 AT 指令就可以实现短信的发送。

监控主界面能够实时显示各个节点的信息, 包括地点、当前温度、烟雾、时间、报警信息。还有当节点的电压低于 2.5 V 时, 改变文本框的颜色提示警告, 电池电量低需要更换电池。监控系统的数据监控传输和 GSM 远程报警都是采用串口来实现的。当有火警时, 自动把报警信息存到数据库当中。

4 系统测试

(1) 系统覆盖范围测试

覆盖范围是无线传感网一个很重要的参数, 发射功率对覆盖范围有很大的影响。在设计过程中做了单点覆盖范围测试, 在不同的发射功率下和不同环境下的覆盖范围如表 1 所示。

测试结果显示在发射功率为 0 dBm 时, 室外的覆盖可达到 12 m 左右, 室内的覆盖也有 10 m 左右, 这样的

表 1 发射功率为 0 dBm, 室内外传输距离

室内传输		室外传输	
通信距离/m	接收数据情况	通信距离/m	接收数据情况
8	成功	8	成功
10	不稳定	10	成功
>10	—	12	不稳定
>15	—	>15	不成功

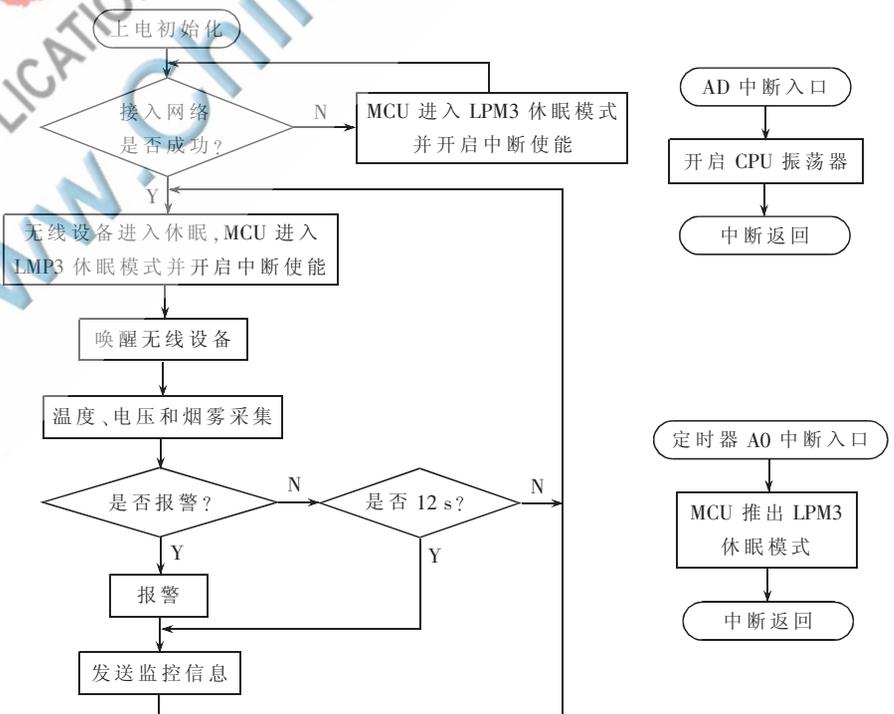


图5 节点程序流程图

硬件纵横

Hardware Technique

覆盖范围可以满足本设计的需要。当发射功率设为-10 dBm的时候覆盖情况明显变差。

(2) 系统整机测试

接入节点和 GSM 模块接入到 PC 机, 设置端口号、波特率、校验位、数据位和停止位。参数设置完成后, 测试 GSM 报警模块是否连接正常, 把火灾节点接入网络。无线网络组织成功后就可进行整机测试。

采用 Simplicii Ti 无线网络协议组织节点网络, 节点采集温度、烟雾等信息通过无线网络传至数据中心节点, 由数据中心节点对数据进行处理, 处理完成的数据传送至 PC 机监控。若在数据处理中发现有险情, 则触发本地报警, 并把报警信息传输至 PC 机实现远程报警(短信和拨打电话)。为了能让救援工作在第一时间展开, 设计可扩展为联防报警。本设计的火灾节点为超低功耗, 休眠时只有不到 $1 \mu\text{A}$ 电流, 具有较强的工程实践意义和应用前景。

参考文献

- [1] 李文仲, 段朝玉. CC1110/CC2510 无线单片机和无线自组织网络入门与实战[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [2] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [3] 徐晓明, 叶盛, 胡浩. 新型光电式烟雾传感器及其应用[J]. 仪器仪表学报, 2002, 23(3)增刊: 117-118.
- [4] 张晞, 王德银, 张晨. MSP430 系列单片机实用 C 语言程序设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

(收稿日期: 2011-05-24)

作者简介:

王灵芝, 女, 1981 年生, 讲师, 主要研究方向: 嵌入式系统与可编程逻辑电路设计。

