

多路太阳能电池板温度监测系统设计

高凯 殷兴辉

(河海大学计算机与信息学院 南京 211100)

摘要:太阳能电池板分布密集,针对传统方式监测太阳能电池板温度布线困难。为了更加高效便捷获取太阳能电池板的表面温度,设计一种无线测温装置可以同时监测10块太阳能电池板的实时温度。利用数字温度传感器DS18B20进行测温,超低功耗16位单片机MSP430F149进行数据处理并且利用无线模块CC1101进行数据的传输,最终将太阳能电池板的温度数据显示到液晶屏上。经实际测试,无线传输距离可达50m,精度可达0.1℃,可以同时监测10块太阳能电池板温度数据,且系统具有传输稳定、功耗低、成本低等优点。

关键词:太阳能电池板;温度采集;单片机;CC1101;无线传输

中图分类号: TN92 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

Design of temperature monitoring system for multi channel solar panels

Gao kai Yin Xinghui

(Hohai University, College of Computer and Information, Nanjing 210000, China)

Abstract: The distribution of solar panels is very dense, and it is difficult to monitor the temperature of solar panels in the traditional way. In order to obtain the surface temperature of solar panels more efficiently and conveniently, a wireless temperature measuring device is designed to monitor the real-time temperature of 10 solar panels in this paper. This temperature measurement using digital temperature sensor DS18B20, ultra low power 16 bit microcontroller MSP430F149 for data processing and the use of CC1101 wireless module for data transmission, and finally the temperature data of solar panels will be show on the LCD screen. By actual test, this system can monitor 10 solar panels temperature data at the same time, and the measurement precision can reach 0.1 degrees Celsius, wireless transmission distance up to 50 meters, in addition, the system has the advantages of stable transmission, low power consumption, low cost and so on.

Keywords: solar panels; temperature acquisition; microcontroller; CC1101; wireless transmission

1 引言

据前人已有的实验数据表明,温度因素在很大程度上影响着太阳能电池板的光电转换效率和使用寿命,当太阳能电池板的表面温度是25℃时,电池板的各项性能指标达到最好,每升高1℃,电池板的工作效率大约下降0.4%,并且使用寿命也随之下降^[1]。低于或者高于25℃,各项性能指标都会受到一定程度的影响。一般在45℃以下,这些波动对电池板的正常工作是没有太大的影响。一旦超过45℃,电池板可能无法正常工作。因此及时准确地获取太阳能电池板的温度对于提高其转换效率具有重要作用。而在实际应用中,许多块太阳能电池板排列在一起,传统方式采用有线测温使得同时监测多块太阳能电池

板的温度布线十分困难,费用较高,而且难以维护^[2]。

本文针对当前太阳能电池板温度检测存在的问题设计一款太阳能电池板无线温度检测系统,系统主体分为温度采集和数据接收显示两大部分,以超低功耗单片机MSP430F149为控制核心,使用DS18B20作为温度采集部分的传感器,CC1101作为无线传输模块,240128K系列液晶屏作为系统的显示部分设计出一款可以10路的温度采集系统,可同时监测显示10块太阳能电池板的实时温度。

2 系统硬件设计

2.1 系统总体框架

本次系统设计分为温度采集发送以及温度接收显示

两大部分。采集发送部分具体包括 10 枚 DS18B20 温度传感器、MSP430 单片机以及 CC1101 无线发送模块,接收

显示部分具体包括 CC1101 无线接收模块、MSP430 单片机以及液晶显示模块。整个系统框图如图 1 所示。

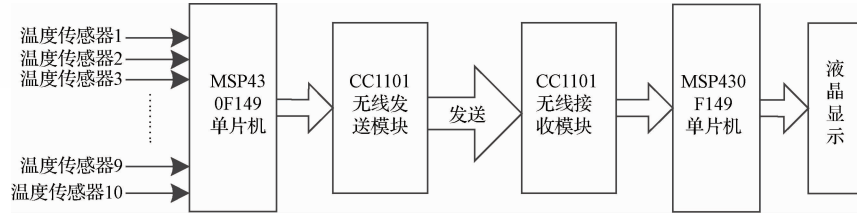


图 1 系统整体框图

2.2 温度采集部分

温度采集模块由 10 组 DS18B20 温度传感器组成,温度测量的范围: -55~+125 °C,精度可达 0.5 °C。其内部集成 AD 转换等信号处理环节^[3],能够直接读出被测温度。DS18B20 因其结构简单、体积小、价格低廉等特点,在许多领域都有着广泛的应用。本文涉及的是将温度传感器放置在太阳能电池板下方,进而获得近似的太阳能电池板表面的温度,并以此温度作为参考,确定太阳能电池板最佳的工作状态。另外,其采用独特的单总线接口方式,只需要一根数据线与单片机相连便可以实现数据的读写操作^[4-5],简化了系统的硬件连接。每个 DS18B20 都具有唯一的 64 位二进制 ROM 代码作为识别序列号,利用唯一的序列号可以分别读出各个 DS18B20 的温度,这在多路采集中应用非常方便^[6],本系统 10 枚传感器共用一路总线与单片机 P2.1 口相连,大大减少了 I/O 口的占用。

2.3 MCU 控制部分

在整个系统中设计,MCU 的选择需要考虑到系统的功能、功耗以及性价比等因素选。MSP430F149 单片机是 TI 公司专为超低功耗需求方案而设计,工作电压为 1.8~3.6 V,正常功耗可控制在 200 μA 以内,适合于本系统长

时间工作的要求。

2.4 无线模块

无线通信模块选择 TI 公司生产的 CC1101 芯片,其工作频段可以设定为 315、433、868 或 915 MHz^[7-8],频率较 ZigBee、蓝牙等支持 2.4 GHz 无线通信模块低,所以其波长较长,容易发生衍射效应,受障碍物影响较小,传输距离更远。并且 C1101 具有很好的数据处理能力,发送之前只需要配置好寄存器,然后单片机就可以通过 SPI 接口将数据写入 TX_FIFO 寄存器。本系统中单片机与 CC1101 采用 SPI 方式通信,工作频段选择典型的 433 MHz,理论传输距离可达 500 m^[9]。采用 GFSK 方式调制,增强了数据传输抗突发干扰和随机干扰的能力,误码率小于 0.1%。

系统中 CC1101 的 MOSI、SCLK、MISO、CSn, SPI 通信接口分别接单片机的 P1.3~P1.6 口,其中 MOSI 为模块 SPI 数据输入引脚, MISO 为模块 SPI 数据输出引脚, SCLK 为模块 SPI 总线时钟,在一个时钟的上升沿或者下降沿数据被写入或者读出。CSn 为模块片选时钟,用于开始一个 SPI 通信。P1.7 口接 GDO0 用于检测信道中是否有数据,当信道中有数据时, P1.7 的引脚电平会产生跳变。电路如图 2 所示。

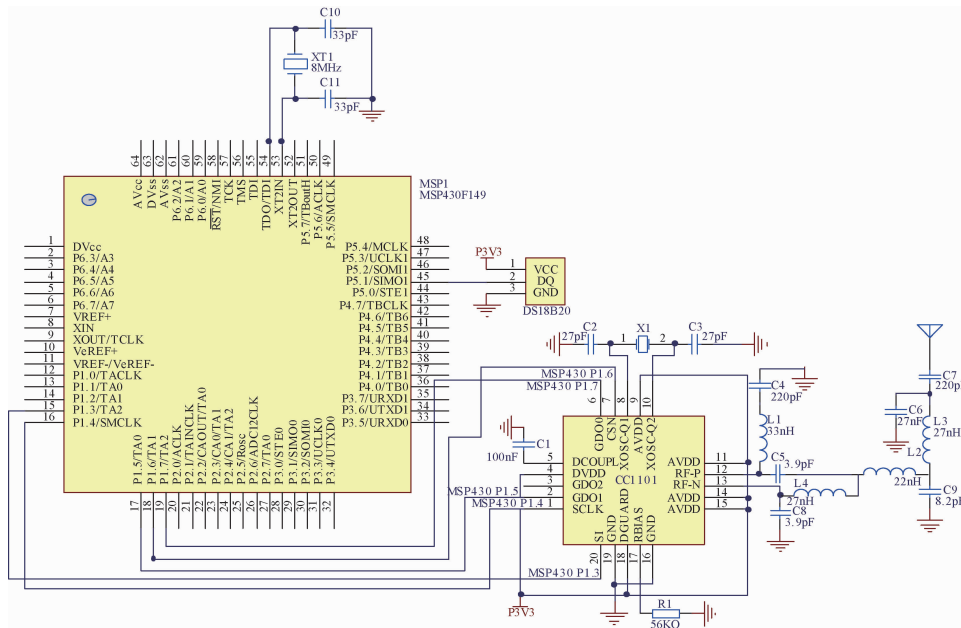


图 2 系统主要部分电路

2.5 显示模块

显示部分可以选择显示到 PC 机,但为了增强系统的灵活性并且让显示更加直观选择 ZLG240128-BTSWWE-YBC 液晶屏作为系统的显示部分。其屏幕分辨为 240×128,该型号液晶是一种图形点阵式液晶显示模组,具有与 INTER8080 时序相适配的 MPU 接口功能,并有专门的指令集,可完成文本显示和图形显示的功能设置,能够满足本次设计的需要。液晶引脚与单片机 IO 口连接如图 3 所示。

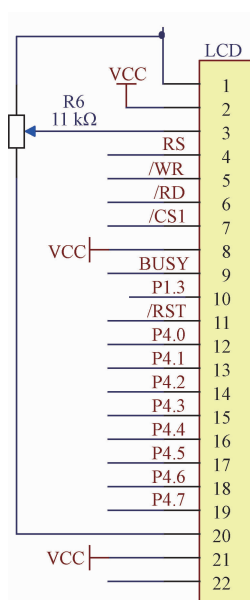


图3 LCD液晶引脚电路

3 系统软件设计

每个系统的稳定运行都需要良好的代码支持,本次设计代码主要在 IAR 开发环境下采用 C 语言编写。程序总体分为两大部分,其中温度采集发送部分主要包括 10 组 DS18B20 采集到温度数据的读取以及利用 CC1101 发送所读取到的温度数据,接收显部分将读取到的温度值显示到液晶屏。

3.1 采集发送部分

系统上电后,首先要对每一枚 DS18B20 温度传感器和 CC1101 无线模块进行初始化,接着发送指令分别读取 10 枚 DS18B20 温度传感器寄存器的值,因为要得到 10 进制的温度数值,所以对读取到寄存器的 LSB 和 MSB 进行简单处理。程序中定义 Temp1 和 Temp2 分别存放 LSB 和 MSB 的值,十进制温度 $Temp = (Temp1 + Temp2 \times 256) \times 0.0625$ 。并且为得到的每一路数据设置 1 个字节进行标记,0001~1010 分别代表传感器 1 至传感器 10 所采集到的温度数据,并将这些数据写入数组,为接下来

的发送做准备。

温度值读取完毕之后利用 CC1101 进行温度发送。为了降低功耗,系统上电后模块首先会进入休眠状态,这时拉低 CSn 位,使模块进入空闲状态。通过 SPI 总线首先将数据的长度和数据内容写入 TXFIFO 寄存器,然后置位内部寄存器的 STX 位使模块进入发送状态,经延时后一路温度数据发送完毕后接着读取 GD00 位待数据发送完成之后清空 TXFIFO 寄存器并将模块设置为在发送循环中读取下一路温度传感器的地址,重复上面的读取发送流程,进行发送。

3.2 接收显示部分

接收时,则需要置位 SRX 位,让模块进入接收状态。通过检测单片机的 P1.7 引脚的高低电平来判断是否有数据发送过来,若有数据发送来,程序会触发中断,在中断中从 RXFIFO 寄存器读取数据内容以及 CRC 校验位,若校验成功则返回接收成功,否则重新进行接收。为了减少误差,每一路温度数据取多个值进行平局作为最终的太阳能电池板表面的温度。在接收端只需要调用液晶显示函数将接收到温度值进行显示就可以了。

4 系统测试

实际测试时,将 10 枚 DS18B20 温度传感器放置在太阳能电池板下方来获取太阳能电池板的温度,系统接收显示端刚上电后温度初始界面如图 4 所示。

其中数字 1~10 表示每一枚温度传感器的编号。待系统采集发送端接好线上电以后,得到实际工作中的系统监视界面如图 5 所示。

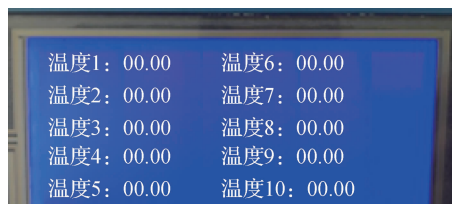


图4 显示部分初始界面

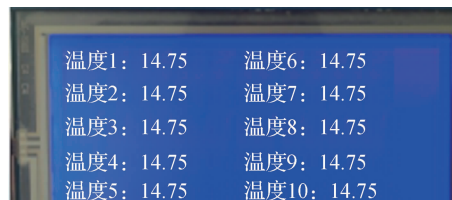


图5 系统工作界面

为了验证所测温度的精确度,利用市场上的测温设备对电池板表面温度进行测量,数据如表 1 所示。

表1 实验数据表

	第1路	第2路	第3路	第4路	第5路	第6路	第7路	第8路	第9路	第10路
测温仪测量值	14.69	14.71	14.72	14.70	14.61	14.72	14.83	14.81	14.85	14.79
系统测量值	14.75	14.75	14.75	14.68	14.68	14.81	14.75	14.87	14.93	14.87

对比测温仪的测量值和系统的测量值发现,在外界环境良好的情况下,本系统的精确度可以达到 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,符合系统精度要求。

5 结论

当今社会对于太阳能的使用场合越来越多^[10],为了提高对太阳能使用效率,本文在前人分析影响太阳能电池效率的因素中选择最主要的因素之一——温度出发,设计一套基于无线模块 CC1101,以 MSP430F149 单片机为控制核心的具有无线通信功能多路温度采集系统。本系统具有以下优点:硬件结构简单、成本较为低廉,系统实现了对 10 块太阳能电池板温度的实时采集与远距离无线传输的功能。另外,只需要增加传感器数量,并对程序进行简单的修改,本系统也可以非常容易测量更多路温度数据,所有的传感器共用一根总线,只需要占用一个 I/O 口。温度数据也可以很方便地发送到上位机方便后续的处理分析。选用不同的传感器可以实现不同数据的无线传输及显示,比如湿度,气体浓度等,可以扩展系统到其他应用领域,具有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 黄护林,韩东,孔令宾. 光伏建材型太阳能电池板自然通风冷却的研究[J]. 太阳能学报, 2006, 27(3): 309-313.

- [2] 兰羽,万可顺. 基于 AT89C51 的无线温度采集系统的设计[J]. 国外电子测量技术, 2013, 32(5): 83-85.
- [3] 胡鸿志. 基于新型温度传感器的数字温度计设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(8): 741-744.
- [4] 潘勇,管学奎,赵瑞. 基于 NRF24L01 的智能无线温度测量系统设计[J]. 电子测量技术, 2010, 33(2): 120-122.
- [5] 孔庆霞,朱全银. 基于 DS18B20 的远距离分布式温度数据采集系统[J]. 电子测量技术, 2009, 32(4): 154-156.
- [6] 胡同花,周维龙. 温室大棚多点温度采集系统的设计与实现[J]. 电子设计工程, 2014, 22(13): 87-90.
- [7] 孙维明,石江宏,陈岳林. 可编程 RF 收发器 CC1100 的原理及开发[J]. 国外电子元件, 2007(9): 40-42.
- [8] 李晶. 基于 CC1101 的短距离无线通信网络的设计[D]. 成都:电子科技大学, 2011.
- [9] 徐永,李昆,何小妹,等. 基于 CC1101 的无线倾角测量系统设计[J]. 电光与控制, 2016, 23(8): 73-75.
- [10] 王欢,徐小丽. 一种新型光伏阵列在线故障检测方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(12): 2765-2768.

作者简介

高凯, 1994 年出生, 河海大学硕士研究生, 主要研究方向为自动控制。
E-mail: 2742152896@qq.com

(上接第 70 页)

- [9] 侯亭亭,肖秦琨,杨永侠. 基于动态贝叶斯网络的手势识别[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(1): 36-39.
- [10] 庄晋升,汪丙南,向茂生. MEMS IMU 随机误差建模在 SAR 运动补偿中的应用[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(10): 88-94.
- [11] SATO T, QI K. Adaptive H_{∞} filter: Its application to structural identification[J]. Journal of Engineering Mechanics, ASCE, 1998, 124(11): 1233-1240.
- [12] 朱奇光,肖亚昆,陈卫东,等. 基于萤火虫算法改进

移动机器人定位方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(2): 323-329.

作者简介

赵林成, 1988 年出生, 工学学士, 主要研究方向为流体力学与工程力学等。
E-mail: 13709824625@126.com