

# 基于 ZigBee 的汽车轮胎压力监测系统设计\*

雷文礼<sup>1,2</sup> 袁君丽<sup>2</sup> 花静云<sup>2</sup>

(1. 西北工业大学电子信息学院 西安 710072; 2. 延安大学物理与电子信息学院 延安 716000)

**摘要:**设计了一种基于 ZigBee 的汽车轮胎压力监测系统。系统由汽车轮胎内部的数据采集发射模块和汽车驾驶室的数据接收显示模块组成,通过 ZigBee 无线传输方式进行通信,实现对胎压参数变化的实时监测。胎压监测系统采用 CC2430 作为数据通信模块,实现数据的发送与接收,具有低功率、低复杂度、组网灵活的特点,可以有效的避免因胎压变化造成的交通事故,提高汽车出行的安全性。本文设计的基于 ZigBee 的汽车轮胎压力监测系统,具有布设简单、使用灵活、系统稳定的优点,具有广阔的应用前景。

**关键词:**ZigBee; 压力监测系统; CC2430; 数据

**中图分类号:** TP27 TN91 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

## Design of tire pressure monitoring system based on ZigBee technology

Lei Wenli<sup>1,2</sup> Yuan Junli<sup>2</sup> Hua Jingyun<sup>2</sup>

(1. School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. School of Physics and Electronic Information, Yan'an University, Yan'an 716000, China)

**Abstract:** A kind of automobile tire pressure monitoring system based on ZigBee technology is designed in this paper. The system is composed of a data acquisition and transmitting module arranged in the inner of the automobile tire, and a data receiving and displaying module arranged in the automobile driving room. ZigBee wireless transmission way is used to communicate and monitor the tire pressure parameters in real-time. CC2430 is used as the data communication module in the tire pressure monitoring system, to achieve the sending and receiving data, which has the characteristics of low power, low complexity, flexible networking and can effectively avoid traffic accident caused by the tire pressure changes, and improve the safety of car travel. The automobile tire pressure monitoring system based on ZigBee in this paper has the advantages of simple layout, flexible use and stable which will has broad application prospects.

**Keywords:** ZigBee; pressure monitoring system; CC2430; data

### 1 引言

随着汽车产业的蓬勃发展,驾驶汽车出行已成为普遍现象,但由于驾驶时间过长,造成胎压、温度等参数不稳定变化,以至于引发燃烧、爆炸这样的不安全事故。据不完全统计,全国约有 30% 以上的不安全事故均由爆胎所引起,而高速公路上的比例已达 42%,一旦时速超过 160 km/h,

发生爆胎的死亡率近 100%。对胎压进行实时有效监测,避免汽车在高速行驶中发生爆胎事故,成为汽车安全行驶的必要保障<sup>[1]</sup>。

本文采用 ZigBee 无线传输技术组成胎压监测系统,实现轮胎处于高速旋转的情况下,将胎压参数定时通过无线网络传输到显示系统的功能,便于驾驶员及时掌握变化,避免不安全事故发生。

收稿日期:2016-07

\* 基金项目:国家自然科学基金项目(61379026)、陕西省科学技术研究发展计划项目(工业攻关)(2016GY-138)、陕西省教育厅科研计划项目(14JK1829)、延安市科学技术研究发展计划项目(2014KG-04)、2015 年国家级大学生创新创业训练计划项目(201510719283)资助

## 2 系统结构及工作原理

胎压监测系统由汽车轮胎内部的数据采集发射模块和汽车驾驶室的数据接收显示模块组成。胎压监测系统数据发射和接收之间采用 ZigBee 无线传输通信方式进行通信<sup>[2]</sup>, 结构如图 1 所示。

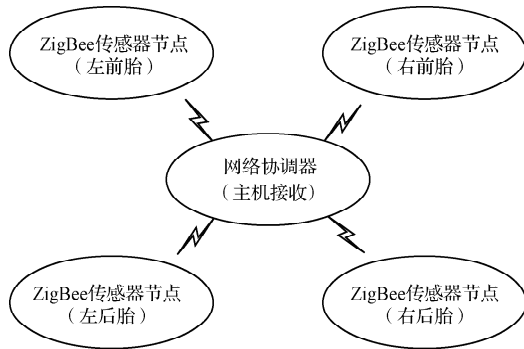


图 1 系统结构

其中安装在 4 个轮胎上的传感器节点作为精简功能设备节点(RFD), 用于监测轮胎压力、温度等数。安装在控制台上的主机接收节点作为全功能设备节点(FFD), 负责接收汽车轮胎压力数据, 并通过显示设备进行数据的实时显示, 在轮胎压力数据异常时, 负责实现报警功能。同时作为汽车轮胎压力监测系统的网络协调器, 负责无线网络的组网和整个网络的正常运行。

## 3 系统硬件电路设计

胎压监测系统数据采集发射模块由传感器模块、无线发射模块和电源等组成。传感器模块采集轮胎内部的压力信号, 并进行相应 A/D 变换, 从而获得轮胎压力数据; 无线发射模块的核心芯片 CC2430<sup>[3]</sup>, 作为处理器负责节点的操作并处理采集到的信息; CC2430 同时还作为射频收发器, 负责与主机间的无线通信、交换信息及发送数据; 电源模块一般使用微型电池, 如锂亚电池。胎压监测系统数据接收显示模块主要由显示模块、无线接收模块、预警模块和供电模块组成, 负责接收和显示发送来的参数值, 当胎压数据超出正常值范围时, 及时发出报警信号, 提醒汽车驾驶员<sup>[4]</sup>。系统组成模块如图 2 所示。

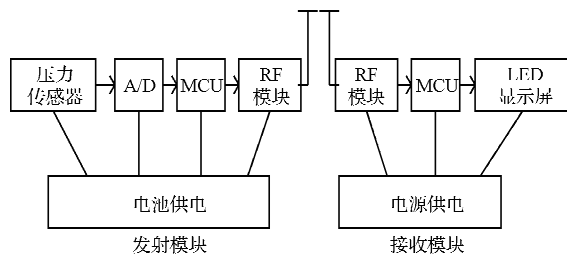


图 2 系统组成模块

### 3.1 采集模块

为实时对胎压变化情况进行检测, 通常将监测模块置于轮胎内部, 造成模块不方便拆卸、更换, 因而对模块的性能要求提高。本文中采用 ICS 公司的 87N 型绝压传感器来采集胎压信号, 汽车轮胎压力信号经 A/D 转换后, 进行发送、接收、显示等操作。87N 型绝压传感器是通过微加工技术制造的硅压阻式压力传感器, 具强稳定性、高精度等优点, 适用于汽车轮胎绝对压力测量与控制<sup>[5-6]</sup>。

选择大气压量程为 3 000 Pa 大小便能适用于各大小车辆轮胎性能的要求。主要参数如下:

量程: 0~3 000 Pa;

检测精度: 互换精度: 0.75%, 标定及补偿后可达到 0.1% fs;

过载能力: 大于等于 300% fs。

### 3.2 发射模块

CC2430 芯片是 Chipcon 公司生产的应用于 2.4 GHz 射频波段且满足以 ZigBee 技术为基础的 2.4 GHz 射频波段应用的系统单芯片, 采用直接序列扩频(DSSS)、O-QPSK 的调制方式<sup>[7]</sup>。CC2430 芯片电流损耗小, 当微控制器内核运行在 32 MHz 时, RX(收端)为 27 mA, TX(发端)为 25 mA。休眠模式下电流消耗只有 0.9  $\mu$ A, 在待机模式下电流消耗小于 0.6  $\mu$ A。发射模块的系统结构如图 3 所示。

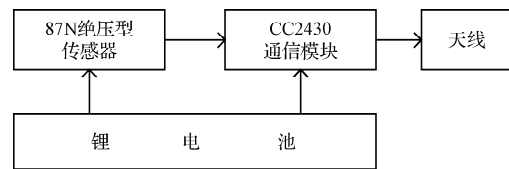


图 3 发射模块结构

### 3.3 接收模块

与发射模块核心相同, 接收模块的主要组成部分也是 CC2430 芯片<sup>[8]</sup>。接收数据则是发送数据的逆过程, CC2430 的接收器是基于低-中频结构之上的, 天线接收来自发射模块的射频信号, 实现主从机之间的无线通信; 通过低噪声放大器并经 I/Q 下变频处理变为 2 MHz 的中频信号。中频信号再经过滤波、放大、A/D 转换器变为数字信号。再经过自动增益控制, 数字解调扩散, 最终恢复出正确的数据。监测数据经由 LCD 显示屏显示出来, 当数据异常时, 报警电路报警。接收模块的系统结构如图 4 所示。

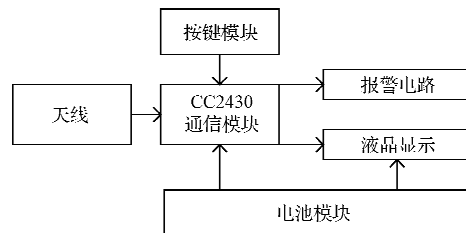


图 4 接收模块结构

## 4 系统软件主程序设计

### 4.1 发射模块软件设计

发射模块启动后,87N 压力传感器开始采集胎压信息,并将采集到的胎压信息,送至 CC2430 的键盘中断输入端,此时 CC2430 从休眠状态被唤醒。CC2430 开启正常工作模式后,完成初始化操作,并配置相关寄存器。先检测汽车当前行驶的加速度,如果加速度小于某个预设范围则表明汽车处于停止状态,系统将再次进入休眠状态。相反,如果加速度大于某个预设范围则表明汽车已经处于运行状态。系统通过 87N 传感器采集温度、压力数据后,利用阈值比较法,把当前取得的参数与寄存器中预设报警阈值进行比较,如果超出预设范围,说明数据发生异常,即刻向主机发出警报。若数据在预设范围,则开始进行组帧、编码,发送数据包到主机。数据发送成功后,CC2430 进入休眠状态,等待下一次唤醒信号的到来<sup>[9-10]</sup>。发射模块主程序流程如图 5 所示。

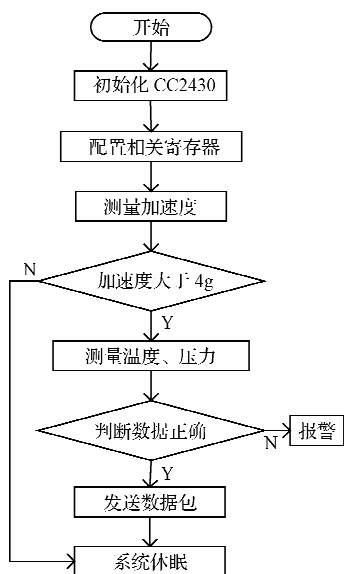


图 5 发射模块流程

### 4.2 接收模块软件设计

接收模块主程序流程如图 6 所示。

电源接通后开始运行,初始化接收器的 CC2430 芯片,开始配置相对应的寄存器,主机随后处于等候数据输入状态。每当接收到一个数据帧,主机将已接收的数据包中的信息与 EEPROM(电可擦可编程只读存储器)中的标准参数进行对比、判断,得出有效数据,写入 FLASH,再经 CRC 校验和轮胎 ID 判断出有效数据,最后送至液晶显示模块,显示当前数值。如果检测到的温度、压力值偏离正常值时发出报警,提醒驾驶人员。

本文模拟汽车轮胎在充气,放气和正常情况下对系统进行了测试,并与实际数据进行了对比,结果如表 1 所示。

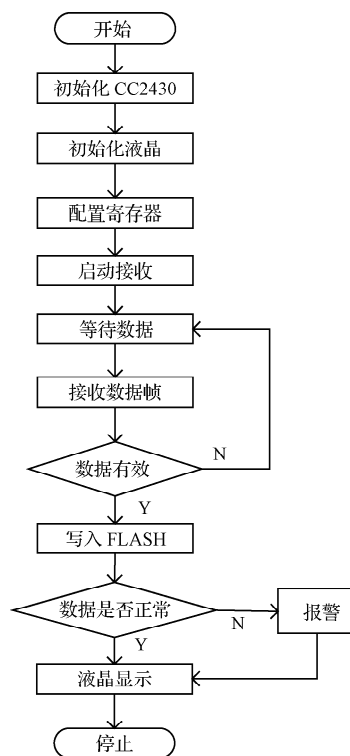


图 6 接收模块流程

表 1 测试结果

状态	本系统测试/bar	胎压测试表/bar	误差/bar
充气	2.2	2.2	0
放气	1.8	1.7	0.1
正常情况	2.4	2.4	0

由表 1 可知,本系统测得的汽车轮胎压力数据与实际数据基本相同,可以满足实际应用的需求。

## 5 结论

本文主要介绍了一种基于 ZigBee 的汽车轮胎压力监测系统。系统由汽车轮胎内部的数据采集发射模块和汽车驾驶室内的数据接收显示模块组成,通过 ZigBee 无线传输通信方式进行通信,实现对胎压参数变化的实时监测。ZigBee 技术的低功率、低复杂度、组网灵活的特点满足胎压监测系统的具体要求,从而较容易的实现了对轮胎内部状态的实时监控和异常报警功能。本文的设计方案较好地吻合了通信行业对胎压监测系统的设计要求,应用前景十分广阔。

### 参考文献

- [1] 王昊, 陈仁文. 基于 SP37 和 MSP430 的汽车轮胎压力监测系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014,

- 33(10):67-71.
- [2] 王浩,李玉,秘明睿,等.一种基于监督机制的工业物联网安全数据融合方法[J].仪器仪表学报,2013,34(4):817-824.
- [3] 滕学志,韦江波,王俊石,等.无源无线轮胎压力监测系统研究[J].农业装备与车辆工程,2014,52(4):32-36.
- [4] 方遒,杨福清.客车自主安全控制系统设计与研究[J].太原理工大学学报,2015,46(2):160-165.
- [5] 杨晰,闵云龙,沈强,等.基于MEMS压力传感器的外置式数字胎压监测系统[J].传感技术学报,2010(9):1347-1352.
- [6] 欧阳爱国,毕朋飞,肖文龙,等.轮胎滚动阻力精确测试方法研究[J].中国测试,2015,41(12):1-4.
- [7] 梁涛,杨伟达,徐冠楠,等.基于SP370的实用化胎压监测系统设计[J].自动化与仪表,2016,31(2):50-53.
- [8] 张起勋,邵承会,张忠元,等.3D四轮定位仪校准装置关键检测技术研究[J].仪器仪表学报,2014,35(9):1980-1988.
- [9] 张鉴,戚昊琛,杨文华,等.一种用于胎压监测的MEMS压力传感器设计[J].电子测量与仪器学报,2015,29(10):1424-1430.
- [10] 惠延波,李永超,王莉,等.外置胎压检测系统设计[J].电子测量技术,2016,39(5):178-181.

#### 作者简介

雷文礼,1982年8月出生,在读博士,讲师,主要研究方向为无线传感网络、人工智能、通信系统与终端设计。  
E-mail:lei.wenli@163.com

(上接第67页)

- [2] KOLIOS S, STYLIOS C, PETUNIN A. A WebGIS platform to monitor environmental conditions in ports and their surroundings in South Eastern Europe[J]. Environmental Monitoring & Assessment, 2015, 187(9):1-16.
- [3] HUANG R, HUANG J, JU N, et al. WebGIS-based information management system for landslides triggered by Wenchuan earthquake[J]. Natural Hazards, 2013, 65(3):1507-1517.
- [4] 吴志权,黄延刚,张春燕,等.基于WebGIS的雷电信息分析系统设计及实现[J].广东气象,2012,34(2):59-62.
- [5] 迟文学,庞文静,陈瑶,等.基于GIS雷电监测预报服务信息系统的研究[J].测绘科学,2009,34(增刊1):61-63.
- [6] 徐征,赵悦璇,刘冲,等.基于GIS的无线传感网架构及在轨道监测的应用[J].电子测量技术,2014,37(10):100-103.
- [7] 冯登超,袁晓辉.低空空域安全告警航图可视化研究进展[J].电子测量与仪器学报,2015,29(3):305-316.
- [8] 李永倩,赵丽娟,杨志,等.基于BOTDR的海缆3D立体监测系统设计与实现[J].仪器仪表学报,2014,35(5):1029-1036.
- [9] 骆东松,王毅.供热锅炉的现场数据Web发布系统[J].国外电子测量技术,2015,34(3):37-41.
- [10] 宁增琨,行鸿彦.新型闪电电场变化测量系统设计[J].中国测试,2015,41(3):78-81.
- [11] 王满意,刘朝顺.地面气候资料查询与分析系统的设计与实现[J].计算机工程与设计,2015,36(5):1348-1354.

#### 作者简介

胡月,1990年12月出生,硕士,主要研究方向为地理信息系统的应用与开发、机器学习等。  
E-mail:aimeicong@163.com

黎海涛,1972年出生,博士,副教授,主要研究方向为移动通信、移动互联网、物联网等。  
E-mail:lihaitao@bjut.edu.com