

# 基于单片机的无线测温系统设计\*

余东<sup>1</sup>, 胡中玉<sup>2</sup>

(1. 四川机电职业技术学院, 四川 攀枝花 617000;

2. 昆明学院, 云南 昆明 650214)

**摘要:** 利用短距离无线通信技术构成一个基于单片机的简易、低功耗的无线多点温度测量系统。系统以 AT89C2051、AT89C51 单片机为核心, 采用数字式温度传感器 DS18B20、无线收发芯片 nRF24L01 实现了温度的采集、控制、无线收发等, 给出了系统硬件及软件的具体设计思想与实现方法。

**关键词:** 无线传感器网络; 单片机; 温度检测; 传感器节点

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)13-0078-03

## Wireless temperature measurement system design based on MCU

She Dong<sup>1</sup>, Hu Zhongyu<sup>2</sup>

(1. Sichuan Institute of Electrical and Mechanical Technology, Panzhihua 617000, China;

2. Kunming Institute, Kunming 650214, China)

**Abstract:** The essay tries to form a simple, low power wireless more temperature measuring system based on MCU by using the short-range wireless communication technology. The system uses AT89C2051, AT89C51 single-chip microcomputer as the core, and realizes the collection of temperature, control, wireless transceiver and so on by using the digital temperature sensor DS18B20, wireless transceiver chip nRF24L01. The essay also gives the specific design thought and realization method of the hardware and software of the system.

**Key words:** wireless sensor network; MCU; temperature measure; sensor node

无线传感网络 WSNs (Wireless Sensor Networks) 是当前在国际上备受关注的、涉及多学科高度交叉、知识高度集成的前沿热点研究领域。其测量系统综合了现代传感器技术、微电子技术、通信技术、嵌入式计算技术和分布式处理技术等, 能够通过各类集成化的微型传感器实时检测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或检测对象的信息, 并对这些信息进行处理, 从而获得详尽而准确的信息<sup>[1]</sup>。

无线测温系统是通过无线传感网络建立的一种测温系统, 系统中包含大量的无线传感节点。在任意时刻, 传感节点间通过无线通信完成温度信息的处理。利用单片机、温度传感器及无线收发芯片等构成的无线多点测温系统电路简单, 性能稳定, 抗干扰能力强, 可靠性高, 功耗低, 可广泛应用于环境监测及工农业等领域。

### 1 无线测温系统硬件电路设计

系统以短距离无线通信为基础, 实现环境的多点温

度检测。系统由多个无线节点组成, 每个节点由单片机构成, 并配置一个温度传感器, 每个节点既实时监视该点附近的温度, 同时也无线双向中转信息, 将信息传输到天线范围内的其他节点上, 这样使所有的节点都可以和接收节点链接起来。其系统框图如图 1 所示。

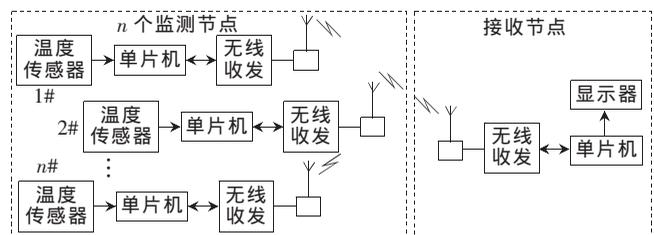


图 1 无线测温系统框图

#### 1.1 监测节点电路设计

##### 1.1.1 温度采集模块<sup>[2-3]</sup>

温度采集的方法有多种, 但考虑简单实用、易于实现、性能稳定、功耗低、可靠性高等因素, 该模块采用

\* 基金项目: 云南省教育厅项目 (2011C102)

DS18B20 数字式温度传感器来实现环境温度的检测。DS18B20 是美国 Dallas 半导体公司生产的单总线温度传感器,其测温范围为 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最高分辨率可达 $0.062\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。信息经过单线接口送入 DS18B20 或从 DS18B20 送出。读、写和完成温度变换所需的电源可以由数据线本身提供,而不需要外部电源。DS18B20 的外围接线如图 2 所示。

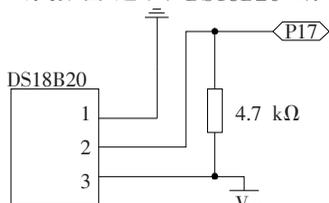


图 2 DS18B20 的外围接线

### 1.1.2 无线收发模块<sup>[4-5]</sup>

该模块选用 NORDIC 公司推出的高速、低功耗、低成本的 2 Mb/s 工业级嵌入式 2.4 GHz 无线收发芯片 nRF24L01,它具有增强型的 ShockBurst 功能,集成了双向通信所需要的链路层。同时,内置速率高达 8 Mb/s 的 SPI 接口能很好地解决 nRF24L01 与单片机数据传输率的问题。nRF24L01 采用 PCB 天线,为保证其频率和阻抗与射频芯片匹配,以获取最大传输功率并抑制高频噪声,在 nRF24L01 外围电路接入了电感和电容。nRF24L01 的外围部分接线如图 3 所示。

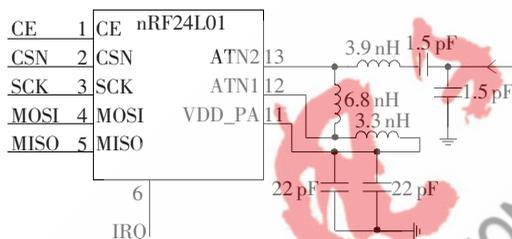


图 3 nRF24L01 的外围部分接线图

### 1.1.3 控制模块

对于监测节点来说,要实现的功能有两个:当接收节点有命令时,将自己温度信息发射出去;或者作为中继节点,先接收再转发其他节点的温度数据,在没有收到接收节点命令的时候,能够进入睡眠状态,尽量地节能,同时接口的使用不多。为此采用 AT89C2051 单片机作为处理器,并通过两只发光二极管分别指示数据的接收和发送。

AT89C2051 是一个低电压、高性能 CMOS 8 bit 单片机,片内含 2 KB Flash 和 128B RAM,可满足温度数据的存储。同时 AT89C2051 的时钟频率可以为零,具备用软件设置的睡眠省电功能。AT89C2051 的外围部分接线如图 4 所示。

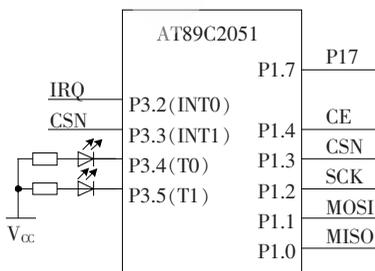


图 4 AT89C2051 的外围部分接线图

### 1.2 接收节点电路设计

接收节点的能量由稳定的电源供给,无需考虑节能问题。但考虑到数据显示控制等需要较多的管脚,故采用 AT89C51 作为控制芯片。此外,因为计算路由的过程非常繁琐,程序较长,电路中用 27C256 芯片扩展了一个 32 KB 的 ROM 来满足要求。另外,电路中的无线收发模块仍采用 nRF24L01 无线收发芯片。接收节点部分接线如图 5 所示。

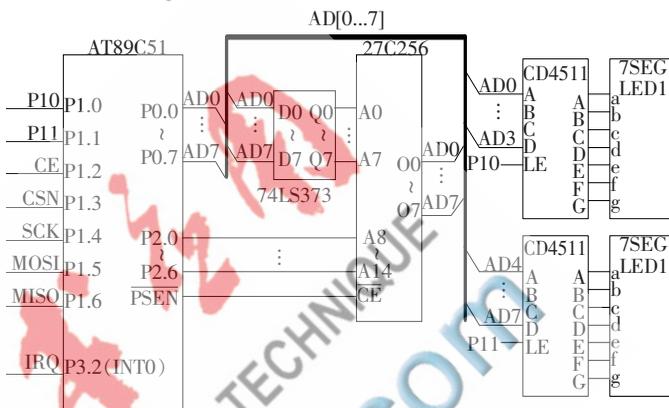


图 5 接收节点部分接线图

## 2 无线测温系统软件设计

系统软件采用了模块化设计,主要包括监测节点的温度采集、接收节点的路径计算和温度显示、无线传输等。下面主要给出了主程序、温度采集程序、无线传输程序的设计思想。

### 2.1 主程序设计

系统的主程序设计主要完成系统初始化、中断优先级设定以及判断调用各模块程序,即主要实现各模块的连接,然后再确定各个监测节点所在位置对于接收节点的相对坐标。

#### 2.1.1 接收节点主程序

系统上电以后,接收节点先进行初始化设置。初始化的内容包括给相应的字符名称赋值,打开中断,等待中断响应。当中断响应后,单片机进入相应的中断服务程序,接收来自所有监测节点的序列号信息,计算出每个节点的位置并存储,再计算出到达每个监测节点的路径,向监测节点发送温度测试指令,等监测节点接收到完整数据后,将接收节点置接收方式,准备接收测得的数据。在接收节点接收完监测节点上传的数据后,根据中断指令进行显示,保持一段时间以后,向第二个监测节点发送温度测试指令。按此顺序循环,直到所有监测节点的温度被显示。其流程图如图 6 所示。

#### 2.1.2 监测节点主程序

监测节点主程序开始后首先进行初始化设置。初始化的内容包括给相应的字符名称赋值,设置串口通信参数。然后开始发送自己的序列号,接收其他节点的序列号组,如果其中不包含自己的序列号,则转发;若包含,

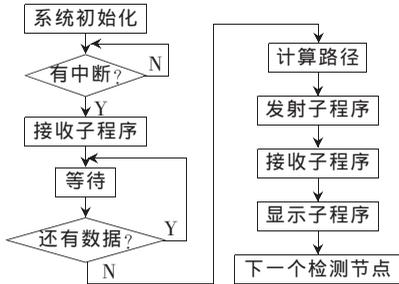


图6 接收节点主程序流程图

则不发。进入睡眠模式,直到收到接收节点的温度测试指令,开始向 DS18B20 发初始化脉冲,然后发送 skipROM 命令,执行温度的检测;然后将测得的数据发送给接收节点,复位中断返回,准备进行新的测试。其流程图如图 7 所示。

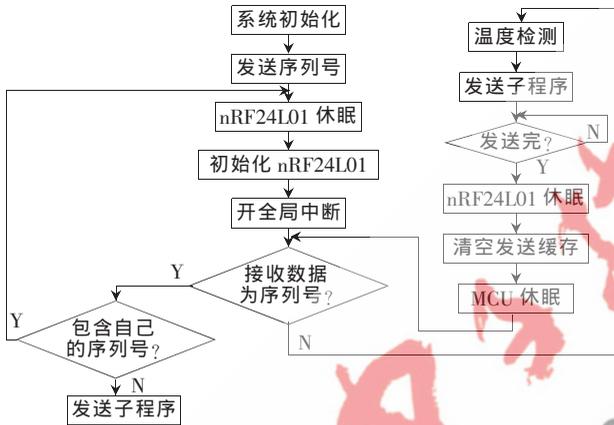


图7 监测节点主程序流程图

## 2.2 温度采集程序设计

系统温度采集通过 DS18B20 实现,温度数据的读写全在一根 I/O 线上完成,其时序有着严格的要求,包括初始化时序、读时序和写时序<sup>[3]</sup>。部分流程图如图 8 所示。

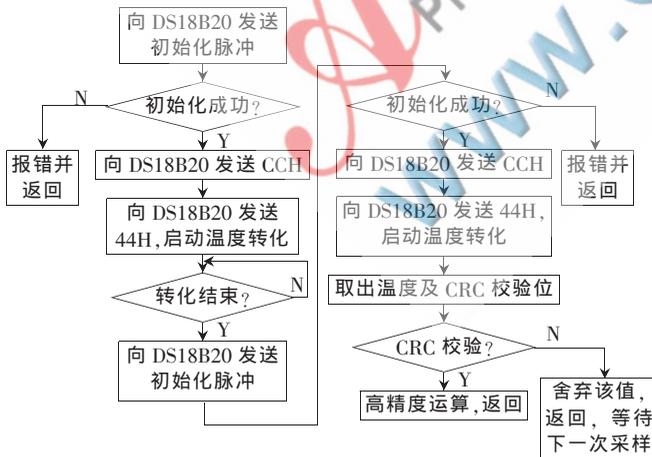


图8 DS18B20 温度检测部分流程图

## 2.3 无线传输程序设计

无线传输通过 nRF24L01 无线收发芯片实现。为使系统程序编制更加简单且稳定性高,在设计中使

nRF24L01 工作于 Enhanced ShockBurst™ 收发模式下。ShockBurst™ 的配置字使 nRF24L01 能够处理射频协议,在配置完成后,在 nRF24L01 工作的过程中,只需改变其最低一个字节中的内容,就可以实现接收模式和发送模式之间切换,流程图如图 9、图 10 所示。

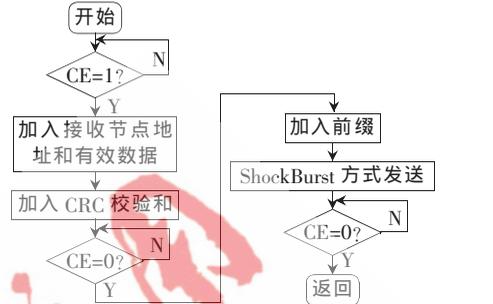


图9 nRF24L01 发送流程图



图10 nRF24L01 接收流程图

本系统经实验室测试,取得了很好的效果且具有一定的实用性。传感器节点间无障碍传输距离基本可达到 50 m 左右,当距离小于 10 m 时有很强的抗干扰能力,且温度数据可完成多跳传输,准确无误地到达接收节点。

参考文献

- [1] 王雪.无线传感网络测量系统[M].北京:机械工业出版社,2007:1-13.
- [2] 求是科技.单片机典型模块设计实例导航[M].北京:人民邮电出版社,2004:166-171.
- [3] 汤竞南,沈国琴.51 单片机 C 语言开发与实例[M].北京:人民邮电出版社,2008:138-143.
- [4] 曾勇,杨涛,冯月晖.基于 nRF24L01 的超低功耗无线传感器网络节点设计[J].电子技术应用,2008,34(7):45-48.
- [5] 求是科技.单片机通信技术与工程实践[M].北京:人民邮电出版社,2005:317-328.

(收稿日期:2012-02-13)

作者简介:

余东,男,1976 年生,硕士,讲师,主要研究方向:单片机应用技术开发,网络通信。

胡中玉,女,1981 年生,硕士,讲师,主要研究方向:信号分析,电路设计,单片机自动控制。