



**本科学士毕业论文**

**基于单片机汽车胎压监测系统**

姓 名： 折振

学 号： 20151104819

院 系： 计算机科学技术学院

年 级： 2015级

专 业： 计算机科学与技术(嵌入式)

指导导师： 张大伟

目录

[摘要 2](#_Toc26092)

[1 绪论 2](#_Toc914)

[1.1 选题背景 2](#_Toc6736)

[1.2课题研究目的 3](#_Toc22842)

[2 导致汽车爆胎的因素 3](#_Toc23681)

[2.1 汽车爆胎的原因 3](#_Toc30284)

[2.2 温度对轮胎的影响 4](#_Toc21241)

[2.3 胎压对轮胎的影响 4](#_Toc16375)

[3 系统设计方案 5](#_Toc11360)

[3.1工作环境 5](#_Toc22443)

[3.2 设计实现 5](#_Toc9254)

[3.2.1 主机模块 6](#_Toc13269)

[3.2.2 检测模块 6](#_Toc17620)

[4 元器件 7](#_Toc31484)

[4.1 MCU 7](#_Toc12200)

[4.2 传感器 8](#_Toc8330)

[4.2.1 BMP180传感器 8](#_Toc552)

[4.3 RF射频收发芯片 8](#_Toc23980)

[4.4 供电电源 10](#_Toc12914)

[4.5 液晶屏 10](#_Toc1242)

[5 程序设计 10](#_Toc18276)

[5.1 接受模块程序 10](#_Toc3764)

[5.2 射频发射子程序 11](#_Toc32493)

[5.3 射频接受程序 12](#_Toc3462)

[总结 13](#_Toc21013)

[致谢 14](#_Toc7909)

[参考文献 15](#_Toc31473)

基于单片机汽车胎压监测系统

计算机科学技术学院 2015级嵌入式1班 折振 20151104819

指导教师 张大伟 讲师

摘要 随着社会经济的不断发展，基础投资的不断加大，以及公路设施的不断完善和高速公路里程的迅速增加，公路交通的平均车速有了很大的提高。但同时交通事故尤其是爆胎事故、追尾事故也相应增加，给人民的生命财产造成重大损失，交通安全已成为国家和个人越来越关注的重点。在汽车高速行驶中，轮胎故障是所有驾驶者最为担心和最难预防的，也是突发性交通事故的重要原因。在高速公路上行驶时一旦爆胎，驾驶员思想准备不充分极易造成车辆侧滑和不规则翻滚，轻则撞护栏，重则与其他行驶车辆发生碰撞甚至车毁人亡，后果不堪设想。因此实时监测轮胎气压的变化，保持汽车在标准的轮胎气压下行驶是防止爆胎的关键。汽车轮胎压力监测系统（TPMS）的主要作用就是在汽车行驶时，对轮胎气压进行实时自动监测，对轮胎漏气和低气压进行报警，是驾驶者、乘车人的生命安全保障预警系统。

关键词 压力检测；TPMS；汽车轮胎；单片机

# 1 绪论

# 选题背景

随着交通运输和公路设施的不断发展，汽车数量和车速也越来越高。而伴随着的则是对安全严重考验，其中爆胎，疲劳驾驶，超速已经成为了三大交通事故的引发因素。而汽车爆胎的难预测和不确定性成为了司机头疼不已的事情。据统计，在中国因为爆胎引发的事故比例达70%，在美国更是高达80%。因此怎样防止汽车爆胎原因成为了一项重要工作。据国家轮胎质量监督中心专家研究发现，汽车轮胎气压正常与否是一项重要影响因素。因此汽车轮胎压力监测系统（Tyre Pressure Monitoring System简称TPMS）则变成了最理想的工具。汽车轮胎压力监测系统应运而生。

轮胎气压情况检测是必须的，气压量是无法通过肉眼观测的，而且在高速行驶时也是不切实际的，TPMS可以帮助人们随时随地不间断的监测气压量。据统计和试验验证气压量每下降十分之一而轮胎的寿命会缩短四分之一；不仅如此，从油耗上看，汽车轮胎气压量下降时会使得轮胎与地面摩擦力下降，而且轮胎抓地力不牢导致油耗会上升。根据实验研究气量下降十分之一时在相同油量下汽车行驶里程会下降2%。同时在汽车保养方面，当气压量下降时汽车底盘下沉，悬挂系统也会受到损伤，时间一长造成极大的经济损失。这些损伤还会造成交通事故，威胁人身安全。由于这些重要原因，各个国家先后将TPMS做为汽车必备系统之一，而其中美国作为先驱者始终保持着领先地位。

## 1.2课题研究目的

汽车胎压监测系统主要用于在汽车行驶时实时地对轮胎气压进行自动监测，对轮胎漏气和低气压进行报警。轮胎胎压监测系统一般安装在汽车轮胎上以便实时监测轮胎胎压的变化，包括温度值和压力值，车主可以根据车辆实际工作环境，设定好符合自身的一套胎压标准。

设计研究TPMS系统的经济意义在于提高当前国内汽车电子产品的技术水平，降低汽车的生产成本和购置汽车的花费，使制造商降低成本而用户得到更好的产品价值体验。

课题的设计意义在于通过对轮胎胎压的监测，有效避免汽车轮胎胎压问题造成的安全隐患和经济损失。

# 2 导致汽车爆胎的因素

轮胎是汽车最重要的部件之一，支撑着整个汽车。目前市场上的大部分车用轮胎都是由橡胶制成，成本昂贵，而汽车的行驶过程就是轮胎与地面摩擦的过程，相比较汽车的其他部件，轮胎磨损最为厉害。保证出行安全，不仅要设计出监测胎压的系统，还要了解轮胎的构造和性能，才能设计出更合理的TPMS系统。

## 2.1 汽车爆胎的原因

汽车爆胎是目前造成安全事故的主要因素，尤其是对新手司机来说，一旦驾驶的车辆在行驶过程中发生爆胎，驾驶人就很难掌握汽车的稳定，从而引发事故。部分轮胎为提升自身强度，在胎缘部分及带束层加入了钢丝，极大提升了轮胎的结构强度，具备良好的散热条件，可以使这种轮胎在高速行驶中，保持稳定。造成轮胎爆胎的因素有很多主要有以下几个方面：

1、外界物理因素造成的损伤，如钢钉、方钢等尖锐的硬质物体，一旦刺入轮胎，突破外胎，就会导致轮胎的漏气。

2、轮胎自身的压力过高，会造成轮胎内线的破损，一旦破损超过一定程度就会加速汽车的磨损。

3、轮胎自身的压力过低，会导致轮胎的严重变形，增加了轮胎与地面的接触面积，这也增加了轮胎的摩擦面积，过度的摩擦提升温度，加快轮胎的损耗。

4、汽车行驶速度越快，轮胎温度越高，当温度超过一定程度时，轮胎就会爆炸。

为此我认为了解造成轮胎爆胎的原因是设计TPMS的关键，只有找到这些因素，才能设计出TPMS系统应该具体监测的数据都包括哪些方面。

## 2.2 温度对轮胎的影响

在汽车在行驶运动过程中，由于汽车本身的重量和高速运动造成的冲击力，轮胎与地面的接触面积会不断增大，摩擦产生的大量热量会影响轮胎的各部件的正常使用。轮胎主要由橡胶和钢丝构成，硬度较高，弹性较低。温度的升高会导致橡胶和帘线粘附强度的降低，材料的不同，粘附性降低的程度也不同。轮胎温度超过临界点时，轮胎材料就会产生材料疲劳，当应力超过一定强度时，胎帘会产生断裂。

因此，对轮胎温度实时监测是很有必要的，一旦温度超过正常范围，就会通知驾驶员，进行提醒，有效避免爆胎的发生，也能提高轮胎的使用寿命。

## 2.3 胎压对轮胎的影响

胎压，严格意义上指的是轮胎内部空气的压强。在汽车保养上发动机是汽车的心脏，发动机的损坏将导致汽车生命的耗尽，那么轮胎气压，则是汽车的血压，胎压的高低对汽车的性能和动力有着至关重要的作用。胎压过高，轮胎的摩擦力、附着力就会降低，影响制动效果；导致方向盘震动、跑偏；加速轮胎胎面中央的花纹局部磨损，使其寿命下降。胎压过低，轮胎与路面的摩擦增大，油耗上升；轮胎内部气体量下降到一定程度，在高速行驶时，摩擦急剧加重，并在突然拐弯时轮胎壁接触地面，从而导致爆胎。这种现象在发生交通事故时极为常见，所以为了安全出行，行驶前必须仔细检查汽车轮胎胎压是否合适。

# 3 系统设计方案

本系统采用是STC89C52单片机，STC89C52是STC公司生产的一款单片机，配备Coms8位控制器，不但性能优越而且功耗很低，具有8k在系统可编程Flash存储器。同时它继承了原来STC89C51单片机的内核但同时也有自己的很多改良，因此它也是原来STC89CC51的升级版。

本系统以单片机STC89C52核心，通过整形电路、放大电路对信号进行放大和整形，输入单片机进行处理。单片机进行一定运算进行判定程序触发，当符合设定的程序要求时便会触发报警电路，达到报警提示目的。

## 3.1工作环境

因为本次设计是模拟汽车胎压监测，所以要给监测系统创造出能产生压强的环境。然而汽车的TPMS的安装位于轮胎内部，工作在密封的环境中，故而需无线传输。为此本文利用可密封的袋子来代替压强的环境，温度的话用手温来触摸温度感应器，从而达到能监测温度的效果。综合起来，设计的主要要求如下：

1、尽可能的小；

2、考虑电源供电电量的工作时间；

3、抗干扰性强；

4、发射部分和主机接收部分要有适当的距离；

5、实时监测以及显示轮胎的压力情况；

6、胎压过高或者欠压和温度过高时能及时报警提醒驾驶员。

## 3.2 设计实现

本设计的汽车胎压监测系统所采用的是直接式检测轮胎压力的方式。采用的是普通的移动电源供电，通过手动按压密封塑料袋模拟安装轮胎里产生的压力使压力传感器检测压力，再通过无线调制发射到主机接收部分。主机可以接收到发射机传给它产生的压力值，当压力值高于一定程度时，通过蜂鸣器发出声音做出警示，温度的话用手指的温度来触摸温度感应器，从而达到能监测温度的效果。可以实时监测以及显示所产生的压力情况，当压力值过高或者过低时就会产生蜂鸣；当温度值达到一定程度时同样也会产生蜂鸣。

### 3.2.1 主机模块

主机部分包括射频信号接收装置，接收之后传入MCU进行处理，从这些数据中提取轮胎压力，在进行进制转换后成为十进制数据再在液晶屏上显示，再经过比较程序处理比较大小，最终由比较结果进行相应的报警提示处理。

接收装置

MCU

显示及报警

操作接口

图3-1 主机部分结构

### 3.2.2 检测模块

检测模块功能主要是收集压力信息，转换成数字信号，并通过处理单元处理数据，再通过射频无线传输出去。由传感器将信息传入微处理器中，再由微处理器对格式转换，再进行编码处理变成合适调制系统的数据格式。

压

力

传

感

器

射频发射电路

MCU

图3-2 检测模块结构图

单

片

机

无线模块

气压传感器

液晶显示屏

按键

电源

蜂鸣器

图3-3 总体结构

# 4 元器件

本文中所使用的元器件主要分为两部分：采样并发射部分以及主机接收部分。其中主机部分主要有MCU，射频芯片RF，显示屏LCD，由于其位于驾驶室内所以芯片性能达到商用基本即可。

目前采样发射部分有两种安装方式：第一种安装在气门芯上，第二种安装在轮胎内部。该部分主要包括数字压力传感器，MCU，锂电池和天线等。现在大多数汽车轮胎采用的是没有内胎的真空子午胎，容易安装固定。但汽车行驶时轮胎内部压力温度变化剧烈所以该部分元件严格选用。

## 4.1 MCU

本设计中对于轮胎内部MCU的要求是低功耗，汽车温度适用性，体积合适，对于功能上只要够用即可。首先考虑的是断电模式，这直接关系到功耗的高低，另外最重要的就是时钟系统，这是降低功耗的关键。需要选择具有睡眠状态的MCU从而在不工作时降低功耗。另外，对于体积的要求我们选择18脚的单片机已经足够了。而位于驾驶室内的接收模块选用的是STC89C52单片机。选择STC89C52单片机的主要原因有以下几点：

1. STC89C52单片机；
2. 8K字节程序存储空间；
3. 512字节数据存储空间；
4. 内带4K字节EEPROM存储空间；
5. 可直接使用串口下载；
6. 8K字节程序存储空间；
7. 256字节数据存储空间；

## 4.2 传感器

在选用传感器时我认为选用数字式的传感器最为合适，因为它的体积小，功耗低，性价比高，使用方便，而且各方面优越性能逐渐取代了传统的无源传感器。

### 4.2.1 BMP180传感器

该BMP180由一个压阻传感器，该BMP180提供的压力和温度补偿的值。EEPROM中已存储的个人校准数据的176位。这是用于补偿偏移量，温度依赖性和传感器的其他参数。

其性能和基本参数如下：

1. 压力、温度、参数传感集于一体，集成度高；
2. 数字式的压力、温度以及电压量的补偿和修正；
3. 电源管理：最小化功耗，极低的待机静态电流，进一步节省能耗；
4. 多种唤醒方式：内部时钟唤醒、低频信号唤醒、外部触发唤醒；

通过多方面分析与比较本系统选择的传感器是BMP180传感器，BMP180传感器与单片机通信也十分方便。所以本文中设计一个模拟的汽车胎压检测，选BMP180来作为传感器应该最为合适了。

## 4.3 RF射频收发芯片

NRF24L01是一种单片机射频收发器件,正常工作于2.4 GHz～2.5 GHz ISM（工业开放频段）频段。内置频率合成器、功率放大器等功能模块,并采用了增强型Shock Burst技术，输出功率和通信频道是可通过程序进行配置。另外NRF24L01功耗低可以适用于轮胎内部对于功耗的要求。NRF24L01主要特性如下：

1. 支持2.4GHz的开放ISM频率范围，最大发射功率情况下为0dBm；
2. 2Mbps，传输速率高；
3. 功耗低，等待模式时电流消耗仅22uA；
4. 多频点（125个），满足多点通信及跳频通信需求；
5. 在空旷场地，有效距离：10m（PCB天线）；

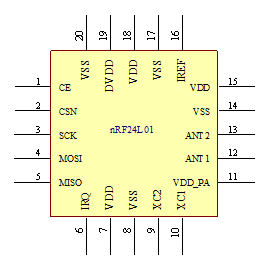


图4-1 NRF24L01引脚图

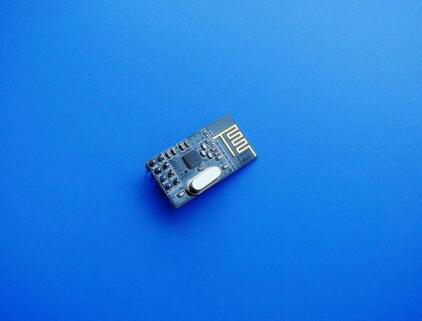


图4-2 NRF24L01实物图

## 4.4 供电电源

供电电源我选择的是现在最常用的移送电源进行供电，在进行实验的时候方便稳定。

## 4.5 液晶屏

在这次的设计当中显示屏幕的选泽我采用的是LCD1602。

LCD1602 主要技术参数如表4-1所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 可显示容量： | 16\*2个字符 |
| 芯片工作合适电压： | 4.5-5.5 V |
| 工作合适电流： | 2.0mA (5.0 V) |
| 模块最佳状态下电压： | 5.0V |
| 字符尺寸大小： | 2.95\*4.35 mm |

表4-1 主要技术参数表

# 5 程序设计

## 5.1 接受模块程序

在本文主程序中主要有五个子程序对应图5-1中的各个子程序，再开机时先对器件进行初始化，在主机接收到数据后会对数据进行处理以及显示和报警等操作。

开始

初始化

发出低频信号

对数据进行比较大小

接收压力信号

屏幕显示及报警

停止

否

是

结束

图5-1 总设计流程图

## 5.2 射频发射子程序

图5-2是射频发射子程序设计流程图。在使用射频芯片时要严格参照时序图，因为此芯片使用的是SPI线的规则。首先拉低CE，经过数据处理最后再次拉低CE，最后清除缓冲区。

开始

拉低CE进入待机模式

配置00H进入待机模式

配置各个寄存器

拉低CSN

写入所有数据

拉高CSN

拉高CE启动发射

等待1ms

拉低CE

清除发射缓冲区数据

返回

图5-2射频发射流程图

## 5.3 射频接受程序

图5-3 射频接收程序流程图

开始

拉低CE进入待机模式

写入00H配置为接收模式

配置各个寄存器

拉高CE启动接收

拉低CE

有错误

跳到下个频率

返回

删除内容

是

否

是

否

四个

结束

# 总结

本文主要就TPMS轮胎胎压检测系统的设计原理、设计原因，研究意义以及研究开发过程进行阐述，并具体分析了轮胎胎压和温度对汽车安全行驶的重要性，研究如何使系统耗能低等技术。设计研究出的该系统可以实现对轮胎胎压、温度等实时监测和预警，而且具有可操作性强、成本低等特点。具有实用性和价值性，其研究过程是对当今汽车行业发展的一个开拓创新，符合汽车电子产品发的发展趋势。本监测系统设计实现大致可以分为以下俩个阶段：

1. 元器件的选择及总体设计方案确定阶段：通过大量查阅文献，了解汽车胎压监测系统的发展状况、发展趋势以及最新的主流技术方案。确定系统用到的主要元器件，包括：MCU、传感器、射频收发芯片、电源、LCD显示屏等，对元器件进行大量的调查研究，充分了解元器件的性能，确定总体设计方案。
2. 系统硬件、软件设计阶段：在硬件的设计方面，全面了解芯片的功能，设计电路。主要研究射频收发模块的实现，考虑到节能，系统可靠性等问题，并逐一解决。

综上，在完成这次的汽车胎压监测系统设计中，使自己了解了很多关于汽车、单片机、射频收发芯片等相关的理论知识，锻炼了自己的动手能力，使自身的综合素质得到提高，对于硬件有了更深的认识，通过代码的编写，培养了良好的编程习惯，加强了C语言的编程能力。当然在设计当中有部分难题，但在老师的帮助下，解决了这些问题，实现了系统的功能。

# 致谢

本次毕业设计之所以能够顺利完成，最主要归功于我们的指导老师张老师，在这里我要特别感谢本次毕业设计给我们这个锻炼的机会，不论是从理论还是实际操作上对于我都有很大的进步。我要感谢我们的指导老师张大伟老师，在张老师的细心指导下我完成了整个设计，无论是选题还是在设计过程中，张老师都给予我很多指导，也让我从单纯的理论知识上到实际的操作中都有了很大的提高，不仅使我懂得了很多知识，而且培养了自己的独立工作的能力，树立了今后对工作生活的信心，虽然这个项目还不是很完美，但是在设计过程中所学到的东西是这次毕业设计的最大收获和财富，使我终身受益。

完成本次设计内心充满了喜悦，本次设计的圆满完成离不开同学、老师的帮助，没有你们我不会如此顺利的完成任务，所以在此对所有为我的论文完成提供帮助的人，表示衷心的感谢以及最为美好的祝愿。但同时也让自己看到了自己的不足之处，所以本此设计是极有意义的，通过它我树立了在今后学习中的信心和目标，我也明白了只有通过不断地付出才会有回报。

# 参考文献

1. 秦秀常.胎压监测系统（TPMS）的研究与设计.电子科技大学.2014.

[2] 孙仲楷，佟慧艳，陈斌等.汽车胎压无线监测系统设计.汽车与驾驶维修.2018.

[3] 何德华，陈万培，毛通宝等.汽车轮胎温度和压力监测系统设计.信息通信.2018。

[4] 梁晨，刘云太，高兴等.浅谈胎压监测系统的整车设计方案.汽车实用技术.2017.

[5] 王婷.汽车胎压监测系统技术与发展.汽车工程师.2015.

[6] 崔凤新.内置式胎压监测系统的设计.莆田学院学报.2014.

[7] 肖文光，张宏财，李浩.汽车胎压检测系统发射模块设计.电子产品世界.2011.

**Monitoring System of Automobile Tire Pressure Based on Single Chip Microcomputer**

Computer Science and Technology College SheZhen 20151104819

Directed by ZhangDawei Lecturer

**Abstract**  With the continuous development of social economy, the increase of basic investment, the continuous improvement of highway facilities and the rapid increase of highway mileage, the average speed of highway traffic has been greatly improved. But at the same time, traffic accidents, especially tire burst accidents and rear-end accidents, have increased correspondingly, causing great losses to people's lives and property. Traffic safety has become the focus of more and more attention of the country and individuals. In the high-speed driving of automobiles, tire failure is the most worrying and difficult to prevent for all drivers, and it is also an important cause of sudden traffic accidents. Once a tire burst occurs on the expressway, the driver's inadequate ideological preparation will easily cause vehicle sideslip and irregular roll, lightly bump into the guardrail, and heavily collide with other vehicles or even cause vehicle damage and death, with unimaginable consequences. Therefore, real-time monitoring of tire pressure changes and keeping the car running under the standard tire pressure are the key to prevent tire burst. The main function of tire pressure monitoring system (TPMS) is to automatically monitor the tire pressure in real time and alarm the tire leakage and low pressure when the vehicle is running. TPMS is an early warning system for driver and passenger's life safety.

**Keywords** Pressure Detection; TPMS; Automotive Tire; Single Chip Microcomputer