

基于 nRF24L01 的无线多点温度监测报警系统设计*

李长才^{1,2} 肖金球^{1,2} 张少华^{1,2}

(1. 苏州科技学院 电子与信息工程学院 苏州 215009; 2. 苏州市智能测控工程技术研究中心 苏州 215009)

摘要: 为了实现多点温度准确监测、无线传输与及时报警,设计了一种基于无线传输模块 nRF24L01 和数字温度传感器 DS18B20 相结合的温度监测报警系统。整个系统分为主机和从机,主机和从机通过 STM32 控制 nRF24L01 模块进行多频道通信,实现了多点温度监测。给出了整个系统硬件设计和软件程序的实现方法。通过在线测试,系统能够准确可靠地获得多点温度数据。该设计以低功耗、高性价比的设计思路解决了传统的有线布线繁琐、数据传输不可靠的问题,在农业、工业等领域具有很好的应用价值。

关键词: 多点监测;无线传输;nRF24L01;DS18B20;STM32

中图分类号: TN06 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

Design of wireless multiposition temperature monitoring
and alarm system based on nRF24L01Li Changcai^{1,2} Xiao Jinqiu^{1,2} Zhang Shaohua^{1,2}

(1. School of Electronic & Information Engineering, Suzhou University of Science & Technology, Suzhou 215009, China;

2. Suzhou Intelligent Control Engineering Technology Center, Suzhou 215009, China)

Abstract: In order to realize the multiposition temperature accurate monitoring, wireless transmission and alarm in time, this paper designs a kind of wireless multiposition temperature monitoring and alarm system based on nRF24L01 and DS18B20. The whole system is divided into the master and the slave, which makes multiposition temperature monitoring come true by the nRF24L01 module multi-channel communication controlled by STM32. The whole system hardware design and software program realization method is presented in the design. After online tested, the system is able to acquire multiposition temperature data correctly and reliably. By the low power dissipation and cost-effective design ideas, the design solves the problem that the traditional routing is complex and the data transmission is unstable. Meanwhile, it has a good application value in agriculture, industry and other fields.

Keywords: multiposition monitoring; wireless transmission; nRF24L01; DS18B20; STM32

1 引言

在工业生产中,温度是一种最基本和最常用的工艺参数,大多数物体的物理变化、化学变化或者材料成型的过程都与温度参数有关。在一些农业养殖或者植物栽培领域,也需要对温度进行实时准确的监测,以便于对温度进行有效控制。针对现实的需要,本文设计了一种无线多点温度监测报警系统,弥补了传统的温度监测的不足,满足了工业、农业生产以及自动控制领域对温度监测的要求。

设计中,采用 DS18B20 数字测温芯片,测量分辨率可通过程序设定 9~12 位,满足应用对温度精度的要求。

DS18B20 根据应用场合不同,采用不同的封装结构,可用于高炉水循环测温、工业生产线测温、机房测温、农业大棚测温、仪器仪表生产现场测温、弹药库测温等各种非极限温度场合^[1]。采用 nRF24L01 模块对采集到的温度数据进行无线传输^[2],解决了传统的布线复杂问题,节省了成本。该系统可以应用于农业大棚、机房、工业生产线等场合的温度监测。

2 系统总体设计方案

系统结构如图 1 所示。整个结构设置了 1 个主机,5 个从机(监控点),从机用来采集温度数据,通过 nRF24L01 无线传输模块^[3],在 STM32 的控制下,从机将温度数据传

收稿日期:2015-11

* 基金项目:江苏省建设系统科技(2014JH12)、住房和城乡建设部科学技术(2014-k8-050)、苏州科技学院科研基金(XKZ201508)资助项目

输给主机,主机将接收到的各个监控点的温度分别显示在 LCD 显示屏上,并通过 RS232 总线传输至上位机。当 5 个监控点采集到的温度超过设定的温度上下限时,主机 STM32 控制声光报警模块,发出报警信号。

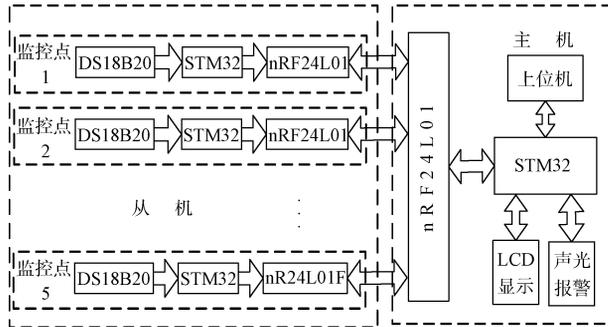


图 1 系统结构

3 系统硬件设计

3.1 从机监测点硬件电路设计

从机监测点硬件模块包括 DS18B20 数字温度传感器模块、STM32 控制器模块、nRF24L01 无线传输模块。5 个监测点的硬件设备及电路连接都相同。硬件电路连接如图 2 所示。DQ 为 DS18B20 数字信号输入/输出端,与 STM32 的 PA0 引脚相连。DS18B20 采用单总线的接口方式,仅需要 1 条连接线即可实现与微处理器的双向通信,经济性好,抗干扰能力强,使用户可轻松地组建传感器网络^[4]。nRF24L01 是通过 SPI 通信总线驱动的,使用 STM32 的 SPI1 硬件模块接口对 nRF24L01 进行驱动,通过配置 STM32 的 SPI1 接口,对 nRF24L01 模块进行数据读写,设置 nRF24L01 模块的收、发模式,实现对温度数据的无线传输^[5]。

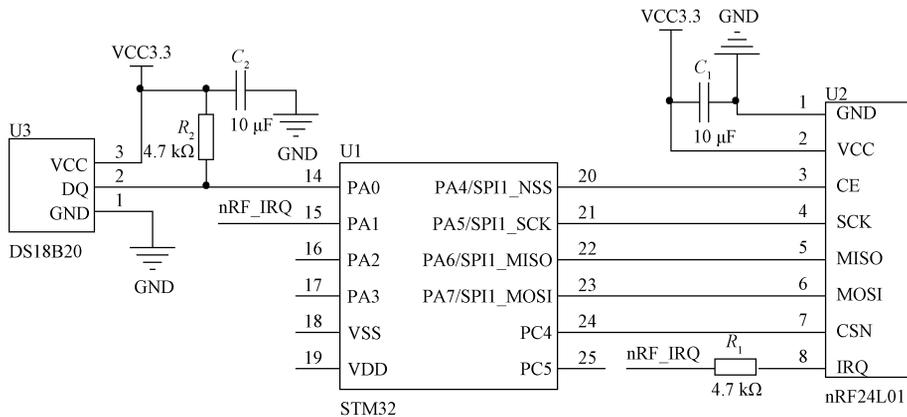


图 2 从机硬件连接电路

3.2 主机硬件电路设计

主机硬件模块包括 STM32 控制器模块、nRF24L01 无线传输模块、LCD 显示模块、声光报警模块、RS232 通信接

口。硬件连接电路如图 3 所示。通过 STM32 控制 nRF24L01 无线接收模式^[6],控制 LCD 显示接收到的温度数据。若接收到的温度数据超过设定的界限,通过控制

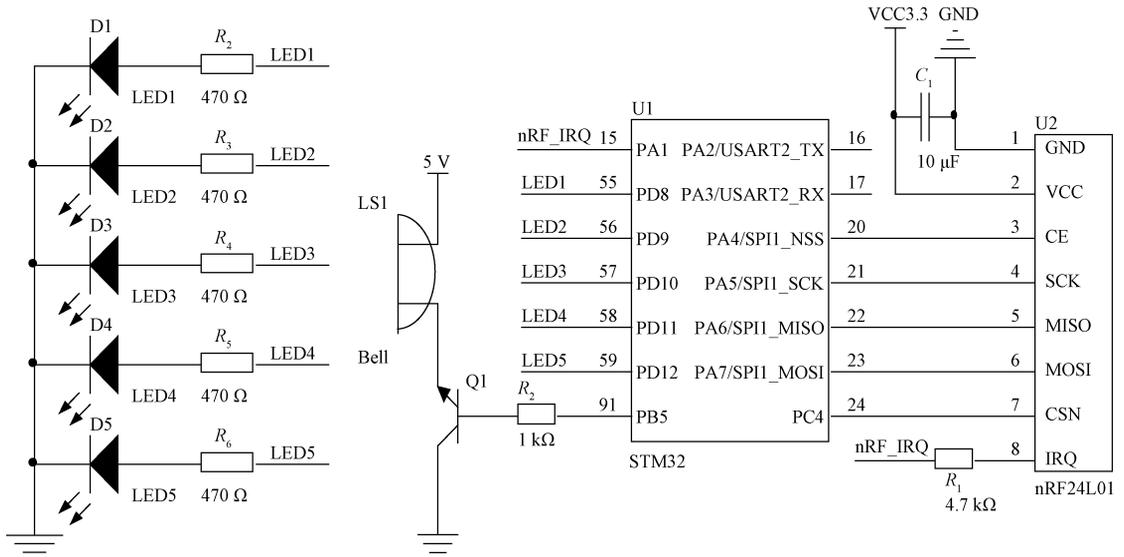


图 3 主机硬件连接电路

STM32 管脚高低电平, Bell 发出报警声, 对应报警灯闪烁。PA2 和 PA3 管脚连接 MAX3232 的 T_{in} 和 R_{out} 引脚, 把接收到的温度数据通过 RS232 通信接口传输至上位机^[7]。

4 系统软件设计

系统软件设计是整个系统可靠、安全运行的关键环节^[8], 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, 主机修改通信频道与从机通信、主机向从机下达发送数据命令这两个环节, 是保证整个软件系统可靠运行的关键。

4.1 从机软件程序设计

从机软件设计中, 通过设置通信频道的不同来区分不同的监测点。nRF24L01 不同的通信频道对应不同的通信频率, 由 RF_CH 寄存器的内容确定, 可提供 126 个频道。从机的主程序流程图如图 4 所示。从机初始化程序中, 通过设置 RF_CH 寄存器的内容, 监测点 1~5 通信频道配置为 20、40、60、80、100, 分别与主机进行数据传输。从机的温度发送是受主机控制的, 规定当主机发送 0X60, 而从机接收到时, 进行温度数据测量, 并向主机无线传输。

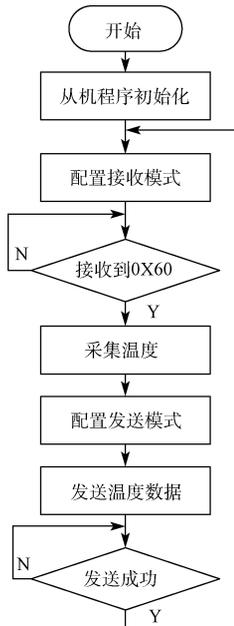


图 4 从机主程序流程

4.2 主机软件程序设计

主机完成对 5 个监测点温度数据无线接收与处理的任任务^[9]。主机主程序流程图如图 5 所示。程序初始化后, 主机配置为频道 20 与从机 1 进行数据通信^[10], 向从机 1 下达发送数据命令。从机 1 接收到命令后, 发送温度数据给主机。主机回应从机 1 接收到数据, 并进行数据处理。判断温度是否超过设定的界限, 若超过则声光报警。接着以同样的流程, 对从机 2~5 进行温度数据的无线传输与处理。5 个监测点温度数据传输完成后, 通过 RS232 接口, 把接收到的数据传至上位机。主机程序中, 与从机 1 通

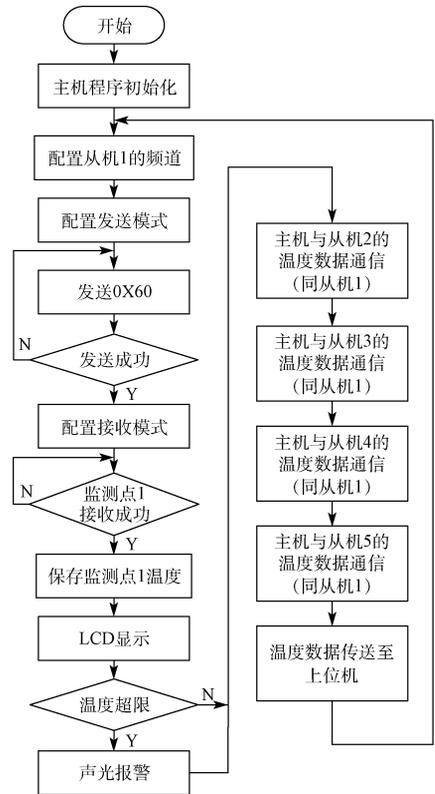


图 5 主机主程序流程

信的程序片段如下。

```

void transceiver1(void)
{
    NRF_CE = 0; //拉低 CE 引脚
    NRF24L01_Write_Reg(WRITE_REG +
    RF_CH,20); //修改为从机 1 的频道
    NRF_CE = 1; //拉高 CE 引脚
    NRF24L01_TX_Mode();//配置发送模式
    TX_order = 0x60;
    //规定的从机向主机发送温度的命令
    NRF24L01_TxByte(TX_order);
    //主机命令从机 1 发送温度数据
    NRF24L01_RX_Mode();
    //配置主机为接收模式
    while(IRQ==1);
    //等待发来数据
    NRF24L01_RxPacket(rece_buf);
    //接收温度数据
    Temperature = (rece_buf[0]-48) * 10 + (rece_
    buf[1]-48) + (rece_buf[2]-48) / 10;
    //发送来的字符数据转化为浮点数
    LCD_show_teperaure();
    Alarm_judge();
}
  
```

5 系统测试

为了验证整个监测系统的性能,主机 LCD 显示采用 3.2 寸 TFT 液晶模块。通过 STM32 控制器,设计了 LCD 显示界面,接收到的温度显示在设定的位置,根据程序设定的时间不断更新温度显示并判断是否超限。整个系统温度监测的数据画面如图 6 所示,设定正常温度范围为 18~24 ℃,监测点为 5 个。整个系统上电后,监测到监测点 3 和 5 超过设定的界限,产生报警信号,并在 TFT 屏幕上显示报警。



图 6 系统监测数据画面

为了测试温度数据的准确性与可靠性,选择 4 个时间点,采用满足精度要求的温度测量仪对 5 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 和表 2 所示。从表中数据对比可以看出,系统监测到温度数据是准确、可靠的,满足了设计要求。另外,系统采用无线通信适用于短距离通信,nRF24L01 采用不同的通信频道进行多通道通信,频道之间不能设置太近^[11],防止数据干扰,不利于系统稳定可靠地通信。

表 1 温度测量仪测量温度数据 (℃)

	9:00	11:00	13:00	15:00
1	18.1	20.4	22.3	23.1
2	18.3	20.1	22.4	23.8
3	18.6	20.7	22.1	24.4
4	18.6	20.9	21.8	24.1
5	18.4	20.3	22.7	23.3

表 2 系统监测温度数据 (℃)

	9:00	11:00	13:00	15:00
1	18.1	20.4	22.3	23.1
2	18.3	20.2	22.4	23.8
3	18.5	20.7	22.1	24.3
4	18.6	20.9	21.9	24.1
5	18.4	20.3	22.6	23.3

6 结 论

从系统硬件和软件两个方面,介绍了基于 nRF24L01 的无线多点温度检测报警系统的设计。采用高度集成的 nRF24L01 无线传输模块和结构简单的 DS18B20 数字温度传感器,大大简化的系统的硬件设计。采用 STM32 控制器,利用丰富的片上资源,简化软件设计流程的同时,也提高了整个系统的运行效率。系统具有性价比高、布局灵活、功能扩展方便等优点,具有很好的实际应用价值。

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,2014,37(12):93-98.
- [2] 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,2010,47(2):26-30.
- [3] GAO H, SU J X. Design of the temperature signal wireless receiver and display system on polishing interface in chemical mechanical polishing [J]. Procedia Engineering, 2011,(24):417-421.
- [4] 张伟. 面向精细农业的无线传感器网络关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2013.
- [5] 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.
- [6] 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,2014,33(12):74-77.
- [7] 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.
- [8] GUNGOR V C, HANCKE G P. Industrial wireless sensor networks: challenges, design principles, and technical approaches [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2009, 56(10): 4258-4265.
- [9] WEN J T, YU G. Environment monitoring system of household security robot based on wireless mesh network [C]. NSWCTC 2009, 2009:176-180.
- [10] 王平,刘其琛,王恒,等. 一种适用于 ISA100.11a 工业无线网络的通信调度方法[J]. 仪器仪表学报,2011,32(5):1189-1195.
- [11] 魏振春,吴亚伟,张本宏. 一种用于多信道无线 Mesh 网络的信道分配方法[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(8):1144-1150.

作者简介

李长才,硕士研究生,研究方向为光电信息检测与智能测控技术。

E-mail: sklcc001@163.com

肖金球,硕士,教授,主要研究方向为智能仪器与自动检测系统。

张少华,硕士研究生,主要研究方向为光电信息检测。