

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.06.016

军队仓库仓储环境无线监测系统

李建海, 苏学军, 孙艳丽, 凌云峰

(海军航空工程学院 基础实验部, 山东 烟台 264001)

摘要: 针对军队仓库信息化管理的需要, 提出一种基于单片机和 RFID 技术的仓储环境无线监测系统。该系统由监控中心和多个远程监测单元组成, 单片机作为控制核心, 采用单总线数字温、湿度传感器 DS18B20 和 DHT11 测量温湿度, 通过无线收发模块实现数据传输。与有线控制方式相比, 具有扩展性强、使用方便、硬件成本低等优点。

关键词: 仓储环境; 无线监测; 单片机; 单总线传感器

中图分类号: TP273 **文献标志码:** B

Wireless Monitoring System for Military Warehouse Environment

Li Jianhai, Su Xuejun, Sun Yanli, Ling Yunfeng

(Dept. of Basic Experiment, Naval Aeronautical & Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract: Aiming at the requirement of the informationization managements of military warehouse, a wireless monitoring system of warehouses environment based on SCM and RFID is proposed. The system includes monitor center and several long-distance monitoring units. The SCM is taken as the core of monitor center and units. The single line digital temperature sensor DS18B20 and humidity sensor DHT11 are used to measure temperature and humidity, data is transmitted by wireless transmission module nRF2401. Compared with the wired control method, it has the advantages of strong expandability, simple operation and low cost.

Keywords: warehouse environment; wireless monitoring; SCM; single line digital sensor

0 引言

军队仓库是储备、保管、供应部队装备物资的重要基地, 其仓储环境对武器装备具有重要影响。在当前推进信息化建设, 发展科学化保障观的背景下, 采用先进的管理手段对于提高仓库器材保障科学化水平和信息化程度具有十分重要的意义。射频识别 (radio frequency identification, RFID) 是集计算机技术、信息采集处理技术、无线电数据传输技术、网络数据通信技术和机械电子自动控制技术等多学科综合应用为一体的自动化控制系统^[1]。RFID 技术已成功应用于美军军物流中, 取得了可观的军事和经济效益, 其他如英国、法国等国家的军队也开始把 RFID 推广应用于军物流。目前, 我国军物流已进入 RFID 技术尝试阶段, 建立了

许多试点单位^[2]。现阶段, 我军武器装备仓库管理主要还是依靠人工进行, 已不能适应武器装备管理的信息化和自动化要求^[3]。武器装备仓库管理涉及到很多方面, 笔者就武器装备的仓储环境监测问题, 提出了一种基于单片机和无线收发模块的仓储环境无线监测系统。

1 系统结构组成

如图 1, 系统主要由监控中心和多个远程监测单元构成。监控中心作为上位机, 负责管理各个监测点的环境信息, 并将数据处理后输出到液晶模块进行显示, 同时根据环境实际情况驱动环控设备调整环境状况。监测单元作为下位机, 放在仓库的各个监测点测量温度、湿度信息, 并通过无线收发模块与上位机进行数据通信。

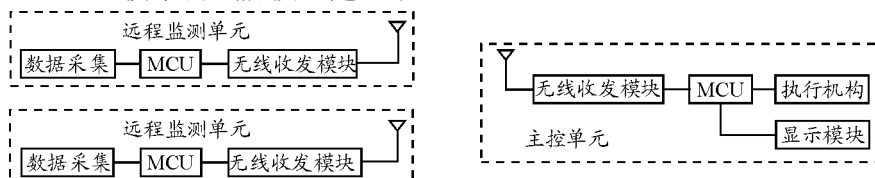


图 1 系统总体结构

2 硬件设计

2.1 远程监测单元硬件设计

远程监测单元主要由温度、湿度信息采集模块、

AT89S51 单片机系统、无线收发模块等组成, 主要功能是采集各监测点的温度、湿度, 并通过无线传输方式把数据上传到上位机。

美国 DALLAS 半导体公司生产的 DS18B20 型

收稿日期: 2011-01-06; 修回日期: 2011-03-09

作者简介: 李建海 (1976—), 男, 内蒙古人, 硕士, 讲师, 从事电工电子技术和计算机测量与控制研究。

单线智能温度传感器, 属于新一代适配微处理器的智能温度传感器, 与其它温度传感器相比, DS18B20 具有以下特性: 1) 采用独特的单线接口技术, 与微处理器相连仅需一根端口线即可实现双向通讯, 占用微处理器的端口较少, 可接收大量的引线 and 逻辑电路; 2) 使用中不需要任何外围电路, 全部传感元件及转换电路都集成在形如一只三极管的集成电路内; 3) 测温范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$, 精度可达 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 可编程 9~12 位 A/D 转换精度, 测温分辨率可达 0.0625°C , 可实现高精度测温; 4) 测量结果直接输出数字温度信号, 同时可传送 CRC 校验码, 具有极强的抗干扰纠错能力; 5) 支持多点组网功能, 多个 DS18B20 可挂在总线上, 实现组网多点测温; 6) 适应电压范围宽: $3.0\sim 5.5\text{V}$, 在寄生电源方式下可由数据线供电。DS18B20 与单片机连接如图 2^[4]。

采用单总线温湿度传感器 DHT11 测量湿度, 其湿度测量范围: $20\%\sim 90\%\text{RH}$, 测量精度: $\pm 5\%\text{RH}$, DHT11 与单片机连接如图 3^[5]。

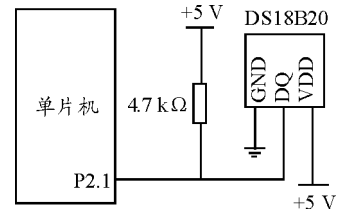


图 2 DS18B20 与单片机连接图

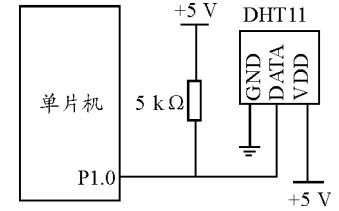


图 3 DHT11 与单片机连接图

2.2 监控中心硬件设计

监控中心主要由 AT89S52 单片机系统、无线收发模块、显示电路、执行部件驱动电路及电源等组成, 无线收发电路如图 4。

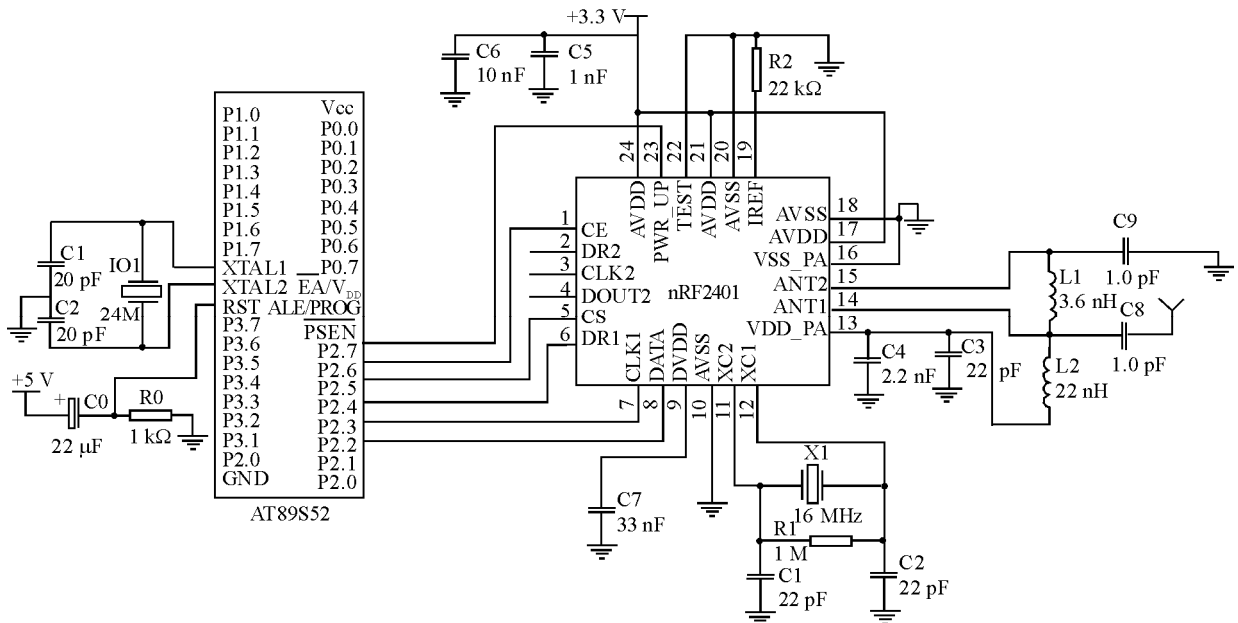


图 4 无线收发原理图

nRF2401 是一个单片集成接收、发射器的芯片, 工作频率范围为全球开放的 2.4 GHz 频段。它内置了先入先出堆栈区、地址解码器、解调处理器、GFSK 滤波器、时钟处理器、频率合成器, 低噪声放大器、功率放大器等功能模块, 需要很少的外围元件, 使用起来非常方便^[6-8]。发射功率、工作频率等所有工作参数全部通过软件设置完成。尤其在 Shock Burst TM 收发模式(另一种为直接收发)下, 使用片内的先入先出堆栈区, 数据低速从微控制器送入, 但高速(1 Mbps)发射, 可以尽量节能, 因此, 使用低速的微控制器也能得到很高的射频数据

发射速率, 数据在空中停留时间短, 抗干扰性强。nRF2401 的内部原理及外部组成如图 5。

各引脚具体功能如下: VSS_PA、VSS 为参考接地端; VDD 为电源端, 范围 $1.9\sim 3.6\text{V}$; VDD_PA 为功率放大+1.8 V 电源输出端; ANT1、ANT2 为天线接口端; XC1、XC2 为晶振端; IREF 为参考电流端, 通过 $22\text{k}\Omega$ 电阻接地; PWR_UP 为上电端; CE 为工作状态使能端; CS 为片选端, 控制器通过对 nRF2401 的 PWR_UP、CE 和 CS 引脚状态组合设置, 控制 nRF2401 的工作方式, 配置方式如表 1。CLK1、CLK2 为通道 1、2 时钟信号端, 由控制器

提供,在突发模式下,控制器在时钟上升沿由 DATA 引脚向 nRF2401 写入数据,在下降沿从 nRF2401 的 DATA 引脚读出数据;DR1、DR2 为通道 1、2 接收数据就绪信号端;DATA、DOUT 为通道 1、2 数据端,控制器与 nRF2401 由 CLK、DR 和 DATA 组成的三线接口交换传输的数据,通道 1 可接收和发送数据,通道 2 只能接收数据。nRF2401 的 DuoCeiver™ 技术为 RX 提供了 2 个独立的专用数字信道,因而可代替 2 个单独接收系统。

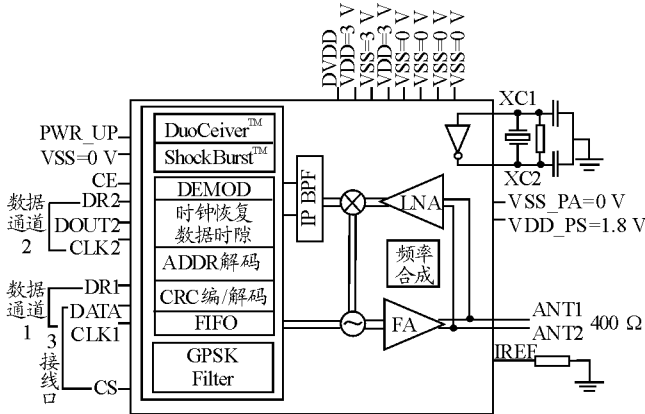


图 5 nRF2401 内部原理及外部组成图

表 1 nRF2401 的 4 种工作模式

模式	工作模式 (接收/发射)	配置 模式	待机 模式	掉电 模式
PWR_UP	1	1	1	0
CE	1	0	0	x
CS	0	1	0	x

系统中, nRF2401 通过 P2 口与单片机进行通讯,系统上电后,单片机通过 P2 口对 nRF2401 进行状态配置,若处于发射模式,单片机就把采集的数据通过 P2.2 送入到 nRF2401,当 P2.6 (CE) 信号从 1 变为 0 时, nRF2401 就把从单片机收到的数据以 1 Mbit/s 的速率发射出去,这就是系统采用的突发模式,而直接模式是 nRF2401 按单片机送出来的数据速率来发射,受单片机低速的影响会增加发送时间,致使功耗变大;若系统设为接收模式, nRF2401 就一致在监测天线上的信号,若有同频的信号就接收并打开信息包读取地址,地址与自己的相同就取出信息包的有用数据,并使 DR 信号为高电平通知单片机来取走。

由于 nRF2401 的供电电压范围为 1.9~3.6 V,而 AT89S52 单片机的供电电压是 5 V,为了使芯片正常工作,需要进行电平转换和分压处理。单电源供电时,采用 MAXIM 公司的 MAX884 芯片进行 5 V 到 3.3 V 电平转换,如图 6。

由于单片机输出的信号电压低,驱动功率小,

不足以驱动温控系统的高压、大功率的设备,设计采用固态继电器进行驱动。相对于“线圈—簧片触点式”继电器,固态继电器没有任何可动的机械零件,工作中没有任何机械动作,反应快、可靠度高、寿命长、无动作噪声、无火花,具有良好的防潮、防霉、防腐特性。根据温控系统的功率大小选取相应驱动能力的固态继电器。温控系统的电路如图 7,当负载为感性负载时,需要在继电器的输出回路中附加一个瞬态抑制电路来保护固态继电器,RC 吸收回路可以有效抑制固态继电器输出端的瞬态电压和电压指数上升率。

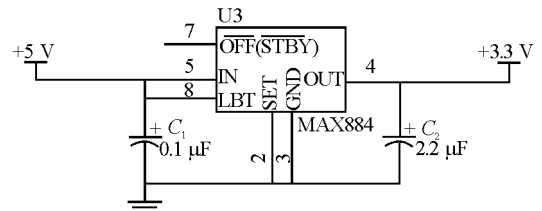


图 6 5 V 到 3.3 V 转换电路

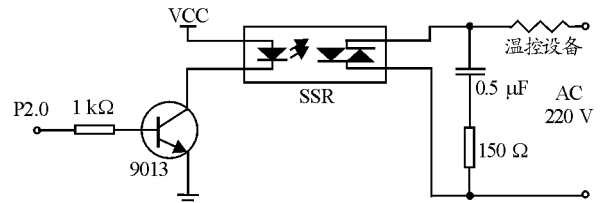


图 7 继电器温控电路

3 软件设计

3.1 通信协议

远程监测单元初始化后根据拨码开关的值确定当前监测单元的编号,监控中心通过识别该码值以识别不同监测单元的数据信息。为避免多个监测单元同时向主控单元发送数据,系统采用主从应答式通信方式,当检测到监控中心的指令后,启动发射数据程序。

系统采用无线双向通信方式监测仓库环境信息, nRF2401 在突发模式下的数据帧格式如图 8, PRE-AMBLE 为 4/8 位数据包头、ADDRESS 为接收通道硬件地址、PAYLOAD 为待发数据段、CRC 为 8/16 位数据校验段。发送数据时,控制器将数据写入 nRF2401,控制其将数据按帧格式打包无线发送;接收数据时, nRF2401 一旦检测到符合本机硬件地址的数据帧,便将数据帧解包,DR 信号置 1 提醒控制器读取数据^[6]。

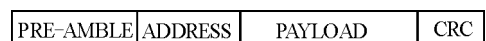


图 8 数据帧格式

3.2 程序设计

系统软件采用模块化设计思想, 采用汇编语言编程, 主要包括上电初始化程序、无线收发通信程序、数据采集程序等。笔者以无线收发通信程序为例进行介绍。

1) 远程监测单元程序设计

远程监测单元的程序流程如图 9, 系统上电时配置 nRF2401 状态字, 随后进入激活方式。当单片机收到主控单元发来的数据采集命令时, 检查地址信息, 若地址不符, 则丢弃命令, 继续等待命令; 如果地址符合, 则启动数据采集程序, 将采集的数据实时的发送出去, 之后进入等待状态。

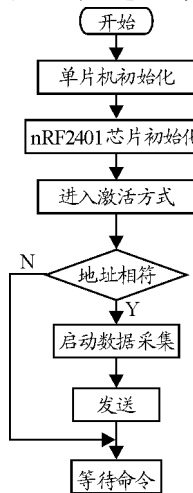


图 9 远程监测单元程序流程图

2) 监控中心程序设计

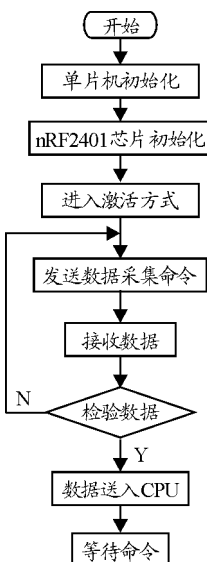


图 10 监控中心程序流程图

监控中心的程序流程如图 10, 系统上电时配置 nRF2401 状态字, 随后进入激活方式。系统定时发送数据采集命令, 然后置为接收状态等待数据包的到来。一旦接收到数据, (nRF2401 内部自动完成对

数据的地址以及 CRC 的校验), nRF2401 自动移去前缀、地址和 CRC 位, 将 DR1 引脚置高来通知 CPU。CPU 根据程序流程读取接收的有效数据, 当所有有效数据都取完后, nRF2401 将 DR1 置低。如果 CE 保持为高, 准备接收下个数据报; CE 为低, 则重新开始新的接收。

4 结束语

系统采用单片机、单总线数字温湿度传感器、无线收发模块 nRF2401 等实现军用仓库温湿度的自动监测, 克服传统上基于总线结构测控系统的布线繁多复杂、故障率高、维护扩展困难等不足, 具有工作稳定可靠、投资少和利于扩展等优点, 可满足军队仓库管理信息化建设的需要。

参考文献:

- [1] 冯彦辉, 季全忠, 冯金富, 等. RFID 技术在军用仓库信息化管理中的应用研究[J]. 航空计算技术, 2006, 36(5): 39-42.
- [2] 张宁, 雍岐东, 赵立. 基于 RFID 技术的军队油料仓库管理模式探讨[J]. 中国储运, 2009(2): 121-122.
- [3] 周宁, 姜增良, 蔚海龙. 基于 RFID 的武器装备仓库智能管理系统研究与设计[J]. 军事经济学院学报, 2008, 15(1): 78-79.
- [4] 王守中. 51 单片机开发入门与典型实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [5] 朱向庆, 陈志雄. 远程分布式温湿度实时监测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(1): 55-57.
- [6] 王晓红. 基于 nRF2401 的无线数据传输系统[J]. 太原师范学院学报, 2006, 15(1): 64-66.
- [7] 朱颖莉, 罗玉峰, 刘玉莹. 基于 nRF2401 的滚动轴承振动检测系统的设计[J]. 工矿自动化, 2009(8): 129-131.
- [8] 丁彦闯, 韦佳宏, 刘光哲. 基于 nRF2401 的分布式测温系统设计[J]. 电子测量技术, 2008, 31(12): 107-109.

(上接第 49 页)

- [4] Jacquet P., Muhlethaler P., Clausen T., et al. Optimized link state routing protocol for ad hoc networks[C]. in: Proceedings of the 2001 International Multi-Topic Conference(IEEE INMIC 2001). Lahore, Pakistan: IEEE, 2001: 62-68
- [5] Johnson DB, Maltz DA, Broch J. DSR: The dynamic source routing protocol for multiple wireless ad hoc networks. Ad Hoc Networking[M]. USA: Addison-Wesley, 2001: 139-172.
- [6] 张铭, 窦赫蕾, 常春藤. OPNET Modeler 与网络仿真[M]. 人民邮电出版社, 2007.
- [7] B.Crow, et al. Investigation of the IEEE 802.11 Medium Access Control (MAC) Sublayer Functions[J]. Proc. INFOCOM 97, Kobe, Japan, Apr. 1997.
- [8] Eric E. Johnson, Gary Anaya, Zibin Tang. Performance of the HF Token Protocol[J]. Klipsch School of Electrical and Computer Engineering. New Mexico State University. 2004. 08.
- [9] Mustafa Ergen, Duke Lee et.al. Wireless Token Ring Protocol[D]. University of California, Berkeley. 2001. 04.