

汽车轮胎压力及温度监测系统应用设计与实现

胡善福

(黄冈职业技术学院, 湖北 黄冈 438002)

摘要: 随着经济的发展, 汽车已作为日常生活的必需品早已走入了寻常百姓家, 由汽车所引起的交通事故也日益严重。据统计其中由于轮胎故障引起的交通事故在交通事故中的比例高达46%, 因此人们对行驶中的汽车轮胎各种状况的关注度日益增加。汽车轮胎压力及温度实时检测技术, 是一种能切实有效地防止和减少由于轮胎引起的交通事故的方法。本文给出了一种基于单片机轮胎检测系统的设计方案, 能实时检测汽车轮胎的温度与压力, 能在轮胎温度及压力不正常时及时提醒驾驶员采取措施, 防止交通事故的发生。

关键词: 轮胎压力; 监测系统; 传感器; 单片机

中图分类号: U472.9

文献标识码: A

文章编号: 94047-(2016)01-038-06

由于经济的发展, 汽车的保有量不断增多, 车速不断提高, 引发的交通事故也在不断增多。据相关部门统计, 爆胎已经成为继酒后驾车、超速驾驶之后的第三个道路安全杀手, 占交通事故46%。汽车轮胎运动过程中, 其压力、温度都在大范围波动变化, 而且这些变化不易察觉, 很难预防, 当温度与压力超出安全范围就会引起恶性交通事故。导致轮胎故障的因素有很多, 如气压、温度频繁大范围波动、超载、车速太快、路况太差、长时间行车等, 而其中气压和温度变化影响最大。因此, 怎样及时检测轮胎运行压力、温度从而防止轮胎故障, 保证行车安全, 成为人们越来越关注的问题。汽车轮胎温度、压力在线实时检测系统(Tire Pressure Monitoring System, 简称TPMS)能实时检测轮胎的压力与温度, 帮助驾驶员防范行车风险, 是保证行车安全的理想工具。

1 系统总体方案设计

1.1 理论分析

保持气压的稳定, 让轮胎尽量工作在额定的安全气压下, 是汽车轮胎安全工作的前提条件, 因此在使用过程中胎压的大范围波动变化会直接引影响它的寿命, 严重的会引发安全事故。如图1所示, 为某型号的汽车轮胎胎压变化与轮胎寿命的关系变

化图。其中额定工作气压下的寿命为100%。从图上可以看出, 轮胎胎压过高或过低都对轮胎不利。

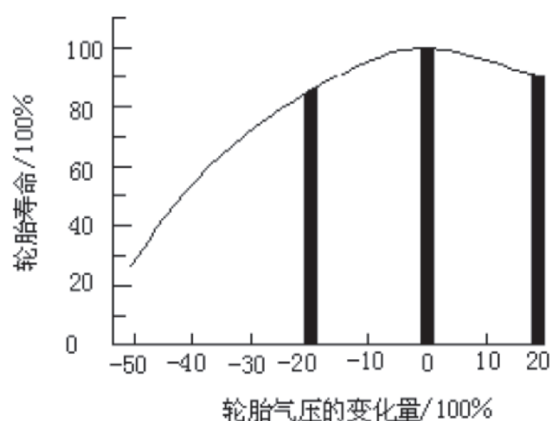


图1 充气压力对轮胎寿命的影响

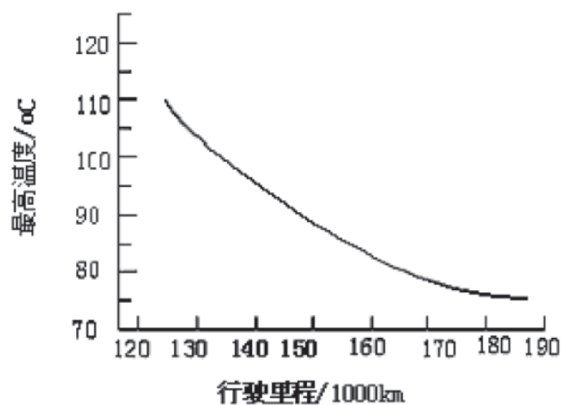


图2 轮胎最高温度与行驶里程的关系

收稿日期: 2015-12-20

基金项目: 科技项目“基于微控制器的智能软硬件集成系统研究与开发”(2012C2022118)

作者简介: 胡善福(1968—), 男, 湖北黄冈人, 黄冈职业技术学院教授, 硕士, 研究方向: 高职教育, 电子。

除气压外，温度对轮胎寿命的影响也非常大，如图2所示，为某型轮胎的温度变化与行驶里程之间的关系。从中可以看出，随着轮胎温度的升高，其行驶里程呈指数规律下降。可见，在驾车行驶过程中，轮胎温度过热、胎压过高和过低都会严重影响轮胎工作寿命。而且不正常的轮胎温度和压力之间可互相影响、恶性循环。胎压过低会导致轮胎与地面摩擦增加，加快轮胎老化，同时也导致温度快速升高；胎压过高，运动时在温度升高的影响下，会使胎压进一步升高，会导致爆胎事故。

若能在行车过程中在线实时检测、分析轮胎内部的压力和温度，当出现问题时提醒驾驶员采取相应措施将它们控制在安全的范围内，就会显著提高轮胎的使用寿命，减少恶性交通事故的发生，保证行车安全。

1.2 TPMS硬件系统方案设计

本系统由发射和接收两部分组成，发射部分有四个模块，分别安装在汽车的四个轮胎中，接收系统安装在驾驶员座舱内，可实时显示四个轮胎的温度与压力。发射系统和接收系统之间无线采用单工异步数字通信方式进行通信。系统设计方案如图3所示。

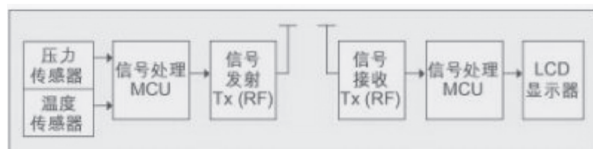


图3 系统总体方案图

该系统体积要小重量要轻，便于安装于车胎内；功耗要低，保证系统能长时间正常工作；抗干扰性能要强，保证能不被其它车的TPMS系统或其它车载设备干扰；发射有效距离控制在4~8米以内，距离过小信号无法到达接收端，距离过大会增加功耗，还会造成不同车辆之间的干扰。

1.3 TPMS硬件系统方案设计

整个软件架构主要由三个模块组成：初始化模块、传感器数据测量模块 (Measure_Data)、 RF发射模块 (SSI_Datagram)。这三个模块尽量做成函数包，方便移植和功能升级。

2 具体电路设计

2.1 发射系统设计

发射系统框图如图4所示，系统由测量轮胎内部压力、温度检测电路与信号放大电路、微处理器模块、射频发射模块等组成。工作过程是传感器将检测到的温度与压力信息转换为电信号，经放大器放大再转换为数字信号送给微处理器进行分析处理，最后经射频发射电路以电磁波的形式发射出去。

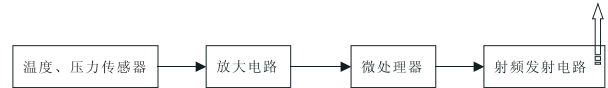


图4 发射系统框图

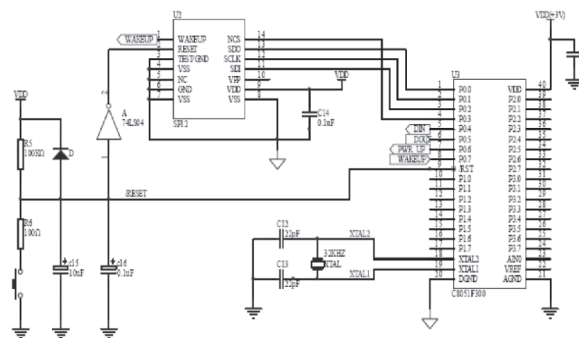


图5 发射系统电路

经过分析和比较，压力、温度测量单元采用英飞凌公司生产的轮胎压力传感器芯片SP12，微控制器采用沈阳新华龙公司的C8051F300单片机，发射单元采用是Nordic公司研制的单片UHF 无线收发芯片nRF401，发射系统的主要电路设计如图5所示。

2.2 传感器电路设计

SP12数字压力传感器芯片，基于MEMS技术来设计、生产的，集成了半导体压力及温度传感器，具有数字信号处理和电源管理器模块。为了增强胎压检测的精度及响应速度，传感器模块内还增加了加速度检测、电压检测、内部时钟、看门狗、模数转换、闪存及其它功能的数字信号处理单元。这使得TPMS传感器不仅能实时准确检测运动的轮胎压力和胎内温度的变化，还能实现传感器随汽车移动自动唤醒，停车时自动关机，实现节能功能。电源管理器确保系统实现低功耗，一节锂电池可以使用3年以上。SP12的测定值范围如表1所示。

表1 Sp12的测定值范围

指标	最小值	最大值	单位
输入压力		1400	KPa
温度	-40	+150	°C
瞬时温度	-40	+175	°C
电源电压	-0.3	6.0	V
管脚输入电压	-0.3		V

SP12采用14脚双列直插式的封装，其工作电路不需过多的外部辅助电路，电路结构非常简单。SP12引脚图如图6所示，引脚功能如表2所示。

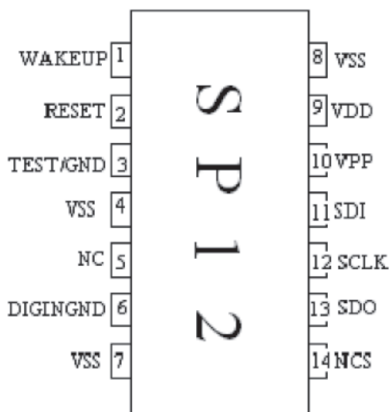


图6 Sp12引脚图

表2 Sp12的各个引脚功能

编号	符号	功能	说明
1	WAKEUP	脉冲输出	
2	RESET	复位	
3	TEST/GND	测试/应用时接地	接地
4	VSS	接地	
5	NC		
6	DIG IN/GND	输入/接地	接地
7	VSS	接地	
9	VDD	电源	
10	VPP	编程电源	不接
11	SDI	串口输入	
12	SCLK	串口时钟	
13	SDO	串口输出	

SP12的电路图如图7所示，工作时WAKEUP引脚每6S输出一个脉冲信号，用来唤醒单片机工作；RESET每隔约54min输出一个脉冲信号，使系统每隔约1小时复位一次。

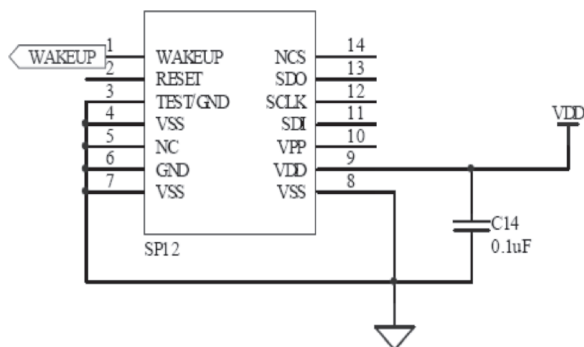


图7 测量单元SP12电路

2.3 射频发射单元电路设计

发射系统装在轮胎内部，接收系统装在驾驶室，它们之间采用无线数字通信的方式。无线射频发射单元电路设计如图6所示，调节偏压电阻R3的阻值可以调节输出发射功率，现取R3 = 22K，则发射功率可由 $W=U^2/R$ 算出，若所设的频率值小于其最大发射功率10dBm，可有效的实现低功耗要求。此无线发射模块尺寸仅为 $30 \times 22 \times 6mm^2$ 。

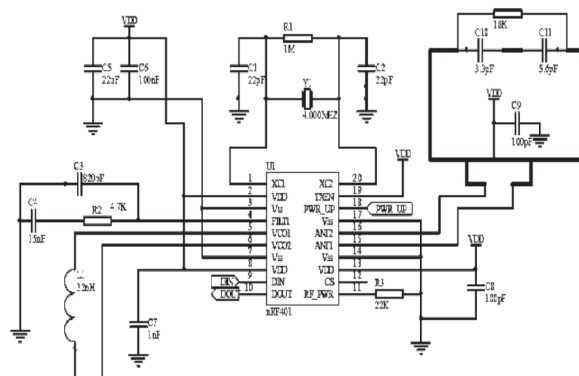


图6 无线发射电路

2.4 接收系统设计

接收系统主要包括解调电路、接收处理、声光报警以及人机接口四部分，如图7所示。主要完成数据的接收和解调以及数据的处理、显示、声光报警和手动设定单片机的功能。

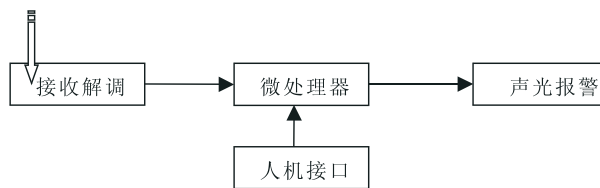


图7 接收系统框图

3 软件系统设计

3.1 发射系统主程序设计

发射系统主程序主要是将传感器送过来的压力、温度信号进行分析、比较、编码，控制射频发射电路将信息发送出去。

3.2 接收系统程序设计

接收系统主要工作是先解调得到温度值和压力值等数据，然后进行数据校验，判断ID、CRC校验码是否正确，如果不正确，则舍弃数据等待接收新数据。数据正确后，将压力、温度与阈值进行比较，判断轮胎工作是否正常，并进行显示和报警操作。此

外，接收系统主控程序还可以进行轮胎换位后ID码重新设定和温度、压力阈值的重新设定等。

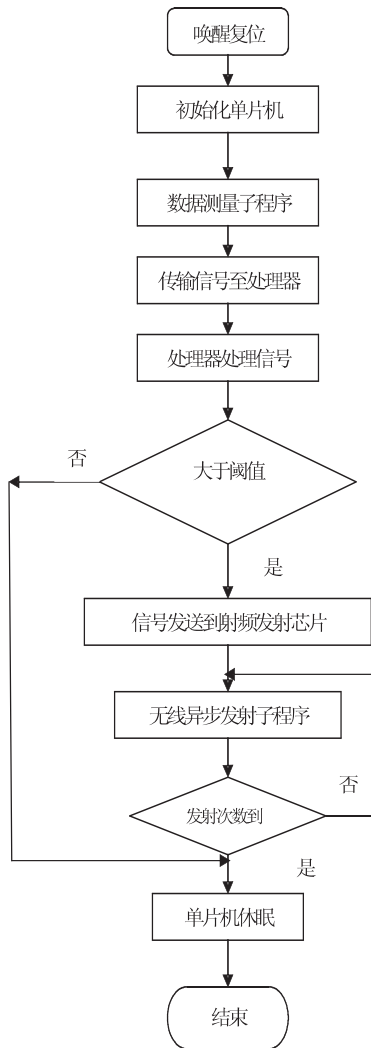


图8 发射主程序流程图

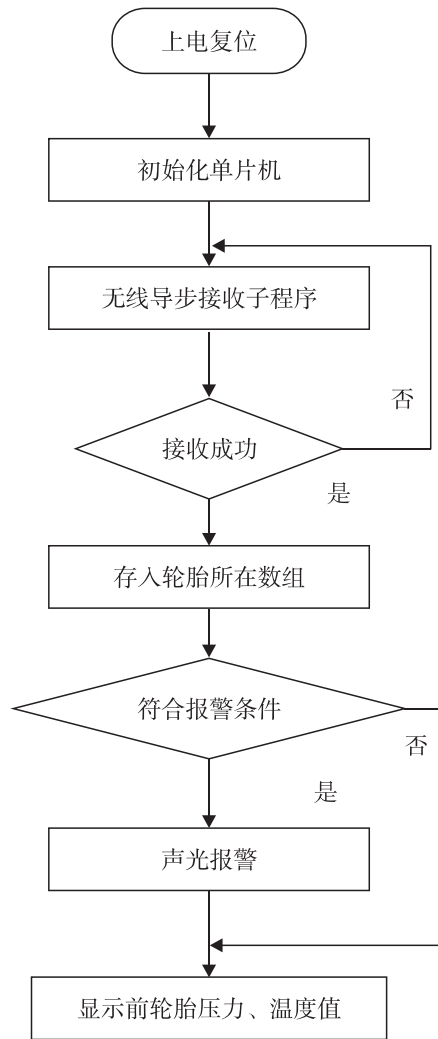


图9 接收程序流程图

3.3 无线异步通讯的软件设计

系统采用射频通信方式，为了实现轮胎发射系统和中央接收系统间的无线通信，必须制定一个通信协议。数据采用MCU内部的UART口异步串行方式发送，轮胎压力与温度值采用40位二进制编码，数据帧格式如表3所示。前8位为前导位，置成0X3F。MCU通过发送数据帧的前导位唤醒接收系统，通过检验前导位来获得同步。第二个8位轮胎校验码，接收系统进行轮胎ID码校验，判断是否是本车轮胎的ID码，只有ID码正确才继续接收数据，否则返回等待接收。第三、第四个8位分别是压力及温度编码，最后一个8位是校验码，为设备ID码、压力值、温度值的和值取最后8位。接收系统接到数据后重新计算ID码、压力值、温度值的和值，并与原信号中的校检和值进行比较，

相同则说明数据可靠，不同则说明数据有误，要重新接收。这是无线通信技术中保证数据安全的常用措施。

表3 数据帧格式

前导位	设备ID码	压力值	温度值	校验和
8位	8位	8位	8位	8位

发送单元nRF401进行数据发送和接收时，需要发射的数字信号从单片机通过DIN引脚输入到nRF401，然后进行发射。接收到数据后进行解调，然后经过DOUT引脚输出给单片机。Send函数程序和无线异步串行通信发射程序框图如图10和图11所示。

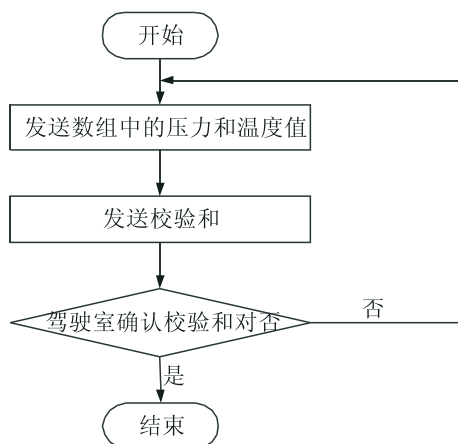


图10 Send函数流程图

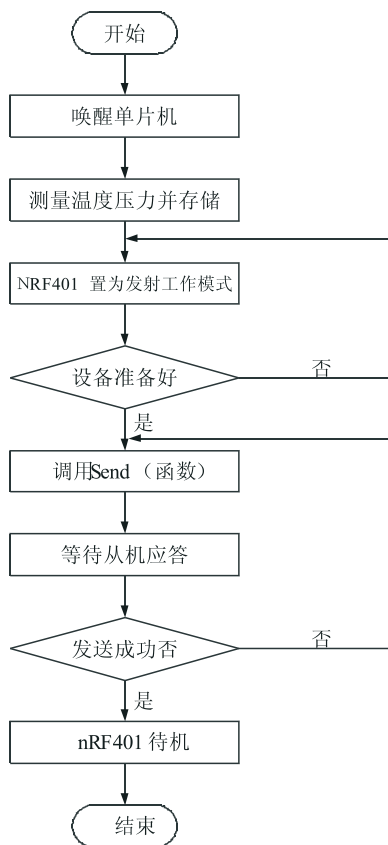


图11 无线异步串行通信发射程序流程图

3.4 软件抗干扰设计

轮胎的工作环境恶劣,实际工作中容易出现尖峰误差。为了消除这些干扰因素,单片机的程序编制中使用了软件滤波的方法。软件滤波经常用来消除数据采集误差,适合于消除频率较低变化较缓慢信号中的干扰。首先在编程时将整个数据分为监督码元和信息码元两个部分,数据接收后先校对监督码元,只有监督码元无误的数据才是有效数据。同时为了保证检测数据的准确性,本设计中采用平均值来消除误差,每测量四次,取温度压力平均值,以去除不正常的数值。

4 结束语

该TPMS系统具有发射模块集成度高、体积小、成本低的特点,系统运行稳定,数据检测及时准确。

参考文献

- [1]颜重光.汽车轮胎压力监视系统的设计.汽车与配件,2007,4:39~41.
- [2]欧阳涛.汽车轮胎气压监测系统(TPMS)评价与测试方法研究.[J].吉林大学,2010(9).
- [3]王伟强.基于MPXY8300A传感器的直接型轮胎气压监测系统的设计.[J].华南理工大学,2012(6).
- [4]李俊;于影.基于轮速差变化的间接式轮胎气压监测方法的研究[J].科技创新与应用,2014(2).
- [5]张荣贵,许炳照.基于车轮发射器模块的轮胎气压监测系统[J].机电技术,2013(12).
- [6]朱永文.轮胎使用过程分析[J].中国物流与采购,2013(12).

[责任编辑、校对:王军利]

Design on Real-Time Detection System of Tire Pressure and Temperature

HU Shan-fu

(Huanggang Polytechnic Hubei Huanggang 438002)

Abstract: With the development of economy, the automobile has become daily necessities and entered the homes of ordinary people. The traffic accident caused by automobile is becoming more and more serious. According to statistics, the proportion in the traffic accident caused by tire failure accidents is as high as 46%, so people concern more on the various conditions of running automobile tires. Automobile tire pressure and temperature in real time detection technology is a practical and effective method to prevent and reduce traffic accidents due to tire. This paper presents a design scheme of detection system based on single chip microcomputer, which can real time detect automobile tire temperature and pressure, can timely remind drivers to take measures to prevent the occurrence of traffic accidents when the tire temperature and pressure is abnormal.

Key words: tire pressure; detection system; sensor; MCU

我省首家ATM工程师培训项目落户咸阳职院

12月28日,咸阳职院与华道国际教育集团、北京工信智远云计算技术中心签订《ATM项目三方战略合作协议》,标志着陕西唯一一家ATM培训基地落户学院。该项目由华道国际教育集团负责制订人才培养方案、提供学生培训教材,全资提供实训用ATM柜员真机、模拟机、网络终端机,全面负责专业培训师资及专业课程的前期培训、学生的专业核心课程教学、ATM工程师国家认证考试、学生实习、岗前培训以及毕业生就业安置。北京工信智远云计算技术中心负责该项目招生与宣传工作,沟通协调,做好教学管理、后勤保障和实训基地文化建设。(电子信息学院 魏敏)