



Design and Implementation of an Intelligent Wireless Multi Point Temperature Monitoring System

Yin Jianping¹, Xiong Qiangqiang¹, Xu Wenlei^{2,*}

¹School of Electronics and Information, Nanchang Institute of Technology, Nanchang, China

²Nanchang Danxun Electronic Technology Co., Ltd, Nanchang, China

Email address:

363600721@qq.com (Yin Jianping), 80848257@qq.com (Xu Wenlei)

*Corresponding author

To cite this article:

Yin Jianping, Xiong Qiangqiang, Xu Wenlei. Design and Implementation of an Intelligent Wireless Multi Point Temperature Monitoring System. *Asia-Pacific Journal of Electronic and Electrical Engineering*. Vol. 1, No. 1, 2019, pp. 9-14.

Received: October 12, 2018; Accepted: February 13, 2019; Published: May 27, 2019

Abstract: In order to improve the efficiency of temperature measurement and realize long-distance multi-point accurate measurement, a multi-point intelligent wireless temperature monitoring system based on nRF4L01 wireless transceiver chip is designed. The system is divided into a host computer and several slaves. The slaves first collect temperature signals using DS18B20 temperature sensor, and then compare the collected temperature values with the set temperature, so as to work on the temperature control equipment. At the same time, the slave computer controls the wireless transmission module to upload temperature data to the host microcontroller for LCD display. Experiments show that multi-point temperature real-time acquisition and control can be realized at 500 m distance, and the error is in the range, and the work is stable, which can meet the functional design requirements.

Keywords: nr24l01 Wireless Data Transmission, Intelligent, Temperature Collection, DS18B20 Temperature Monitoring

一种智能无线多点温度监控系统的设计与实现

尹建平¹, 熊强强¹, 徐文磊^{2,*}

¹南昌理工学院电子与信息学院, 南昌, 中国

²江西蛋讯电子科技有限公司, 南昌, 中国

邮箱

363600721@qq.com (尹建平), 80848257@qq.com (徐文磊)

摘要: 为了提高温度测量效率, 实现远距离多点精确测量, 设计了一种基于nRF4L01无线收发器芯片的多点智能无线温度监控系统, 该系统分为一个主机和多个从机, 从机先利用DS18B20温度传感器采集温度信号, 再将采集的温度值和设置温度进行对比, 从而对控温设备的工作状态进行控制, 与此同时, 从机通过单片机控制无线传输模块上传温度数据给主机的单片机, 进行液晶显示。通过实验表明, 在500m距离能够实现多点的温度实时采集与控制, 其误差在 $\pm 0.5^{\circ}$, 并且工作稳定, 能够满足功能设计要求。

关键词: nRF24L01无线数据传输, 智能, 温度采集, DS18B20温度监测

1. 引言

温度是工业过程当中的一个重要物理量, 通常情况对于温度可以采用有线和无线两种方式, 前者通常采用

RS-232、can总线等方式, 但是布线复杂, 费用较高, 后者往往使用GPRS、CDMA等方式进行采集温度, 但是也存在数据传输过程并不稳定和成本较高, 故此设计了一种基于

nRF4L01的智能无线多点温度监控系统，通过DS18B20作为从机的温度传感器采集温度信号，在与预定温度对比，控制温控设备的启停的同时，通过nRF4L01将信号传输给主机，从而使得主机可以实时通过液晶显示温度信息。

2. 总体设计方案

本系统由发射分机和接收主机两个部分组成。主机由单片机，无线通信模块、液晶显示屏和电源部分组成；分机的功能是实现实时的温度采集和控制；分机由单片机最小系统、无线通信模块、温度传感器、温度控制电路、按键电路、显示电路和电源部分组成。系统结构框图见图1所示：

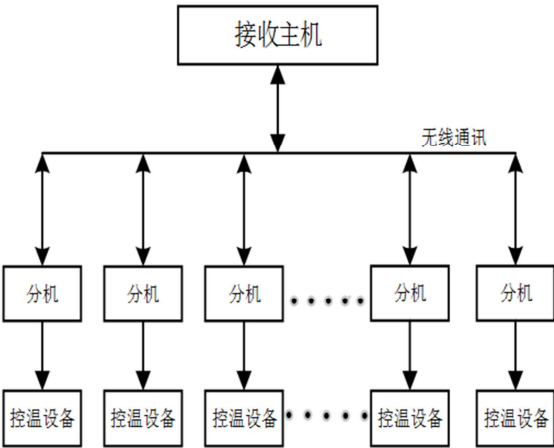


图1 系统结构图。

其具体工作原理为，分机工作后，单片机采集温度传感器的输出值得到当前的环境温度，并将采集值和设置温度进行对比，对控温设备的工作状态进行控制。同时将采集的数据通过无线发给接收主机，主机接收到数据后，控制液晶显示器功能完成对各个温度采集点的温度数据的实时显示。

3. 硬件设计

硬件分为从机和主机两个部分，从机首先通过温度传感器将温度信号进行采集，然后和预设值进行比较，以便对于温控设备进行控制，同时通过其无线传输模块进行上传至主机的单片机，而主机的单片机则会将温度信息在液晶上进行实时显示。

3.1. STC89C52最小系统电路设计

STC89C52，它的内部由8K的程序存储空间，且内部资源丰富，指令执行速度快，自身功耗低，工作稳定性强，可以很好的适应对代码量要求较大的系统中使用。同时芯片内部集成32个可用于输入和输出控制引脚，可实现对输入数字信号的采集，同时控制数字信号输出，控制输出设备工作。最小系统由时钟电路、系统复位电路和地址选择电路共同构成。最小系统电路见图2所示：

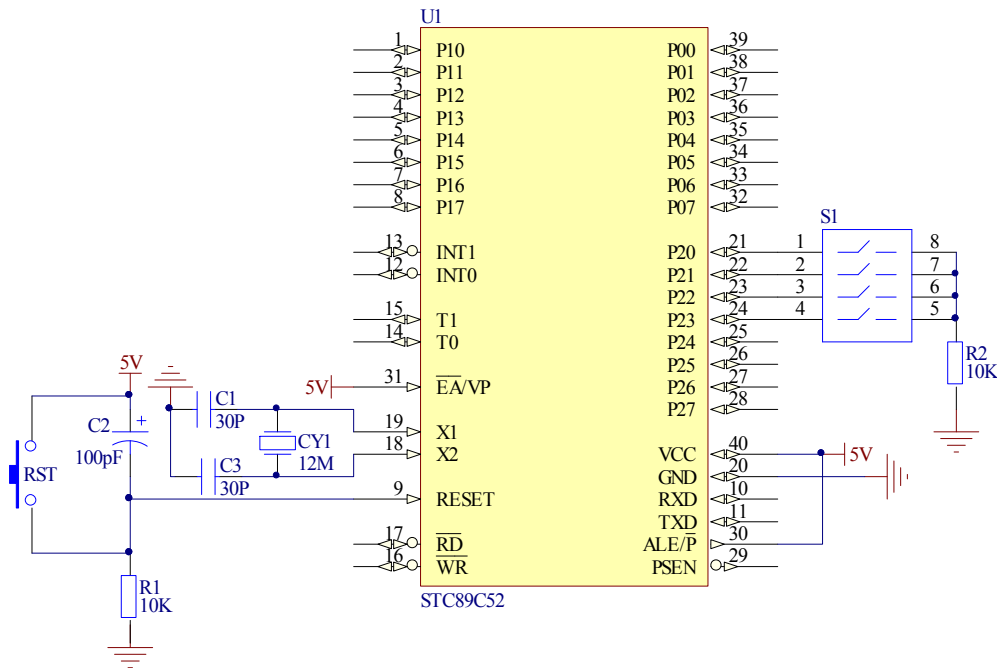


图2 单片机最小系统电路。

其中晶振大小选择12MHz，起振电容大小C1和C3选择30PF，它们共同构成了单片机的时钟电路。电路工作后，12M晶振发出工作时钟，经过两个电容后接在单

片机的18和19引脚，经过单片机内部增益放大器处理后，转换成单片机的工作时序输出。复位电路由RST复位按键、C2电容和R1电阻共同组成。当系统需要复位时，

只需按下复位按键,保持9脚出现2个以上周期的高电平复位信号,即可对单片机进行复位。而由于本次设计包括1个接收主机和10个分机,所以需要对分机的地址进行地址选择电路设置,通过选择S1拨码开关来实现,4位的拨码开关可以分配16个地址,可以满足设计需要。S1拨码开关经过10K下拉电阻接在单片机上,实现分机的地址区分。

3.2. 无线通信电路设计

NRF24L01模块和单片机采用SPI接口进行通信,设计中分配单片机的P1.0~P1.5引脚实现对NRF24L01的读写

控制。NRF24L01的对外接口线接在J1端子上,6根外接线分别是时钟线、数据输入线、使能线、片选线、数据输出线和中断输出引脚。模块CE引脚接单片机的P1.0引脚,单片机通过控制P1.0引脚输出高电平信号,从而实现对于无线模块的使能控制。CSN引脚接P1.1引脚相连,单片机在P1.1引脚输出高电平可以选中无线模块。模块SPI输出读写引脚接单片机的P1.2~P1.4引脚,单片机控制3根数据线按照SPI的通信时序下发读写命令,可以将采集的温度数据通过模块发送出去,主机也能通过无线模块接收到分机发送的数据。无线通信电路见图3所示:

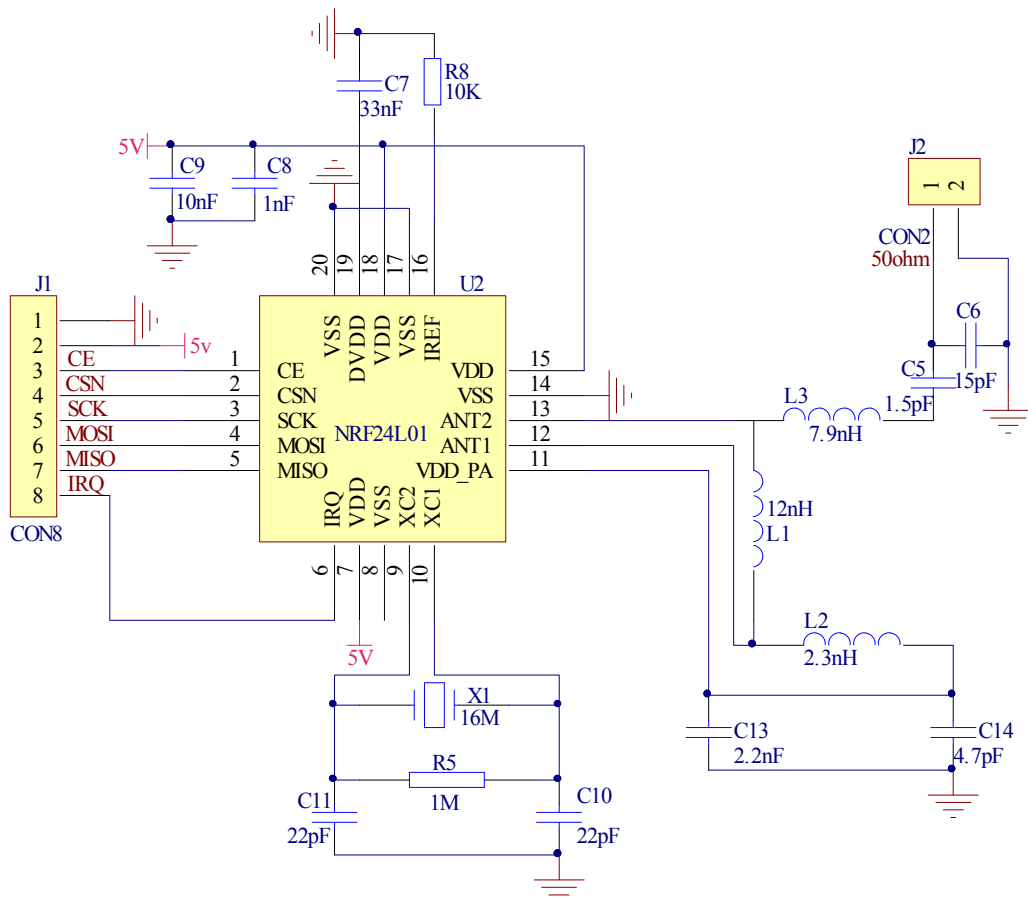


图3 无线通信电路。

3.3. 分机温度采集电路设计

分机温度采集由DS18B20来实现, 传感器工作电压在3.3V~5V范围内, 可以实现-55℃~125℃温度范围内的实时监控, 测温误差不大于+0.5℃。单片机通过P1.6引脚接DS18B20的单总线数据输出端, 为了保持数据读取的稳定性, 在数据输出端跨接1个4.7K的上拉电阻R19。温度传感器的1脚和3脚分别接+5V电源和系统地。温度采集电路见图4所示:

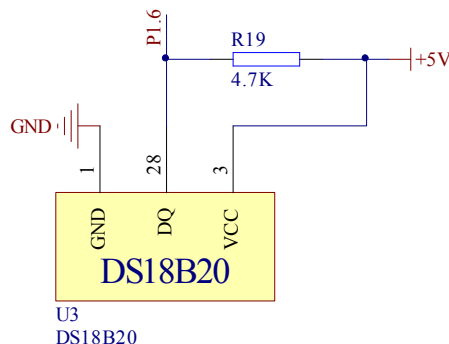


图4 温度采集电路。

3.4. 分机温度控制电路设计

控制温度的设备控制器由继电器来完成，继电器控制电路控制升温设备。具体见图5所示：

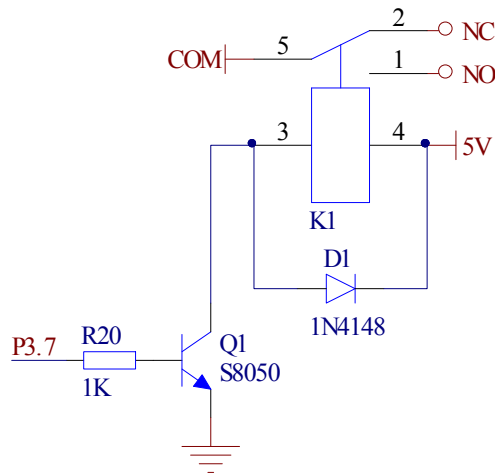


图5 温度控制电路。

当采集值未超出温度调节范围时，单片机P3.7口输出低电平，NPN三级管的发射极和集电极截止，继电器的线圈上施加5V的电压，继电器的触点由常闭状态切换为常开状态，负载电源切断，设备停止工作。相反，如果P3.7口输出低电平，继电器线圈负载电源又被接在常闭触点上，负载电源被接通，设备开始工作，进行降温操作。

3.5. 主机显示电路设计

主机的显示电路用于显示各路温度的实时采集。采集电路工作后，单片机通过下发命令到液晶的控制线对液晶的工作方式进行设置。设置完成后，将需要显示的数据从数据线上送出。

本设计中单片机的P2口通过上拉电阻和液晶的数据线DB0到DB7相连，数据引脚相连，P0.4~P0.6引脚分别接液晶的RS、RW等引脚实现对液晶的显示控制。显示电路工作后，使能液晶显示。主机显示电路见图6所示：

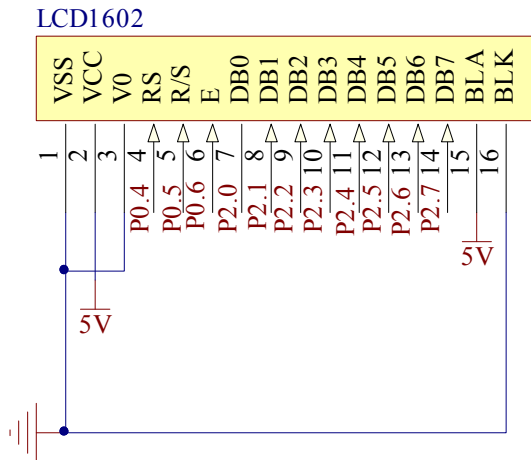


图6 主机显示电路。

4. 软件设计

系统软件设计是整个系统稳定、可靠运行的重要保障，包括从机软件程序设计和主机软件程序设计。软件设计的流程中，主机包括温度采集、通信、温控等程序，主机包括通信与液晶显示等程序。

4.1. 分机主程序流程设计

分机主程序包括对按键、无线通讯模块、温度传感器模块和温度控制模块的实时控制。分析电路工作后，首先对单片机引脚初始配置，并完成对定时器0和NRF24L01的初始化，定时器0定时50ms中断。初始化完成后，软件在一个while（1）循环中顺序的执行，首先读取按键值判断出当前温度调节点值和分机节点地址。读取完成后，判断是否发生定时中断，发生定时中断执行一次温度的采集、温度的控制和数据的发送。若未到定时中断程序返回到while（1）循环的初始处，循环的执行以上操作。

分机主流程见图7所示：

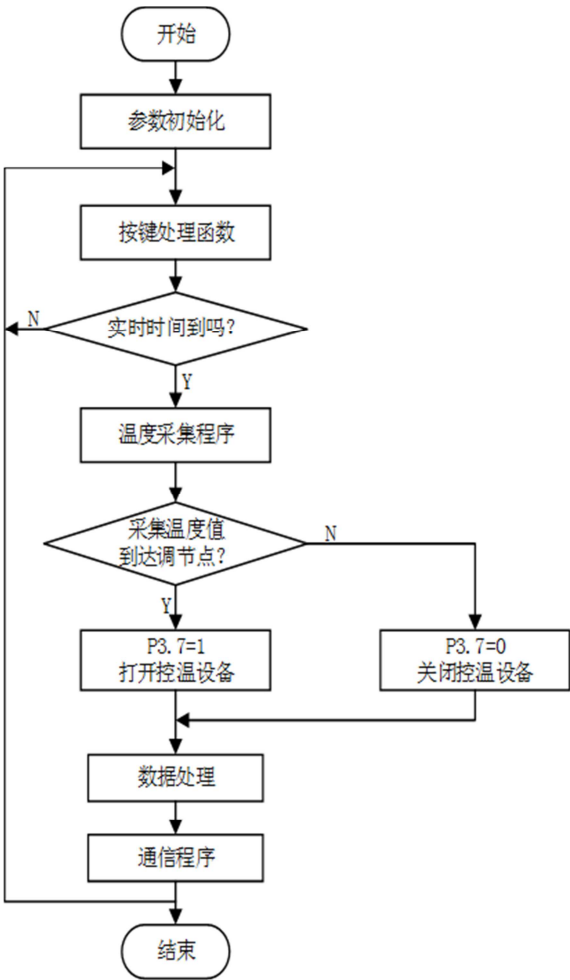


图7 分机主程序流程图。

4.2. 主机主程序流程设计

主机上电后，首先对液晶显示屏和定时0进行初始化，为了保证显示的实时性，主机的显示刷屏周期设置为5ms，

定时器0初始化为5ms中断1次。硬件初始化完成后，首先等待定时时间到达，定时中断产生后，开始调用通信程序，读取分析发送的数据，并进行显示。显示一个分机数据后，分机地址加1，若地址大于10，则将下一分机地址置为1。若未到定时时间，程序则等待定时中断产生，执行以上操作。主机主流程见图8所示：

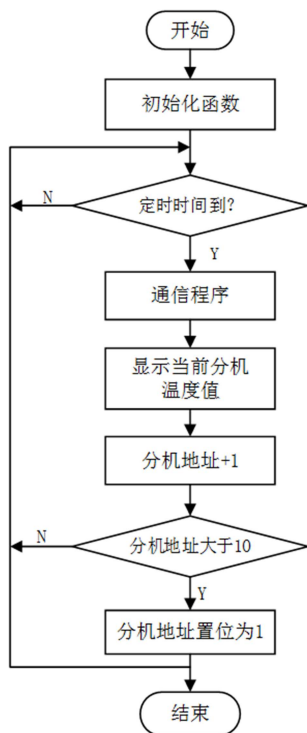


图8 主机主程序流程图。

5. 实验结果

为了测试温度数据的准确性与可靠性，选择早、中2个时间点，通过利用满足精度要求的温度测量仪表对4个监测点进行温度测量，得到的温度数据与系统监测的数据分别如表1所示。而实物图见下图9，从表中数据对比可以看出，系统监测到温度数据是在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，准确、可靠的，满足了设计要求。



图9 系统监测数据画面。

表1 温度仪与系统监测温度数据对比表 ($^{\circ}\text{C}$)。

8:00 (温度仪)	8:00 (监控系统)	对比	12:00 (温度仪)	12:00 (监控系统)	对比
17.5°	17.6°	+0.1°	20.3	20.6	+0.3°
17.2°	17.3°	+0.1°	20.1	20.4	+0.3°
17.2°	17.7°	+0.5°	20.8	20.6	-0.2°
17.4°	17.2°	-0.2°	20.3	20.0	-0.3°

6. 结论

本文介绍了基于nRF24L01无线收发芯片和STC89C52单片机所组成的无线温度采集系统。由于采用高度集成的nRF24L01无线收发一体化芯片，使得主机和分机的温度数据收发大大简化，从而在实现系统功能的前提下，优化了硬件和软件设计，减小了体积，提高了系统工作的可靠性，并且具有较高的性价比。经实验验证，该系统的精度高，实时性好，工作稳定，可以应用于具有很好的使用前景。但是本系统也存在一定的不足，例如，不能通过短信等方式提示主机及时查看多点采集的温度信息，故此，下一步改进的重点是增加GPRS模块以及改善主机的人机交互界面来进一步完善系统的提示功能。

参考文献

- [1] 徐正平, 许永森, 孙超等. 多通道并行温度采集系统[J]. 电子测量技术, 2018,37 (12): 93-98.
- [2] 李长才, 肖金球, 张少华. 基于nRF24L01的无线多点温度监测报警系统设计. 电子测量技术, 2016,39 (6): 94-97.
- [3] 蒋萍花, 张楠. 数据采集系统串口通信的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2015,38 (6): 139-142.
- [4] 魏振春, 吴亚伟. 基于MSP430的超低功耗温度监测站[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(8):1144-1150.
- [5] 李宗卿, 刘忠富, 吴学富. 无线智能家居舒适度测控系统[J]. 国外电子测量技术, 2016,35(11):103-107.
- [6] 陈珍萍, 李德权, 黄友锐等. 无线传感器网络混合触发一致性时间同步[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(10):2193-2199.
- [7] 卢庆林. 基于单片机MPS430F的无线通信系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2017, 33(12):74-77.
- [8] 张锋, 周毅华, 张西良等. 多功能家庭安全无线监控系统[J]. 电测与仪表, 2016, 47(2):26-30.
- [9] 马臣岗, 孟立凡. 基于单总线式无线温度采集系统设计[J]. 电子设计工程, 2018, 18 (03): 32-37.
- [10] 惠延波, 李永超, 王莉等. 超声波近距报警装置设计[J]. 电子测量技术, 2016,39 (5): 120-122.
- [11] 周亚, 刘清倦, 孙启云等. 探空温度传感器设计与辐射误差修正方法研究[J]. 现代电子技术, 2015,30 (15): 28-32.
- [12] 任英杰, 黄建清. 基于nRF905的无线温度检测系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2017,11 (16): 43-47.

- [13] 王安敏,孔令布,孟海彦.R-T电阻温度系数测定仪的改进[J].仪表技术与传感器, 2016,36(18): 67-71。
- [14] 贾超,蔡杰,熊朝辉.一种温度传感器及动态校准方法[J].计算机与数字工程, 2017,39(28): 13-18。
- [15] 邱永平.高精度温度计在水温观测中的仪器稳定性分析[J].自动化仪表, 2016,22(31): 36-40。

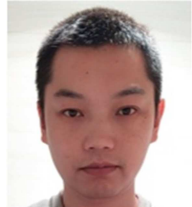
作者简介



尹建平, 女, 1979年出生, 硕士, 讲师、高级工程师, 研究方向: 基于人工神经网络的数据融合技术。



熊强强, 男, 1982年出生, 硕士, 讲师、高级工程师, 研究方向: 视觉检测与光电测量技术。



徐文磊, 男, 1981年出生, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 植入式生物芯片微系统设计技术。