

# 基于MSP430F2274 的无线数据采集节点的设计

摘要：介绍基于 MSP430 单片机为处理器的空气温湿度及光照度采集模块的硬件结构及软件流程，模块可完成空气温湿度及光照度的采集、存储并通过无线模块 nRF905 实现数据的无线收发；具有集成化程度高、结构简单、功耗低等优点，适用于野外环境监测的传感器节点及便携式的多参数采集仪器中。

关键词：MSP430 单片机；数据采集；无线通信；低功耗

中图分类号：TP368.1 文献标识码：B 文章编号：1006-883X (2009) 01-0043-04

张彪 胡慧 孙程光 ◀◀

## 一、引言

数据采集系统是测量仪器的基础，在农业生产、工业监测、医疗监护等许多方面得到了广泛应用，因为一般有线方式的数据传输速率以及抗干扰能力要优于无线方式，在很多时候对采集数据的传输都采用有线的方式。但对于野外特定区域进行数据采集或多点监测时，采用有线方式则需要铺设电缆，这样不但增加系统的成本，同时降低了系统的灵活性。针对这一特点，本文设计了采用无线传输方式的无线数据采集节点，选用TI公司MSP430F2274单片机作为微控制器，单元集参数采集、数据存储、无线传输为一体，其节点整体结构框图如图1所示。

## 二、采集节点硬件电路的设计

对整个电路设计而言，模块采用电池供电，其能量受限，所以电路的设计应尽量以低功耗为原则，因此模块应选用低的工作电压以及低功耗的外围电路器件。

### 1、控制单元的选取

模块选用TI公司的MSP430F2274单片机作为微控制器（图2）。MSP430系列是一个16位的、具有精简指令集（RISC）的、超低功耗的混合型单片机[1~2]，具有丰富的片内外设和方便灵活的开发手段。MSP430F2274的工作电压范围为1.8V~3.6V，在节能模式下仅耗电0.1μA，待机模式为0.7μA，活动状态最大为270μA（工作电压202V，频率1MHz时）。

内部集成了如基础时钟模块（包括1个数控振荡器DCO和2个晶体振荡器）、看门狗定时器Watchdog Timer（用作用通用定时器）、带有3个捕捉/比较寄存器的16位定时器Timer A与Timer B、一个12路带内部参考电压的10位

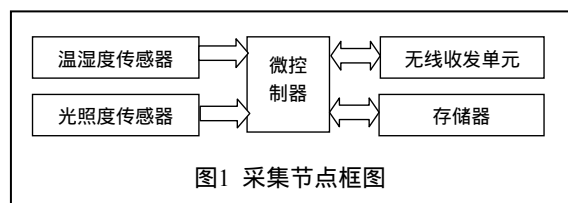


图1 采集节点框图

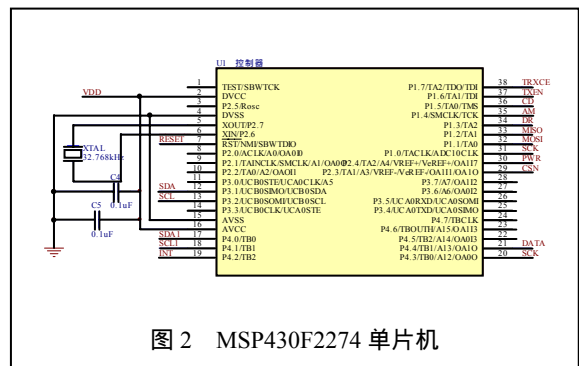
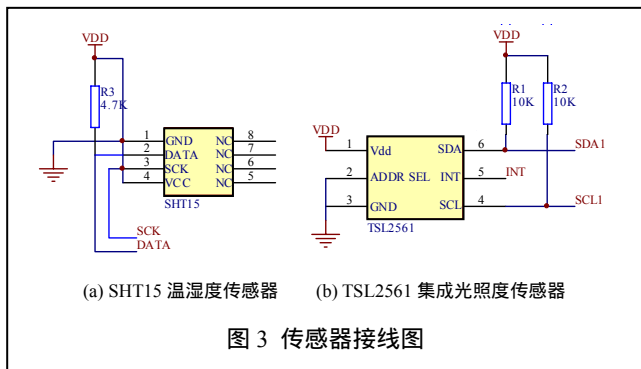


图2 MSP430F2274 单片机



A/D转换器（具有采样保持、自动扫描、数据传送控制器功能）、通用串行通信接口（支持自动波特律检测的增强型UART, IrDA编码器和译码器，同步SPI, I2C）、2个可配置的运算放大器、节电检测器、32KB+256字节FLASH, 1KB RAM<sup>[2]</sup>。这样可大大减少外围元件的数目、减小电路板面积以及降低系统的成本，因此适合于许多要求高集成度、低成本场合，可以满足多方面的性能要求。

设计中为了降低微控制器的功耗，模块采用低频外部32.768kHz的晶体振荡器，工作电压为3.3V。在采集工作完成后，控制器入省电模式LPM3，此时只有辅助时钟ACLK工作。

## 2、传感器的选取

模块以采集空气温湿度及光照度的数据为例，实际中可以根据需要采集的参数更换传感器。设计中选用集成数字传感器，这样一方面可以减少外界因素对采集电路的影响，另一方面传感器输出是数字量，可直接与控制器连接，便于控制。

**温度、湿度传感器：**选用Sensiron公司的SHT15型智能化温度/湿度传感器（图3（a））。该传感器在出厂前都会在温室中做精密标准，标准系数被编成相应的程序存入校准存储器中，在测量过程中可对相对湿度进行自动校准，可同时精确测量相对湿度、温度和露点。相对湿度测量范围是0~100%RH，分辨率达0.03%RH，最高精度为±2%RH。温度测量范围是-40~+123.8℃，分辨率为0.01℃。在测量湿度、温度时A/D转换器的位数分别可达12位、14位<sup>[3]</sup>。利用降低分辨率的方法可以提高测量速率，减小芯片的功耗。SHT15互换性好，响应速度快，抗干扰能力强，不需要外部元件，适配各种单片机，可广泛用于医疗设备及温度/湿度调节系统中。

鉴于SHT15输出的相对湿度读数与被测相对湿度呈非线性关系，为获得相对湿度的准确

数据，必须利用微控制对读数进行非线性补偿。此外，当环境温度不为25℃时，还需要对相对湿度传感器进行温度补偿。

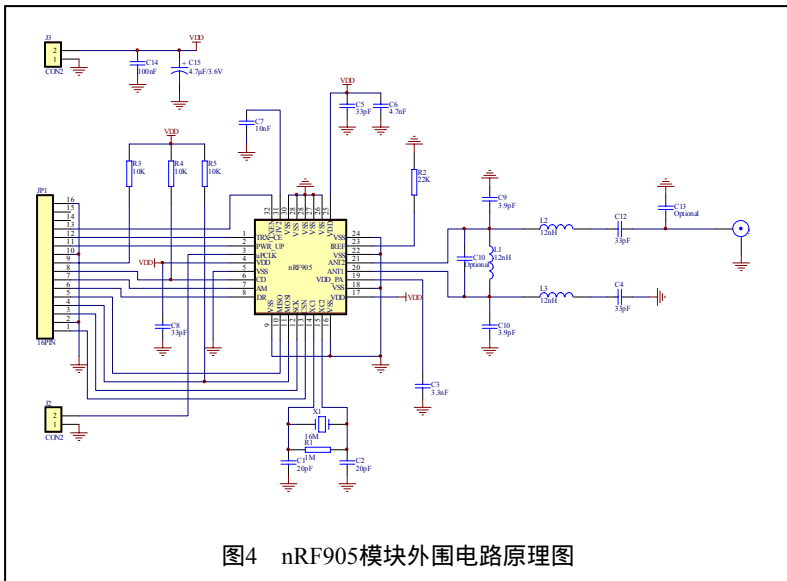
**光照度传感器：**选用了集成光照度传感器TSL2561。TSL2561是TAOS公司推出的一种高速、低功耗、宽量程、可编程灵活配置的光强度数字转换芯片。可用于显示屏的亮度调节、街道光照控制、安全照明等众多场合。该芯片采用1.25mm×1.75mm超小封装（CHIPSCALE），典型工作电流0.24mA，低功耗模式电流消耗3.2μA，功耗仅为0.75mW；可编程设置许可光强度的上下阈值，当实际光照度超过该阈值时给出中断信号；数字输出符合I<sup>2</sup>C（TSL2561）总线协议；模拟增益和数字输出时间可编程控制；自动抑制50Hz/60Hz的光照波动

TSL2561的CHIPSCALE封装芯片引脚如图3（b）所示。其中，脚1/3为电源引脚/信号地，工作电压范围是2.7~3.5V。脚2为器件访问地址选择引脚，接地对应访问地址为0101001。脚4/6为I<sup>2</sup>C总线的时钟信号线/数据线。脚5为中断信号输出引脚。当光强度超过用户编程设置的上或下阈值时，器件会输出一个中断信号。

## 3、无线收发单元

采用nRF905无线收发芯片（图4）实现数据的无线转发。最大发射功率+10dBm，高抗干扰的GFSK调制，传输速率为50kHz。芯片可工作在433/868/915MHz频段，专为点对多点无线通信设计；工作电压1.9~3.6V，掉电模式时功耗在2.5μA，适用于低电压低功耗系统中；同时内置完整的通信协议和CRC，控制器通过SPI即可完成所有的无线收发传输<sup>[5]</sup>。

在发送数据时，MCU先把模块置于待机模式（PWR1



脚为高、TRX\_CE引脚为低)然后通过SPI总线把发送地址和待发送的数据写入相应的寄存器中,之后把模块置于发送模式(PWR、TRX\_CE和TXEN全置高),数据就会通过天线发送出去,若射频配置寄存器中的自动重发位(AUTO\_RETRAN)设为高,数据包就会重复不断地一直向外发送,直到MCU把TRX\_CE拉低,退出发送模式为止。

在接收数据时,MCU先把模块至于待机模式,通过SPI总线把接收地址写到射频配置寄存器中,然后设定为接收模式(PWR和TRX\_CE引脚为高、TXEN引脚为低),模块自动接收空中的载波,若收到地址匹配且校验正确的数据,DR引脚会自动置高,MCU检测到这个信号后,将模块置为待机模式,通过SPI总线从接收数据寄存器中读出有效数据。

#### 4、存储单元

对采集数据的存储采用的是铁电存储器 FM24CL64 (图5)。FM24CL64 是 Ramtron 公司的一款低电压存储器芯片,其工作电压范围为 2.7V~3.6V,适合在低功耗的单片机系统中应用。由于采用了铁电技术,该芯片的数据交换速度极快,数据线可以支持速度最高达到 1MHz,因此单片机向 FM24CL64 写入数据时一般无需加延时,并且使用寿命没有限制。FM24CL64 芯片的引脚图如图 5 所示。其中 SDA 和 SCL 引脚是数据交换线,用做 CPU 与 FM24CL64 之间的数据交换和命令写入。

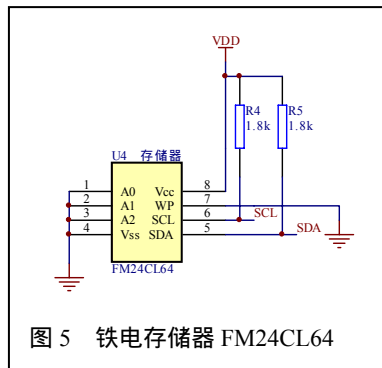


图5 铁电存储器 FM24CL64

WP 为写保护口,WP 为高时写禁止,WP 为低时写允许。A2、A1、A0 是器件地址选择引脚,因此在同一总线上允许同时挂接 8 个同类器件。

#### 5、电源单元

整个系统采用 3.3V 供电,考虑硬件系统对电源要求具有稳压功能、纹波小和功耗低等要求,因此节点电源部分采用 TI 公司的 TPS76033 低功耗稳压芯片实现,电池电压经过稳压芯片稳定输出 3.3V 为整个节点供电。电路图见图 6。电源输入端放置 0.1μF 的滤波电容减少输入端的干扰,输出部分用了一个 2.2μF 和 0.1μF 的电容器减小纹波。

#### 三、节点软件设计

为了降低系统的能量消耗,软件设计是至关重要的,简洁的程序能有效的减少单片机的运行时间从而降低了能耗;

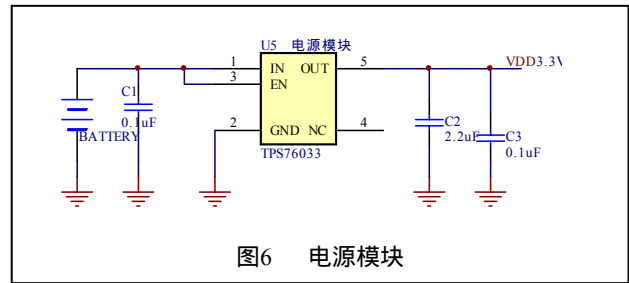


图6 电源模块

同时使 CPU 工作在低功耗模式下,也能有效降低功耗;MSP430 单片机有五种低功耗模式,设计中选用使 CPU 处于 LPM3 模式,此时功耗为 1.3μA<sup>[6]</sup>。

图 7 为采集模块主程序流程图和定时器中断子程序流程图。上电后单片机初始化各个设置,进入低功耗模式。定时时间到唤醒处理器,配置无线模块,执行数据采集程序,进行数据处理和存储,转发数据,结束后设置无线模块进入侦听模式,最后单片机进入低功耗模式。这样使能量消耗降到最低。

在测量程序中,如果某一项参数出现异常,则调用参数报警程序,通过无线模块发送报警信息。

#### 四、结束语

本采集节点能够实现实时参数监测,当参数出现异常时,处理器调用报警程序通过无线收发模块发送报警信息。通过使处理器处于低功耗模式及无线收发模块处于待机状态有效的降低了模块的功耗。采集单元每隔特定时间采集周围参数信息进行存储和转发。对于整个采集系统,上位机可以通过无线模块发送指令,实现实时数据的观测。

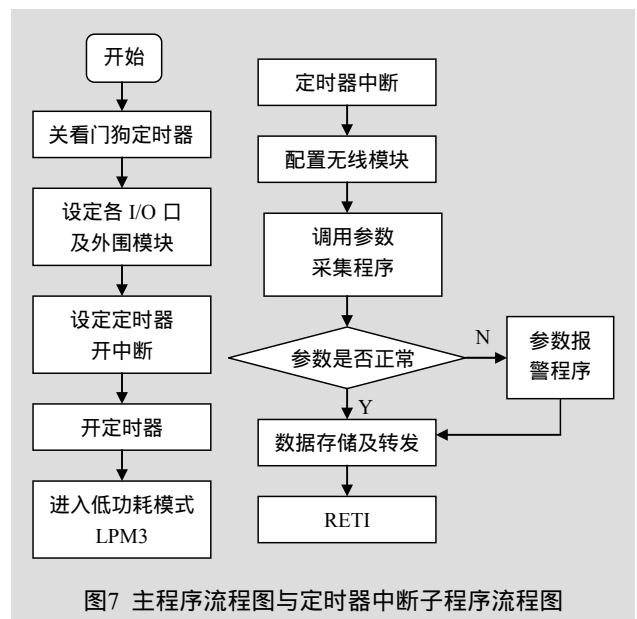


图7 主程序流程图与定时器中断子程序流程图

节点有较强的可移植能力, 根据实际需要更换传感器的类型, 可以应用于工业数据采集, 无线抄表, 智能家电等领域。

#### 参考文献

- [1]. 魏小龙.MSP430 系列单片机接口技术及其系统设计实例[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.11
- [2]. 胡大可.MSP430系列超低功耗16位单片机原理与应用[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.6
- [3]. 冯显英, 葛荣雨. 基于数字湿度传感器SHT11的温湿度测控系统[Z]. 自动化仪表, 2006, (1): 59~61
- [4]. Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc. TSL2560, TSL2561 Light-to-digital Converter[Z], 2005.
- [5]. 蒋博. nRF905的无线数据传输系统[J]. 工业仪表与自动化装置, 2006, (3): 59~61
- [6]. 秦龙.MSP430 单片机应用系统开发典型实例[M].北京: 中国电力出版社, 2005.7

#### A design of wireless data acquisition module based on MSP430F2274

ZHANG Biao<sup>1</sup>, HU Hui<sup>1</sup>, SUN Cheng-guang<sup>2</sup>

(1 Tianjin Railway Technical and Vocational College, Tianjin 300240, China

2 Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** A kind of signal acquisition module collecting the measuring data of the air temperature, humidity and illuminance

based on MSP430 processor is introduced, including its hardware structure and software flow. The model can complete such functions as data collection and storage of the air temperature, humidity and illuminance, the wireless data transmission depending on nRF905 module. This module has the advantages of high integration, simple configuration, low power consumption etc. It is applicable to sensor node in the open country environment and portable multi-parameters collective instrument.

**Keywords:** MSP430 single chip; data acquisition; wireless communication; low power consumption

#### 作者简介:

张彪, 天津铁道职业技术学院助理讲师, 主要研究方向为传感器及传输系统;

通信地址: 天津市河北区建昌道 21 号电信工程系通信教研室  
邮编: 300240

联系电话: 022-26181149-6433 手机: 13920280498

Email: zhang7309@126.com

胡慧, 天津铁道职业技术学院助理讲师, 研究方向模拟电路故障检测。

孙程光, 天津工程师范学院讲师, 研究方向电磁场与电磁波

读者服务卡编号 010