

文章编号: 2095-2163(2021)08-0135-04

中图分类号: TP212.9

文献标志码: A

# 基于 ZigBee 的新型远程仓储监控系统研究

雷钦文<sup>1</sup>, 谢应广<sup>1</sup>, 郭晋远<sup>1</sup>, 彭石林<sup>1,2</sup>, 袁剑辉<sup>1,2</sup>

(1 长沙理工大学 物理与电子科学学院, 长沙 410114; 2 柔性电子材料基因工程湖南省重点实验室, 长沙 410114)

**摘要:** 现在大型仓储物流中货物存储的要求越来越严格,传统仓储系统已难以满足其日益增长的管理需求。为此本文研究设计了一种基于 ZigBee 的无人监管的新型智能可视化仓储监控系统,采用以 ZigBee 为网络核心模式,通过对系统的总体结构及软硬件进行探索性设计,成功实现了以各传感器为终端节点,通过上位机将仓储数据实时可视化智能显现,随时了解仓库环境状况。

**关键词:** 仓储监控; ZigBee; 传感器; 可视化

## Research on new remote warehouse monitoring system based on ZigBee

LEI Qinwen<sup>1</sup>, XIE Yingguang<sup>1</sup>, GUO Jinyuan<sup>1</sup>, PENG ShiLin<sup>1,2</sup>, YUAN Jianhui<sup>1,2</sup>

(1 School of Physics and Electronic Science, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China;

2 Hunan Provincial Key Laboratory of Flexible Electronic Materials Genome Engineering, Changsha 410114, China)

**[Abstract]** Now the requirements of goods storage in large-scale warehouse logistics are more and more strict, the traditional warehouse system has been difficult to meet its growing management needs. Therefore, a new type of unsupervised intelligent visual warehouse system based on ZigBee is designed and studied. Using ZigBee as the network core mode, through the overall structure and software of the system for exploratory design, successfully realized the sensor as the terminal node, through the upper computer to real-time visualization of the warehouse data intelligent display, at any time to understand the warehouse environment.

**[Key words]** warehouse monitoring; ZigBee; sensor; visualization

## 0 引言

随着现实世界中传感器的广泛部署,互联网技术逐渐渗透到物理实体世界中,越来越多的物理实体通过传感器连接到互联网中,实现信息共享,物联网在此背景下应用而生<sup>[1]</sup>。技术的进步能大大提高企业的竞争力,高效合理的仓储可以帮助厂商加快物资流动的速度、降低成本、保障生产的顺利进行,并可以实现对资源有效控制和管理<sup>[2]</sup>。以往传统仓储的仓储系统只能被动的适应环境,使得受储存的货物种类受到了极大地制约,现代化的仓储系统可以准确的监控室内的环境参数,从而完成设备的调控<sup>[3]</sup>。为了保证货物的质量以及延长存储时间,本文设计了一种基于 CC2530 的 ZigBee 无线传感网络,其网络的每个节点都可作为相邻节点的数据传输中转站,实时监控仓储室内的环境状况,通过上位机实现数据显示,通过电脑进行控制的智能环境仓储监控系统。

## 1 系统总体设计方案

仓储控制系统主要包括无线传感网络、命令接收平台以及远距离的控制中心。ZigBee 远程仓储监控系统的总体框架如图 1 所示。

(1)无线传感网络。主要是由各终端或者路由器组成,终端上连接各种传感器来采集环境数据,并定时将所采集的数据发送给命令控制平台;

(2)命令接收平台。主要是接收各个终端节点所采集到的数据,并把数据通过 RS232 串口传输给与之连接的电脑,还负责接收电脑上传过来的控制命令,并把消息发送给对应的终端;

(3)远距离控制中心。主要是负责接收收集平台传输的信息和发送管理人员的命令,将接收到的数据通过上位机显示,对相应的数据进行分类存储,管理人员可以在这里对仓储室内的环境进行实时监控和设备控制。

**基金项目:** 国家自然科学基金(61771076);湖南省自然科学基金(2020JJ4625)。

**作者简介:** 雷钦文(1996-),男,硕士研究生,主要研究方向:物联网无线控制;彭石林(1964-),男,博士,教授,主要研究方向:无线物联网技术及应用研究;袁剑辉(1962-),男,博士,教授,主要研究方向:微电子学与物理电子学。

**通讯作者:** 袁剑辉 Email: wdxjyh@163.com

收稿日期: 2021-06-06

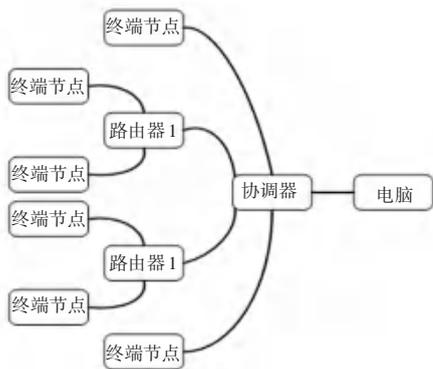


图 1 系统总体框架

Fig. 1 Overall framework of the system

## 2 系统硬件设计

### 2.1 系统芯片选择

系统主控芯片采用德州仪器公司生产的 CC253x 系列控制器—CC2530F256。该芯片使用 8051 内核，建立在适应 2.4GHz IEEE 802.15.4 标准协议上，CC2530F256 内置 RF 收发器，8KB 静态随机存储器<sup>[4]</sup>。256 闪存块和 18 个中断源的中断控制器，具有 21 个通用 I/O 引脚，5 通道 DMA，32kHz 的睡眠计时器等丰富的外设接口<sup>[5]</sup>。应用互联网和云端技术，通过传感器采集环境信息实时传递到控制中心，针对环境信息变化及时进行有效调节。其电路图如图 2 所示。

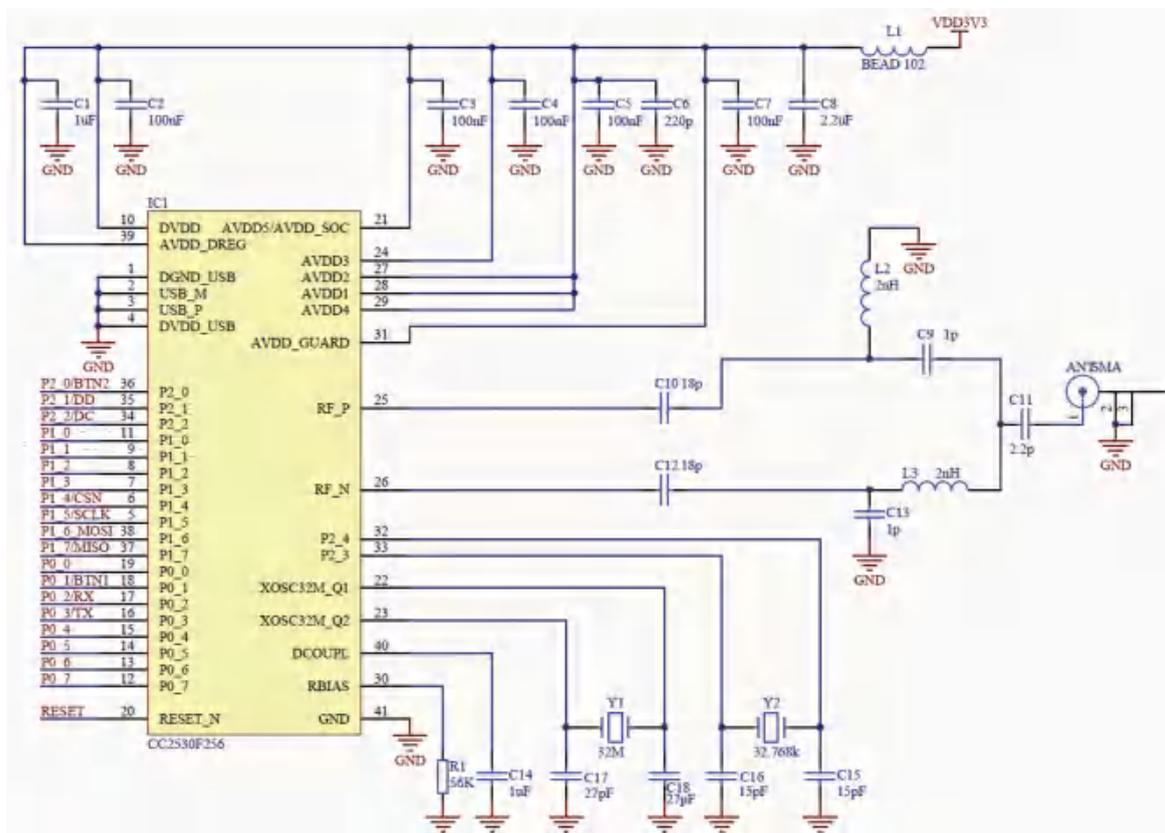


图 2 CC2530 电路图

Fig. 2 CC2530 circuit diagram

### 2.2 传感器节点设计

系统的硬件由传感器、协调器和上位机模块组成，传感器节点由低功耗的无线微控制器 CC2530 模块构成，其硬件结构如图 3 所示。

温湿度传感器模块：温湿度传感器采用 DHT11，其与 CC2530 通过单总线串行通讯，由 5 个字节组成数据格式<sup>[6]</sup>。DHT11 程序采用模块化编程思想，只需调用温度读取数据即可，方便且移植性好。当温湿度超过预设定的值时，蜂鸣器就发出报警，系统就会

触发相应的控制程序使室温恢复设定的范围。

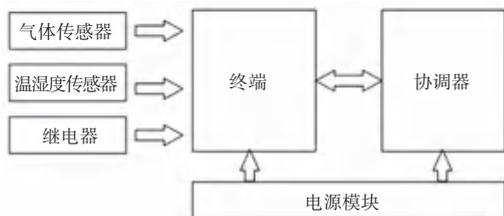


图 3 节点硬件结构图

Fig. 3 Node hardware structure

(1) 气体传感器模块: 采用 MQ-2, 不仅对液化气、丙烷、氢气的检测灵敏度高, 而且对天然气和其它可燃蒸汽的检测也很理想<sup>[7]</sup>。当空气中易燃易爆有害气体浓度超过设定值时, 气体传感器就会报警, 触发设定, 实施后续控制步骤。

(2) 风扇模块: 达到预设条件后, 通过继电器对风扇自动开关, 进行通风控制。

### 2.3 硬件平台设计

系统节点均采用模块设计方案。其主要特点是体积小、功耗低、抗干扰能力强, 特别是能建立强大的网络节点和完整的 ZigBee 解决方案<sup>[8]</sup>。无线传感网络主要是由 ZigBee 节点组成, 终端连接传感器和负责接收传输数据的协调器组成。终端分布式置于仓库各个地方, 以便收集室内环境的温度、湿度、气体种类及浓度等数据, 协调器放置在控制室内并和电脑串口相连。室内控制平台是用来直观展示数据的上位机, 其主要功能为解析串口数据、以图像化形式显示、并对网络运行情况进行监控, 遇到异常情况及时预警。

## 3 系统软件设计

本系统选择的开发环境是 IAR Embedded Workbench 平台。IAR 作为 ARM 的开发工具, 支持多种语言, 对不同芯片都具有较好的兼容性<sup>[9]</sup>。系统的软件设计包括控制协议的设计、无线传感网络设计、控制中心界面设计等。要保证数据的准确收发, 必须有合理的通讯协议, 从而简化管理中心和传感器终端节点的数据分析过程。

### 3.1 控制协议设计

若要通过串口使 PC 和协调器通信发送控制指令, 首先需要制定一套控制协议, 以便协调器解析, 所有控制指令都是一串具有特定格式的字符串。此协议定义了一个控制器能认识使用的消息结构, 而不管其是经过何种网络进行通信的。查询控制指令见表 1。

表 1 查询功能报文表

Tab. 1 Query function message table

报文组成单元	报文头	地址	功能码	校验码	结束位
字节数	1 字节	2 字节	1 字节	1 字节	1 字节
指令描述	3A	00 01	02	39	23

此协议规定了每个控制器须要知道其设备地址, 然后按地址发来的消息进行识别, 最后决定要产生何种行动。功能码的作用是用来让机器区分不同

的指令操作, 其描述见表 2。

表 2 功能码描述

Tab. 2 Function code description

功能码	描述
01	查询所有终端传感器数据
02	查询单个终端上所有传感器数据
08	控制终端上风扇的开关
0A	控制终端上的灯的开关

### 3.2 系统设计流程

所有节点先初始化系统, 然后协调器选择一个信道和网络 ID 负责建立网络, 广播发送入网信息, 当附近设备等待各个终端节点接收到信息加入网络<sup>[10]</sup>。定时发送查询命令, 收集各个传感器终端发过来的各种数据, 并对数据进行分析排序, 统一成预设命令的要求, 发送给命令控制平台, 再由控制平台通过串口发送给上位机, 上位机将数据转化、显示在控制中心。控制中心也可下发命令, 根据解析的命令发送给指定的终端执行对应的操作。具体的流程图如图 4 所示。

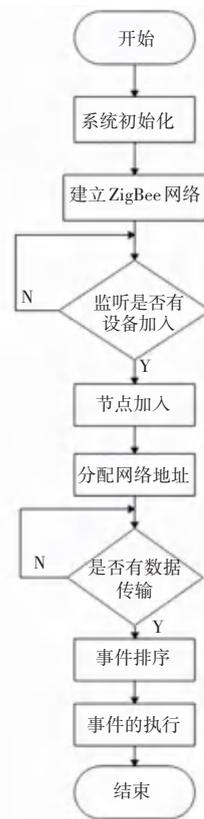


图 4 协调器节点流程设计

Fig. 4 Flow design of coordinator node

### 3.3 上位机界面设计

仓储智能控制中心是系统交互的中心, 控制中

心界面设计使用 VisualStudio2015。界面由用户管理、传感器节点管理、传感器节点监测构成。用户管理采用 MySQL 数据库,具有登录与注册功能,方便区分使用的管理人员。数据存储模块把传过来的数据整理后进行存储以便日后查看。上位机主界面如图 5 所示。



图 5 上位机主界面

Fig. 5 Main interface of upper computer

## 4 系统测试与分析

智能仓储环境监控系统实物如图 6 所示。最上面的节点为协调器,负责组网和与上位机进行串口通讯。下面的 3 个节点是终端,终端上的传感器分别有温湿度传感器 DHT11,气体传感器 MQ-2,还有控制风扇的继电器。



图 6 智能仓储远程控制系统实物图

Fig. 6 Physical diagram of intelligent warehouse remote control system

组网成功后通过智能仓储中心进行控制,经过测试系统温度、湿度显示正常,能随时监测仓库的环境参数,当温度超过预定值(如 15 °C ~ 20 °C)、湿度比例超过(50% ~ 70%),终端会将温度、湿度数据发送到协调器,智能控制中心会将设定值与传来的数

据对比。如当温度、湿度过高时,协调器发送指令,对应终端接收到指令后,打开风扇进行通风。气体异常监测测试时采用打火机对传感器测试,当系统检测到有害气体时,能迅速引起传感器电压变化,其信号由终端立刻发送到协调器,协调器上的蜂鸣器随之响起警报,最后经控制中心显示出来。灯光系统的控制由仓库智能监控中心管理,既能远程通过界面逐个开启,也能统一开关。

## 5 结束语

为充分利用 ZigBee 芯片低功耗、低复杂度、可靠性高的特点,本文设计了一种基于 CC2530 的新型无线智能仓储监控系统。结合实际仓储基本特征参数,采用 ZigBee 组网,通过控制仓库通风等手段,实时监控环境的温度、湿度、及环境中的常见易燃易爆有害气体。通过协调器建立的网络,将传感器收集的数据汇集到协调器,协调器通过串口将数据传输到上位机,以简洁的方式显示出来。经过实验测试,该系统响应迅速,通信可靠,可大大提高仓储环境的安全性,并能有效监控环境信息,保障货物长期处于合适的存储环境。

## 参考文献

- [1] 李凯,李峰,张建民,等. 物联网时代地球空间信息学的应用与发展趋势研究[J]. 测绘地理信息,2020,45(5):78-83.
- [2] 房殿军. 仓储物流技术发展趋势分析[J]. 物流技术与应用,2020,25(6):90-95.
- [3] 杨建成. 云会计背景下企业仓储管理的优化探析[J]. 财会通讯,2018(4):108-111.
- [4] 宋玉港,樊桂菊,杜兆辉,等. 基于物联网的智能花卉培育系统[J]. 中国农机化学报,2018,39(2):78-82,88.
- [5] 蔡俊豪,曹广忠,彭业萍,等. 基于 CC2530 与 CC3200 的室内环境监测系统设计[J]. 现代电子技术,2019,42(10):71-74,78.
- [6] 张萍,胡应坤. 基于 ZigBee 和 OneNET 云平台的智能农业温控系统[J]. 物联网技术,2021,11(1):25-28.
- [7] 朱嵘涛,罗明璋. 基于 nRF24L01 和 IAP15W4K58S4 的粮仓环境监测系统的设计[J]. 现代电子技术,2017,40(18):66-69.
- [8] 张翔,谢应广,刘莉,等. 基于 Zigbee 客车车内环境系统的设计[J]. 智能计算机与应用,2020,10(6):128-130,134.
- [9] LEE Z H, WANG Y D. Design of Wireless Monitoring System for Electric Equipment Based on CC2530[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 644-650.
- [10] XIN Z, CHEN G, LI X, et al. Research on the ZigBee Network and Equipment Design Based on the CC2530 [J]. Sensors & Transducers, 2013(11):158.