

文章编号:1002-4026(2010)04-0088-04

# 基于 MSP430 单片机和 CC2500 无线模块 的仓库温度测量系统

张晓鹏,解兆延,刘广敏,邢仁鹏,张延波,王忠民

(山东省科学院自动化研究所,山东 济南 250014)

**摘要:**设计了一种仓库低功耗温度测量系统。该系统利用 CC2500 射频芯片及其内部集成温度传感器建立无线测温网络,并且利用 MSP430 低功耗单片机作为网络管理中心,实现仓库的长期低功耗温度测量。

**关键词:**无线通信;CC2500;低功耗;温度测量

**中图分类号:**TN925+.93 **文献标识码:**B

仓库作为一个工厂的物料和成品集散地,对于生产和货物的流通起着非常重要的作用。除银行外,工厂里几乎所有的流动资产都集中在仓库,仓库的流动顺畅与否,物料的收发是否正常有序,直接关系到工厂的各种生产效率是否达成有效目标。因此,在有特殊要求的仓库内安装仓库温度监控系统是非常有必要的,同时为了防止火灾的发生,仓库对电源的使用也有着严格的要求,因此,低功耗<sup>[1]</sup>的仓库温度管理系统应运而生。

## 1 设计原理

本系统是以 msp430f2274 单片机和 CC2500<sup>[2-3]</sup> 无线通讯芯片为基础来实现的。由于仓库的复杂性及对具体温度采集的要求,在仓库可能需要设置多个温度采集点。如果采用有源的温度采集方式,会增加火灾发生的可能性。采用超低功耗的 430 单片机和超低待机功耗的 CC2500 无线通讯芯片,大大降低了对电源的要求,以 2 节 5 号电池完全可以实现对温度采集点的供电。分别利用 MSP430 和 CC2500 实现对温度采集的节点和手持式温度采集控制器的设计。整体温度采集系统结构图如图 1 所示。

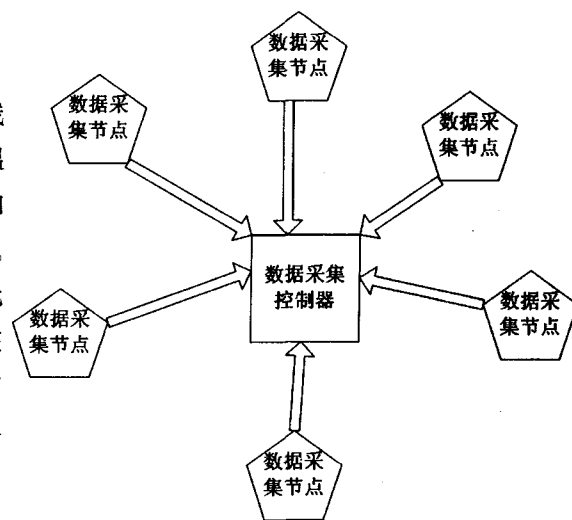


图1 CC2500 温度测量系统结构

## 2 温度采集节点硬件设计

CC2500 是 TI 公司针对 2.4 GHz ISM 频带的低功耗无线应用设计的低成本、低功耗的射频收发器,无线通讯速率可达 500 kb/s, SPI 口控制。频率范围 2400 ~ 2483.5 MHz,高接收灵敏度,可编程输出功率达 0 dBm。

MSP430f2274 单片机是 TI 公司 430 家族的 16 位单片机。电压工作范围 1.8 ~ 3.6V,性能高达 16 MIPS。包含极低功耗振荡器(VLO),正常工作功耗低至 270  $\mu$ A,待机功耗 0.7  $\mu$ A,10 位 AD 采样,32 KB 容量 flash

收稿日期:2010-03-10

作者简介:张晓鹏(1981-),男,助理研究员,主要研究方向:工业自动化。

和 1 KB 容量 RAM,是一款高性价比的 430 单片机产品。

CC2500 内部集成了温度传感器,通过采集 GDO0 引脚的电压,实现 -40 ~ +80 °C 范围的温度采集。不仅节省了成本,更大大提高了可靠性。为了节能的考虑,CC2500 不用一直处于正常工作状态,利用 CC2500 自带的 WOR 功能(Wakeup-Radio 电磁波激活)保证芯片在深度睡眠时周期性苏醒,探听周围是否有信号,整个过程不需要 CPU 中断,芯片可以通过引脚输出通知 MCU。

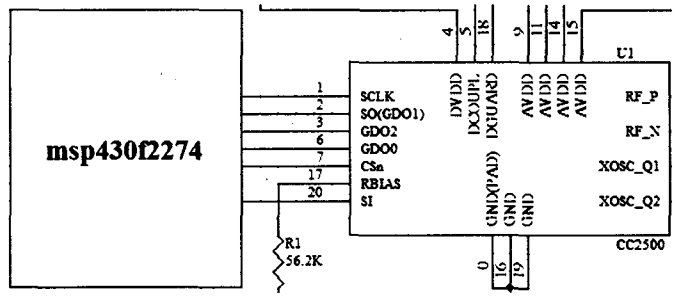


图2 MSP430F2274 与 CC2500 连接

MCU 与 CC2500 共有 6 根连接线,分别是:SCLK(时钟信号),SO(数据输出),SI(数据输入),CSn(使能输入),GDO2(一般用途),GDO0(一般用途)。MSP430F2274 与 CC2500 连接原理图如图 2 所示,其中 GDO0 可以被用来作为温度传感器,通过 AD 检测 GDO0 的电压,计算出温度。

### 3 手持式主控制器

#### 3.1 手持式主控制器硬件设计

手持式主控制器是工作人员用于无线测量温度的控制器。主要由 MCU(msp430f2274),CC2500,LCD 液晶显示器组成。其中液晶显示模块是 128 × 64 点阵的汉字图形型液晶显示模块,可显示汉字及图形,内置国标 GB2312 码简体中文字库(16 × 16 点阵)、128 个字符(8 × 16 点阵)及 64 × 256 点阵显示 RAM(GDRAM)。可与 CPU 直接接口,提供两种接口来连接微处理器:8-位并行及串行两种连接方式。手持式主控制器结构图如图 3 所示。

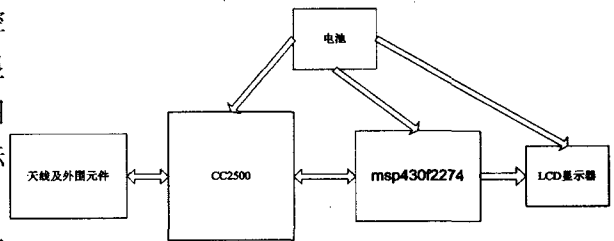


图3 手持式主控制器结构

CC2500 的天线设计特别重要,这关系到整个系统无线通讯的距离及可靠性。TI 公司专门为无线通讯产品外围电路设计了一款软件 SmartRF Studio,这个软件主要用于对射频芯片的 PLL 回路的晶振选择、频道间隔、分频、调制、数据格式、数据比率以及 RF 射频功率输出进行仿真。因此,在设计 CC2500 的外围电路时,使用软件 SmartRF Studio 来评价 RF PCB 的层设计是否符合射频设计规范,经过不断改进,使所设计的 CC2500 的无线通讯电路达到最优。CC2500 天线设计如图 4 所示。

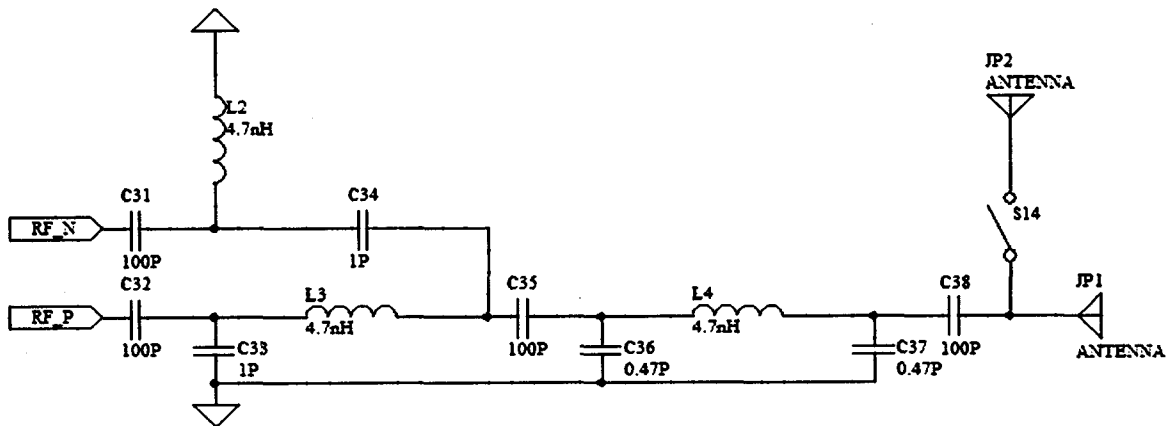


图4 CC2500 天线设计

为了保证通讯质量,除了 CC2500 的外围元件,另外一个需要考虑的就是 CC2500 的天线问题<sup>[4-5]</sup>。目

前流行的 2.4G 天线主要有 3 类:

- (1) PCB 天线。这种天线成本低廉,但是需要更多的 PCB 板子面积,对天线的尺寸有极高的要求。
  - (2) 片状贴片天线。成本低,但是通讯距离适中。
  - (3) 直插式鞭形天线。成本低廉,通讯距离远,而且对设计要求和安装位置没有特别的要求(见图 5)。
- 这三款天线都各有优缺点,其中直插式鞭形天线非常适合本系统的使用。

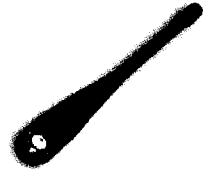


图 5 鞭形天线

### 3.2 手持式主控制器软件设计

软件设计:

发送程序模块

```
void RFSendPacket(char * txBuffer, char size)
{
    TI_CC_SPIWriteBurstReg(TI_CCxxx0_TXFIFO, txBuffer, size); // Write TX data
    TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_STX); // Change state to TX, initiating
    // data transfer
    while (! (TI_CC_GDO0_PxIN&TI_CC_GDO0_PIN));
    // Wait GDO0 to go hi -> sync TXed
    while (TI_CC_GDO0_PxIN&TI_CC_GDO0_PIN);
    // Wait GDO0 to clear -> end of pkt
}

```

接收程序模块

```
char RFReceivePacket(char * rxBuffer, char * length)
{
    char status[2];
    char pktLen;
    if ((TI_CC_SPIReadStatus(TI_CCxxx0_RXBYTES) & TI_CCxxx0_NUM_RXBYTES))
    {
        pktLen = TI_CC_SPIReadReg(TI_CCxxx0_RXFIFO); // Read length byte
        if (pktLen <= * length) // If pktLen size <= rxBuffer
        {
            TI_CC_SPIReadBurstReg(TI_CCxxx0_RXFIFO, rxBuffer, pktLen); // Pull data
            * length = pktLen; // Return the actual size
            TI_CC_SPIReadBurstReg(TI_CCxxx0_RXFIFO, status, 2);
            // Read appended status bytes
            return (char)(status[TI_CCxxx0_LQI_RX]&TI_CCxxx0_CRC_OK);
        } // Return CRC_OK bit
    }
    else
    {
        * length = pktLen; // Return the large size
    }
}

```

```
TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_SFRX);           // Flush RXFIFO
return 0;                                    // Error
}
}
else
return 0;                                    // Error
}
```

#### 4 结论

基于430单片机和CC2500无线模块的仓库温度系统,操作方便、结构简单、体积小,且外围电路简单、功耗低、成本低廉、测量准确。尤其重要的是,在存放重要资源的仓库里安放低功耗温度测量系统,安装位置灵活、可靠,大大提高了仓库的安全性与仓库温度测量的简捷性,充分证明该系统完全可以满足无源仓库温度测量的要求,具有广大的市场前景。

#### 参考文献:

- [1] 沈建华,杨艳琴,翟晓曙. MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] Texas Instruments. CC2500[EB/OL]. [2010-02-15]. <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/CC2500.pdf>.
- [3] 申长军,吴庆宏. 低功耗无线数字传输模块的设计与应用[C]//2004年全国第五届嵌入式系统学术系统会论文集,2004: 60-64.
- [4] 黄智伟. 无线发射与接收电路设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [5] 丁军. RFID技术及其应用[J]. 工业仪表与自动化装置,2006(5):74-75.