

基于无线通信技术的多点动态温度测控系统

陈亮甫, 韩玉杰, 徐凯宏

(东北林业大学 机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 设计了基于无线通信技术的多点温度测控系统, 阐述了系统的具体实现原理和方法。系统下位机以 P89LPC938 单片机为核心, 采用单总线的数字温度传感器 DS18B20 对水温进行多点监测, 并采用无线收发模块 nRF905 发送数据; 上位机利用无线收发模块 nRF905 接收数据, 并通过 RS-232 串口传给 PC 机进行实时监测。实验结果表明: 该系统不仅实现了多点、动态的水温监测, 还实现了数据的无线传输, 有效地缩短了现场安装和调试时间, 提高了测控系统的稳定性。

关键词: 单片机; 数字温度传感器; nRF905; 多点测温; 无线传输

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1000-9787(2011)02-0081-03

Multi-points dynamic temperature measurement and control system based on wireless communication technology

CHEN Liang-fu, HAN Yu-jie, XU Kai-hong

(College of Electromechanical Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: Based on wireless communication technology, a multi-points temperature measurement and control system is designed and implemented. The principle and implementation of this system are illuminated in detail. The lower computer uses P89LPC938 single chip microcomputer as the core, the water temperature is measured in multi-points by using one-wire bus digital temperature sensor DS18B20. The datas are transmitted through the wireless receiving and sending module nRF905; the upper computer received the data by the module nRF905 and the data is transmitted to PC through RS-232 series. The experimental results show that the system can not only measure and control water temperature in multi-points dynamically, but also realize data transmission by wireless communication technology. It reduces the installation and debugging time effectively and improves the stability of the control system.

Key words: single chip microcomputer; digital temperature sensor; nRF905; multi-point temperature measurement; wireless transmission

0 引言

温度是实际应用中使用的最多的参数之一, 温度检测已被广泛用于工农业生产、科学研究等领域^[1]。而传统的测温方法是针对单个点的温度测控, 但在一些特殊的现场控制中, 由于环境因素, 必须对多个点进行温度测控, 而且采用传统的线缆传输数据, 则会导致现场布线太多。针对以上问题, 本文设计了以数字温度传感器^[2] DS18B20 进行多点温度监测, 以 P89LPC938 单片机为核心的测控系统, 并利用 nRF905 射频收发芯片实现了数据的无线通信。

1 系统构成与原理

系统主要由一个上位机模块和若干个下位机模块组成, 系统的结构框图如图 1 所示。

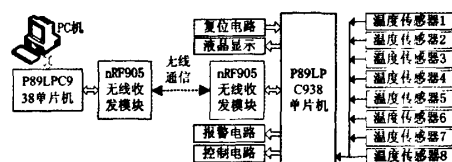


图 1 系统结构框图

Fig 1 Block diagram of system structure

上位机模块包括 PC 机、单片机及接收模块, 主要完成上传采集数据的实时处理和显示。下位机模块主要包括水域内的多点温度采集电路、液晶显示电路、报警电路和输出控制电路。上位机模块和下位机模块间采用无线收发模块 nRF905 以射频方式进行数据交互。PC 机与单片机采用串

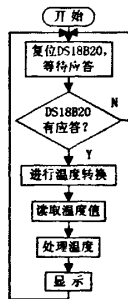


图 5 温度采集和显示程序流程图

Fig 5 Flow chart of temperature collecting and displaying
CE 和 TX_EN, 激发 nRF905 的 ShockBurst TM 发送模式; 射频寄存器自动开启, 数据包 (加字头和 CRC 校验码) 并发送数据包; 如果 AUTO_RETRAN 被置高, nRF905 将连续重发数据包, 直到 TRX_CE 被置低; 当 TRX_CE 被置低, nRF905 发送过程完成, 自动进入待机模式。其具体流程图如图 6 所示。

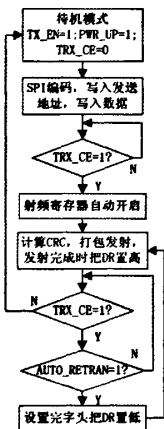


图 6 发送数据流程图

Fig 6 Flow chart of transmitting data

2) 接收数据

单片机将 TX_EN 置高、TRX_CE 置低, 过 650 μ s 后, 则进入接收模式。当 nRF905 发现和接收频率相同的载波时, 将 CD 置高; 当接收到的数据发送地址和自己地址匹配时, 则 AM 置高, 并通知该数据是发给自己的; 对数据的 CRC 进行校验, 如果正确, 则去除字头、地址和 CRC 校验位, 将数据保存在接收数据寄存器 RX_PAYLOAD, 同时, DR 信号置高, 通知控制器读取数据; 然后, 单片机将 TRX_CE 置低, 进入省电模式再通过 SPI 口将数据读出来, 当数据都读完后, nRF905 将 AM 和 DR 重新置低。此时, nRF905 可以进入 ShockBurst RX, ShockBurst TX 或 Powerdown 模式。接收数据流程图如图 7 所示。

3.3 主程序设计

主程序主要完成对系统硬件电路的初始化, 设置单片

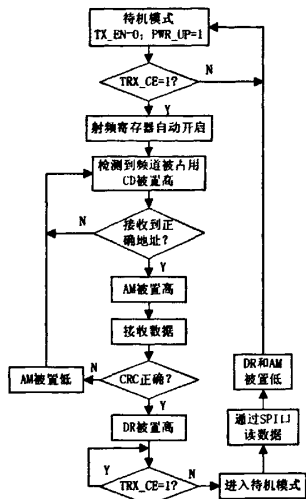


图 7 接收数据流程图

Fig 7 Flow chart of receiving data

机的工作方式以及 nRF905 的通信状态。在系统中主要负责管理和调用各部分子程序。

1) 上位机主程序

上位机主要包括接收 PC 机指令, 向下位机传输数据并接收下位机上传的信息, 并根据此信息执行相应的操作。另外, 在 PC 机上, 利用 Visual C++ 6.0 编写一个数据终端显示应用程序, 使之能够实时显示上位机接收到的数据。

2) 下位机主程序

下位机主程序主要完成对水域多点温度的采集、处理和显示, 并执行相应的报警指令和输出控制指令。

4 实验测试与结果分析

将温度传感器放入温度范围为 0~50 $^{\circ}$ C 的水域中, 进行测温。在 PC 机上观察到的实时温度曲线图如图 8 所示。

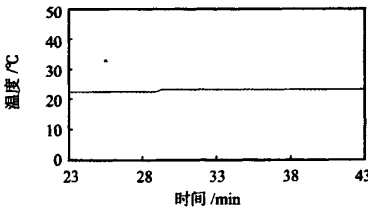


图 8 温度实时曲线

Fig 8 Temperature real-time curve

此外, 将系统的 5 组温度传感器放入水中, 将该系统的测量值与标准温度计测得的温度值进行对比^[7], 如表 1 所示。

传感器所测的温度值与温度计所测的温度值并不完全相等, 相差约为 0.2 $^{\circ}$ C, 这表明存在一定的误差, 通过分析, 主要由于电源电压波动、输出控制电路与外界干扰等带来的影响。

(下转第 87 页)

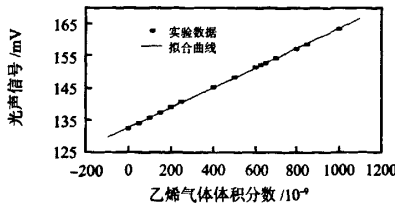


图8 乙烯气体体积分数与光声信号关系

Fig 8 relation curve of ethylene volume fraction and photo-acoustic signal

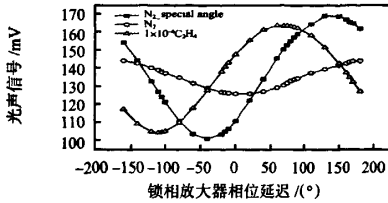


图9 改变入射角度使激光碰到光声腔内壁时的
光声信号与检测相位关系

Fig 9 Relation curve of test phase and photo-acoustic signals after change the incident angle so that when the laser hit photoacoustic cell wall

一定延迟与气体光声信号叠加的结果,从而造成了光声信号峰值相位随检测气体体积分数的变化而变化。

本文设计的光声腔窗口中心到声过滤器的距离为1.74 cm,声过滤器长度为3 cm,谐振腔长度6 cm,所以,窗口中心到谐振腔中心的距离为8.74 cm,而在谐振频率处声波波长12 cm。所以,窗口处到谐振腔中心的相位延迟应该为 $\phi = 8.74 \text{ cm} / 12 \text{ cm} \times 360^\circ = 232.2^\circ$,而根据实验的数据结果,光声信号的峰值相位为 70° ,而窗口固体光声信号的峰

值相位为 -160° ,则二者相位延迟为 230° ,与理论计算的结果基本相同。以上分析也证明了光声信号的相位延迟是由于光声信号产生的位置不同而引起的。

4 结论

1) 仅检测光声信号峰值的方法不可取。特别是在低气体体积分数测试时,信号和测试气体体积分数不是单值函数。

2) 双腔体测量或者单腔体测量后扣除本底信号所测得的光声信号其灵敏度是最高的。而单一腔体测量光声信号时,固定到合适的检测相位,也可以提高光声探测的灵敏度。

根据本文对光声信号和相位延迟关系的研究,提出了小型化光声腔设计的思路,即调整窗口到声过滤器之间的距离,使窗口到谐振腔中心的距离为半波长的奇数倍,或四分之三个波长,这样检测到的谐振腔内气体吸收红外光产生的光声信号会最大,使系统有最佳的灵敏度。

参考文献:

- [1] Kreuzer L B, Patel C K N. Nitric oxide air pollution; Detection by optoacoustic spectroscopy [J]. Science, 1971, 173 (3991): 45.
- [2] Ellen L H, David A H, Paul M P. Development of a MEMS-scale photo-acoustic chemical sensor using a quantum cascade laser [J]. IEEE Sensor Journal, 2010, 10: 572-577.
- [3] Morse P M, Ingard K U. Theoretical Acoustics [M]. New York: McGraw-Hill Inc, 1986: 467-491.
- [4] Paul M P, Ronald G P, Samara L F. Miniature photoacoustic chemical sensor using micro-electro-mechanical structures [J]. Chemical and Biological Sensing V, 2004, 5416: 42-53.

作者简介:

李俊(1984-),男,山东莱西人,硕士研究生,主要从事光声气体传感器的研究。

(上接第83页)

表1 系统的测量值与温度计测得值

Tab 1 Results measured by system and thermometer

温度计(℃)	20.1	21.3	22.7	23.4	24.6
A(℃)	20.3	21.5	22.6	23.1	24.5
B(℃)	20.3	21.4	22.8	23.4	24.7
C(℃)	20.1	21.0	22.6	23.6	24.4
D(℃)	20.0	21.2	22.5	23.5	24.6
E(℃)	20.1	21.3	22.7	23.2	24.5

5 结论


该多点动态温度测控系统,解决了传统的多点检测时造成的安装导线过多,温度调节过于繁琐,信号传输受距离限制,实时监测和动态控制较难实现等问题,采用无线传输代替导线传输,避免了导线内阻和分布电容的影响,环境温度对导线的影响以及环境的电磁干扰等。此外,本系统还实现了在PC机上对温度的实时监测,系统稳定性高,易于扩展,具有很好的灵活性。

参考文献:

- [1] 李金凤,葛良全,吴建平,等.基于单总线的智能多点测温系统设计[J].传感器与微系统,2007,26(11):97-98.
- [2] 张广明,司栋森.一种新型单总线数字温度传感器的特性与应用[J].计算机测量控制,2003,11(4):318-320.
- [3] 龚建伟,熊光明. Visual C++/Turbo C 串口通信编程实践[M]. 北京:电子工业出版社,2004:147-167.
- [4] 杨光松.基于NRF905的无线温度数据采集系统[J].数采与监测,2008,24(8):104-106.
- [5] 郑长征,毛哲,谢兆鸿.基于nRF905的粮库无线测温系统[J].电子设计,2007,23(2):284-285,304.
- [6] 黎步银,沈茂盛,黄兆祥,等.基于单片机S3F9454多通道温度检测模块的设计[J].仪表技术与传感器,2009(11):59-61.
- [7] 蒲正刚,张禾.无线温度采集系统[J].西南石油学院学报,2006(1):88-90.

作者简介:

陈亮甫(1985-),男,山西原平人,硕士研究生,主要研究方向为智能检测与控制。

作者: 陈亮甫, 韩玉杰, 徐凯宏, [CHEN Liang-fu](#), [HAN Yu-jie](#), [XU Kai-hong](#)
作者单位: 东北林业大学机电工程学院, 黑龙江, 哈尔滨, 150040
刊名: [传感器与微系统](#) 
英文刊名: [TRANSDUCER AND MICROSYSTEM TECHNOLOGIES](#)
年, 卷(期): 2011, 30(2)

参考文献(7条)

1. 李金凤;葛良全;吴建平 [基于单总线的智能多点测温系统设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#) 2007(11)
2. 张广明;司栋森 [一种新型单总线数字温度传感器的特性与应用](#)[期刊论文]-[计算机测量与控制](#) 2003(04)
3. 龚建伟;熊光明 [Visual c++/Turbo C串口通信编程实践](#) 2004
4. 杨光松 [基于NRF905的无线温度数据采集系统](#)[期刊论文]-[数采与监测](#) 2008(08)
5. 郑长征;毛哲;谢兆鸿 [基于nRF905的粮库无线测温系统](#) 2007(02)
6. 黎步银;沈茂盛;黄兆祥 [基于单片机S3F9454多通道温度检测模块的设计](#)[期刊论文]-[仪表技术与传感器](#) 2009(11)
7. 蒲正刚;张禾 [无线温度采集系统](#)[期刊论文]-[西南石油学院学报](#) 2006(01)

本文读者也读过(7条)

1. 朱国忠. 李洪涛. 潘敏. 雷声. [ZHU Guo-zhong. LI Hong-tao. PAN Min. LEI Sheng 电子鼻温度控制系统的设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#)2011, 30(2)
2. 陈娜娜. 周益明. 徐海圣. 杨祥龙. [CHEN Na-na. ZHOU Yi-ming. XU Hai-sheng. YANG Xiang-long 基于Zig Bee与GPRS的水产养殖环境无线监控系统的设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#)2011, 30(3)
3. 罗宾. 仇芝. 杜坚. [LUO Bin. QIU Zhi. DU Jian 石油井架结构无线应变传感器的设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#) 2010, 29(6)
4. 常波. 张新荣. 胡荣林. [CHANG Bo. ZHANG Xin-rong. HU Rong-lin 基于WSNs的大型楼宇空气质量监测系统设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#)2011, 30(3)
5. 陈建明. 张彬. [CHEN Jian-ming. ZHANG Bin 低功耗无线传感器能量供应装置的探索](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#) 2010, 29(11)
6. 龚发根. 汪炜. 秦拯. [GONG Fa-gen. WANG Wei. QIN Zheng 基于Zig Bee无线传感器网络的工业废气监控系统](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#)2011, 30(1)
7. 陈良柱. 滕召胜. 杨敏. [CHEN Liang-zhu. TENG Zhao-sheng. YANG Min 基于DSP的电子天平称重单元设计](#)[期刊论文]-[传感器与微系统](#)2011, 30(2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_cgqjs201102026.aspx