

# 外置胎压检测系统设计

惠延波 李永超 王 莉 牛群峰 吴 英

(河南工业大学 电气工程学院 郑州 450001)

**摘要:** 汽车胎压检测装置越来越多地加入到车载控制系统中,为减少交通事故做出很大的贡献。然而,现有车载胎压检测系统多内置于轮胎中,出现故障难以修复。目前,只有新上市的汽车配备有车载胎压检测系统,老旧汽车亟待配备胎压检测系统。针对内置胎压检测系统的缺陷及老车对胎压检测系统的需求,设计了一种外置胎压检测系统,该系统分为检测装置和监控装置两部分。检测装置以 BOSCH 公司的胎压检测芯片 BMP180 位传感原件,以低功耗蓝牙芯片 DA14580 为控制器。监控装置以 STM32L152RBT6 为控制器,同样以 DA14580 为蓝牙传输芯片。该系统可以实现胎压、胎温实时监控以及危险报警,具有可靠性高、成本低等特点。

**关键词:** 胎压检测;压力;温度;蓝牙;低功耗

**中图分类号:** TH812+.5    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 460.40

## Design of external tire pressure monitoring system

Hui Yanbo Li Yongchao Wang Li Niu Qunfeng Wu Ying

(College of electrical engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** More and more tire pressure monitoring devices had been added to vehicle control system, which makes a great contribution to reduce traffic accident. However, most of existing tire pressure detection devices was built in the tire, and it is difficult to repair. At present, only new cars have tire pressure monitoring system, old cars need tire pressure detection system too. In view of the defects of the tire pressure monitoring system and the requirement of the old car to the tire pressure monitoring system, an external pressure monitoring system was designed in this paper. The system was divided into two parts, the detection device and the monitoring device. The detection device is based on the BMP180, a tire pressure detection chip of BOSCH, and it takes the low power Bluetooth chip DA14580 as the controller. The monitoring device takes STM32L152RBT6 as the controller, and the DA14580 is the Bluetooth transmission chip. This system can realize the characteristics of tire pressure, tire temperature real-time monitoring and risk warning, with high reliability, low cost and so on.

**Keywords:** pressure monitor; pressure; temperature; Bluetooth; low power consumption

## 1 引言

随着经济的发展,我国汽车保有量逐年攀升,随之而来的是交通事故的增多。爆胎是高速交通事故的一个主要诱因,高达 68% 的高速交通事故由爆胎引起<sup>[1]</sup>。胎压检测系统已像 ABS 一样成为新车标配,这无疑为驾驶安全提供了保障<sup>[2]</sup>。目前,胎压检测系统主要分两类,内置胎压检测系统和外置胎压检测系统。内置胎压检测系统安装在轮胎内,稳定性好,准确度高,但是有不可以安装在老车上、故障难以修复等缺点<sup>[3]</sup>。外置胎压系统大多是间接胎压系统,通过判断轮胎角速度及半径的变化来判断胎压,这种方法简单易行,但是有很多缺点,比如同侧或同轴轮胎同时出现

低压或高压<sup>[4]</sup>,系统无法判断。

针对现有胎压检测系统的缺点,设计了一种基于 MEMS 传感器的外置胎压检测系统<sup>[5]</sup>,该系统无线传输方式选择蓝牙低功耗技术(Bluetooth low energy)。该系统分为两部分,一部分是外置胎压检测装置,另一部分是胎压监控装置。外置检测装置体积小、功耗低,电池壳更换。监控装置像一个智能手机,可以显示实时胎压及报警,用户也可以选择具有蓝牙 4.0 的智能手机作为监控装置<sup>[6]</sup>,只需安装特定的应用程序。

## 2 胎压检测原理

外置胎压检测系统固定在轮胎气门上,通过与轮胎内

部的连通形成一个气室,气室与轮胎内部的气压及温度相同。BMP180是一种MEMS微型传感器,可以同时检测气压和温度<sup>[7]</sup>。MP180与气室接触,并且周边完全密封,将整个检测装置分为气室和电路两部分<sup>[8]</sup>。原理如图1所示。

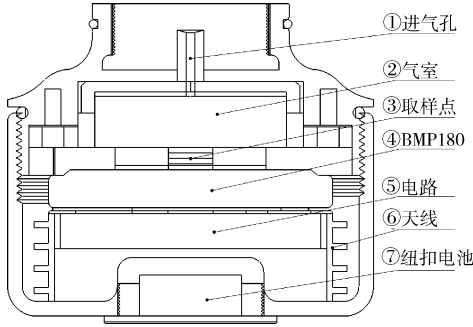


图1 外置胎压检测装置原理图

BMP180温度与压力接入孔与气室充分接触,获得轮胎内部压力及温度并发送给控制器,控制器将数据通过蓝牙发送给监控设备。整个胎压检测装置体积非常小,纽扣电池安装在底部,可以更换。

### 3 系统设计

胎压检测系统分为胎压检测装置和胎压监控装置两个部分,胎压监控装置为胎压检测装置的上位机。胎压检测装置有4个,4个检测装置与监控装置蓝牙设备之间采用

一主四从的模式连接。整个系统的结构如图2所示。

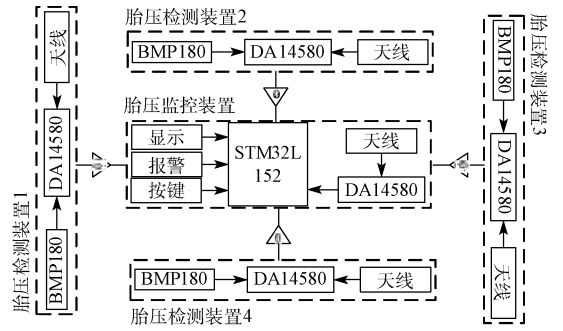


图2 系统整体框图

## 4 胎压检测系统硬件设计

### 4.1 胎压检测装置硬件设计

胎压检测装置采用BOSCH公司的胎压检测芯片BMP180,它可以同时测量气压及温度。BMP180体积小,测量速度快,完成一次测量仅需7.5ms,睡眠功耗低至0.1μA。控制器采用Dialog公司的DA14580低功耗蓝牙芯片,该芯片内置了32位M0内核,在牙4.0芯片中DA14580数据收发功耗最低。BMP180与DA14580之间通过IIC接口进行数据通信。系统使用纽扣电池供电,比内置的胎压检测装置寿命更长。胎压检测装置的硬件电路如图3所示。

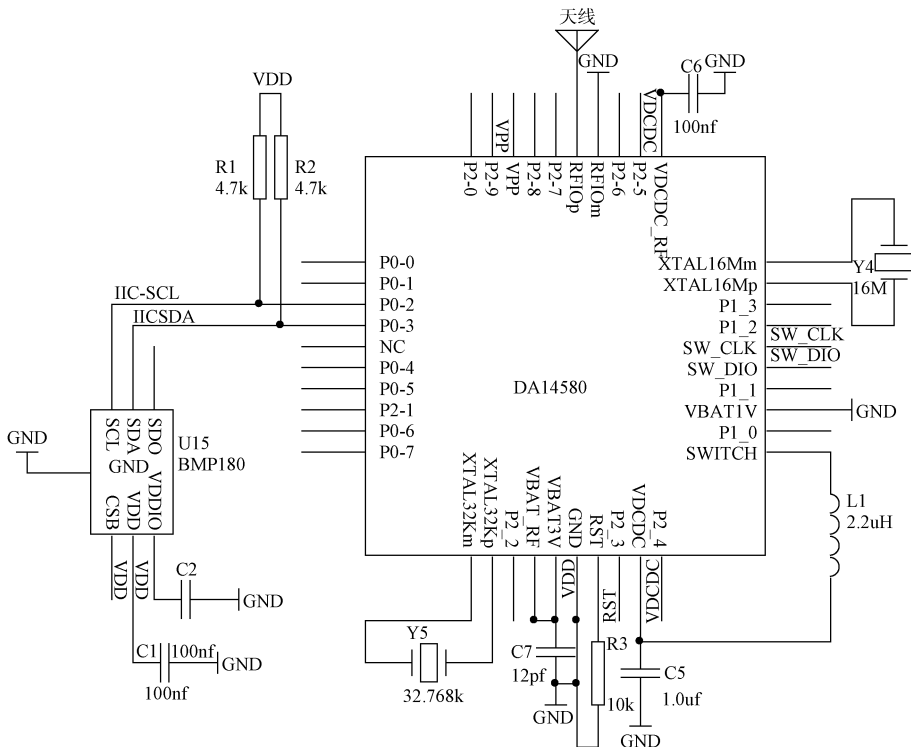


图3 胎压检测装置电路图



初始化显示。初始化完成以后,主控制器读取4个检测装置蓝牙设备的MAC地址并存储。在获取MAC地址以后,主控制器通过调用检测设备初始化函数逐一初始化检测设备中的胎压检测芯片。通过压力检测函数、温度检测函数来完成轮胎状态的检测。胎压初始化函数以MAC地址、初始化指令为参数。压力、温度检测函数以MAC地址为变量,函数中完成温度测量指令发送和温度测量结果读取、压力测量指令发送和压力测量结果读取,返回值是温度和压力测量结果。数据处理函数将对测量结果进行处理,处理结果显示在液晶屏幕上然后判断数据是否正常。如果胎压和胎温不正常将发出警报。

整个胎压检测系统安装在汽车上,其工作环境非常恶劣,导致测量结果可能因外界干扰而出现错误<sup>[10]</sup>。为了避免错误的测量结果导致的误报警以及漏报警造成的危险,软件中加入了数据处理算法,该算法以拉以达准则为基础。数据处理针对连续15次压力和温度的测量结果,通过贝塞尔公式计算出15次结果的标准差,然后针对每个测量结果的偏差采用拉以达准则进行判断。实验中随机取出连续的15个测量结果,如表1所示。

表1 胎压测量数据

| 序号 | 胎压/kPa | 序号 | 胎压/kPa | 序号 | 胎压/kPa |
|----|--------|----|--------|----|--------|
| 1  | 233    | 6  | 227    | 11 | 238    |
| 2  | 231    | 7  | 228    | 12 | 198    |
| 3  | 228    | 8  | 231    | 13 | 237    |
| 4  | 229    | 9  | 229    | 14 | 228    |
| 5  | 236    | 10 | 230    | 15 | 231    |

计算得出15个数据的标准差为9.22,第12个数据的偏差为30.93,大于标准差的3倍,故将其剔除。对剩余14个数据采用以上算法,标准差为3.57,胎压数据最大偏差为6.86,小于3倍标准差,取剩余数据平均值为胎压值。如果剩余11个数据,仍有数据偏差较大,则该数据处理算法不再适用,需放弃该组数据,重新测量。

## 6 实验结果

实验中将胎压检测装置安装在大众迈腾汽车轮胎上,迈腾标配胎压检测设备。实验进行了3次测量,每个轮胎的胎压不尽相同,3次测量都有改变。测量结果如表2所示。

## 7 结论

本文设计一种基于MEMS微型压力温度传感器的外置胎压检测系统。检测装置体积小、功耗低,可靠性高,可以使用与任何车型。胎压监控装置可以实时显示胎压及

表2 胎压测量数据

| 轮胎 | 车载  |     | 外置  |     | kPa |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    | 车载  | 外置  | 车载  | 外置  | 车载  | 外置  |
| 左前 | 263 | 260 | 256 | 251 | 219 | 218 |
| 右前 | 286 | 290 | 234 | 229 | 193 | 196 |
| 左后 | 231 | 228 | 217 | 221 | 206 | 207 |
| 右后 | 207 | 199 | 189 | 193 | 186 | 188 |

温度,胎压异常可报警。软件中加入数据处理算法,提高压力和温度测量精度,保证了测量结果的准确性。该系统可以满足旧车胎压检测的需要和内置胎压检测装置不能维修的问题,为驾驶人安全提供了保障。

## 参考文献

- [1] 张猛,张多,张动力. 汽车轮胎压力检测系统综述[J]. 汽车实用技术,2014(1):33-35.
- [2] 单绍柱,李晓会. 无线倒车雷达与TPMS的系统设计[J]. 制造业自动化,2010,32(6):176-178.
- [3] 符气叶,李法春,周景川,等. 直接型汽车轮胎压力检测系统设计[J]. 安徽电子信息职业技术学院学报,2014,75(13):119-121.
- [4] 李秀玲,王东风,贾玉芬. 汽车行驶跑偏的原因探析[J]. 自动化仪表,2010,33(1):119-121.
- [5] 杨旻,闵云龙,沈强,等. 基于MEMS压力传感器的外置式数字胎压检测系统[J]. 传感技术学报,2010,23(9):1347-1351.
- [6] 随辰扬,潘宏博,冯明,等. 基于智能手机的汽车胎压检测系统[J]. 传感器与微系统,2014,33(6):114-116.
- [7] 刘元宾,靳世久,陈世利. 压力传感器SP12在胎压监视系统中的应用[J]. 电子测量技术,2008,31(2):170-173.
- [8] 王航宇. 基于MPXY8020A芯片的胎压监控系统设计[J]. 电子应用技术,2009(7):58-61.
- [9] 彭何欢,郑红平,麻则运. 基于CAN总线与无线传感器的轿车胎压检测系统[J]. 制造业自动化,2011,33(2):24-25,43.
- [10] 邵军,谭励,王晓焱,等. 汽车胎压检测系统的设计及其通信抗干扰研究[J]. 测控技术,2014,33(4):11-14,21.

## 作者简介

惠延波,1964年出生,河南工业大学博士研究生导师,主要研究方向为快速成型与制造技术、逆向工程、生物制造技术、数字化设计与制造、现代测试测量技术、数控技术及装备等。

E-mail:myliyongchao@126.com