

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2013.05.019

基于 SP12 的汽车胎压远程监测系统的设计

周志伟, 于惠钧, 张学毅, 谷聚辉

(湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 设计了一种基于 SP12 的汽车轮胎压力检测及其远程通信系统。微控制器处理传感器所检测的数据, 实现对轮胎参量(压力、温度)的实时检测与异常报警; 并接收 GPS 的汽车定位信息, 将该信息通过 GSM 无线通信模块以 AT 指令方式传递给驾驶员手机, 驾驶员可以实时了解车辆情况。实际应用表明: 该胎压检测及其通信系统具有低功耗、可靠性高、精度高、安全度高等优点。

关键词: TPMS; GPS; GSM 模块; AT 指令

中图分类号: TP277

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2013)05-0085-05

Design of Tire Pressure Remote Monitoring System Based on SP12

Zhou Zhiwei, Yu Huijun, Zhang Xueyi, Gu Juhui

(School of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Designs a SP12-based tire pressure monitoring system (TPMS) and remote telecommunication system. The micro-controller processes the detected data of the sensor to achieve the tire parameter (pressure and temperature) real-time detection and abnormal alarm, and receives the GPS positioning information to transmit the information of the AT command mode through the GSM wireless communication module to the driver cell phone, and the driver can understand the real condition of the vehicle. Practical application shows that the tire pressure monitoring system and telecommunication system have low power consumption, high reliability, high precision, high security and other advantages.

Keywords: TPMS; GPS; GSM module; AT instruction

0 引言

随着社会的进步, 汽车几乎成为家庭必备的工具, 汽车的安全与人们的生命、健康、财产以及社会稳定有着密切的联系。然而, 做为汽车重要组成部分之一的轮胎, 关乎着汽车的行驶安全, 却没有得到相应的重视。汽车轮胎压力不足或压力过大直接威胁到汽车的安全行驶, 容易导致重大交通事故。

对汽车轮胎压力与温度的实时监控是汽车正常行驶以及驾驶员安全的重要保障。有关部门对汽车轮胎压力与温度进行统计: 若轮胎压力低于正常压力的 90% 时, 轮胎表面温度将会迅速升高, 在汽车高速行驶时容易发生爆胎; 若轮胎压力高于正常压力的 20% 时, 汽车轮胎寿命将会降低 15%; 若轮胎温度升高至 90℃, 汽车轮胎强度将会降低 40%, 致使轮胎迅速变形, 最终导致爆胎。并且汽车轮胎压力检测

收稿日期: 2013-07-23

基金项目: 湖南省教育厅科学研究基金资助项目(11C0386)

作者简介: 周志伟(1987-), 男, 湖南常德人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为检测与电气控制技术,

E-mail: 810225808@qq.com

通信作者: 于惠钧(1975-), 男, 河南驻马店人, 湖南工业大学副教授, 主要从事检测与自动控制技术方面的研究,

E-mail: 463298180@qq.com

系统 (tire pressure monitoring system, TPMS) 为事前主动系统, 对汽车轮胎参量 (压力、温度) 的实时检测保障了汽车高速行驶过程中出现的问题, 有效降低了爆胎的可能, 确保了汽车在高速行驶过程中始终处于安全状态。随着我国科学技术的迅速提高, 许多犯罪分子采用高科技手段来盗窃汽车, 汽车盗窃已成为许多犯罪分子谋取利益的重要手段。为保障汽车安全, 采用 GPS 与 GSM 相结合来远程监控汽车已成为当今防盗的主流。

汽车轮胎压力检测系统主要为了实时检测汽车每个轮胎的压力、温度, 当汽车轮胎参量 (压力、温度) 出现异常时, 给车主报警提示。汽车轮胎压力检测系统主要分为直接式胎压检测系统和间接式胎压检测系统。直接式胎压检测系统主要利用安装在汽车轮胎内部的传感器直接测量汽车轮胎参量 (压力、温度、加速度), 并通过微处理器进行显示, 当轮胎参量出现异常时, 驾驶员能够及时检测出轮胎异常信息, 有效防止轮胎爆胎; 间接式胎压检测系统主要依靠安装在汽车轮轴上的速度传感器来对比汽车轮胎间的转速差别, 从而实现测量轮胎压力的目的, 它的成本较低、实用性较强、可靠性较高、不需要电池供电, 但它不能在两个轮胎同时出现问题时给予检测。

因此, 针对直接式胎压检测系统与间接式胎压检测系统的优缺点以及目前汽车存在的这种问题, 本文设计了直接式汽车轮胎压力检测及其远程监测系统, 该系统由 SP12 传感器以及汽车终端监控模块微处理器 MSP430F149 等组成, 采用 LF 唤醒技术, 只有当 MCU 接收 LF 唤醒信号, 传感器与射频芯片才开始工作, 从而进一步降低系统功耗, 达到节能的目的; 并且结合了 GPS 模块与 GSM 模块, 当车主远离汽车后, 能够启动 GPS 模块与 GSM 模块, 对汽车进行远程监控。

1 TPMS 总体结构设计

1.1 TPMS 系统组成与工作原理

汽车轮胎压力检测系统主要由汽车轮胎模块和汽车终端远程监控模块两部分组成。汽车轮胎模块以 MCU 微处理器为核心, 主要包括传感器模块、RF 发射模块、天线模块以及电池模块。传感器模块主要是为了测量汽车轮胎参量 (压力、温度), MCU 微控制器模块主要是将所测的轮胎参量 (压力、温度) 进行处理, 并通过无线射频模块发射出去, 该模块由锂电池供电。由于电池工作的时间有限, 本设计

中采用低频唤醒模块, 可以有效延长电池的使用时间, 达到节能的目的。汽车终端远程监测模块主要是接收射频信号与处理 GPS 定位的信息, 通过 MCU 微处理器进行处理显示、报警, 以及依靠 GSM 无线通信模块的 AT 短信指令, 将汽车的情况发送到驾驶员手机中, 这样便实现了远程监控^[1-2]。

1.2 TPMS 硬件结构框图

根据上述 TPMS 组成与工作原理, 本设计采用直接式胎压检测方式, 设计了基于 SP12 的汽车胎压检测和远程监控系统。该系统由 4 个汽车轮胎模块与汽车终端智能监控模块组成。轮胎内的 MCU 处理传感器所检测的轮胎参量 (压力、温度) 以数据帧的方式, 通过无线射频收发模块与汽车终端智能监控模块内的中央处理器进行通信, 对汽车轮胎的 (压力、温度) 进行实时监控, 一旦轮胎出现气压过高、气压过低、高温、以及快速漏气时, 系统便会自动报警, 保障了行车安全。并且在车主远离汽车后, 一旦汽车遭遇非法破坏, 便会自动启动 GPS 模块与 GSM 模块, 车主能够及时了解汽车情况, 并采取适当措施, 保障汽车安全。本设计创新点在于采取了低频唤醒模块、GPS 模块与 GSM 模块, 不但可以延长电池使用时间, 达到节能的目的, 而且能够让驾驶员对汽车进行远程监控。本设计的总体结构如图 1 所示。

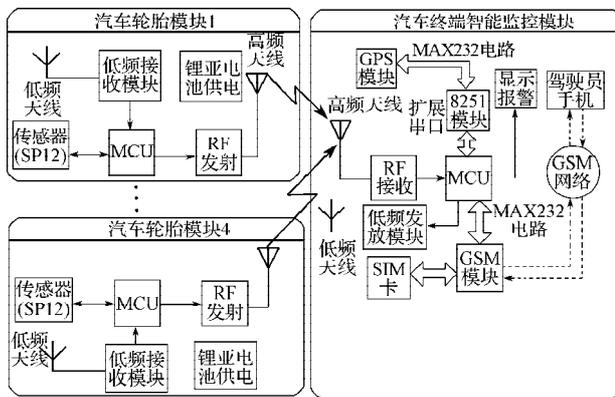


图 1 直接式 TPMS 总体结构框图

Fig. 1 The block diagram of direct TPMS structure

2 TPMS 硬件模块设计

2.1 汽车轮胎模块设计

汽车轮胎模块, 可以实时地检测各汽车轮胎参量 (压力、温度、加速度等) 数据信息。将传感器装入汽车轮胎中, 并且利用发射模块将所测到的轮胎参量发射出去。本研究设计的汽车轮胎模块以单片机 C8051F300 为核心, 包括 SP12^[3] 传感器模块、C8051

微处理器模块、TDA5101 RF 发射模块、低频唤醒电路以及电源模块。其中 SP12 属于英飞凌传感器系列,内部集成了压力传感器、温度传感器、加速度传感器以及电源电压检测器,并且它具有低功耗性能,能够提供复位与唤醒功能。TDA5101 射频芯片中心频率为 315 MHz,调制方式采用 FSK 调制,汽车轮胎结构原理如图 2 所示。

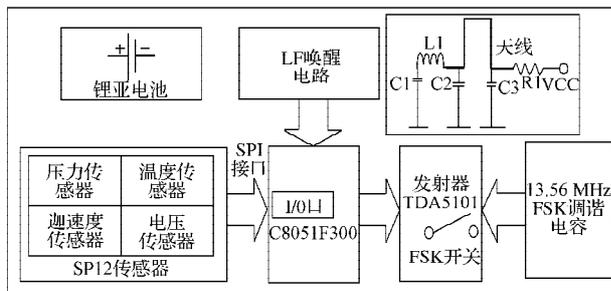


图2 汽车轮胎结构原理图

Fig. 2 The schematic structure of automobile tires

2.2 汽车终端远程监控模块设计

本模块以 MSP430F149 为核心,包括: RF 射频模块、12864 液晶显示模块、发光二极管报警模块、MAX232 模块、8251 模块、ATA5275 低频发射模块、GPS 全球定位系统模块、GSM/GPRS 无线通信模块、AT 短信指令模块以及 SIM 卡模块。汽车终端远程监控模块由车载供电,其中: 低频发射模块发射 125 kHz 的低频信号,用来实现低频通信; MSP430F149 作为汽车胎压检测的中央处理器,它负责处理射频发来的信号,将所检测的轮胎参量(压力、温度)通过液晶显示器显示出来;对于所测轮胎参量(压力、温度)出现异常时,通过发光二极管进行报警,提醒驾驶员采取相关措施。同时,本系统采用 GPS 全球定位系统模块 SIRFstar III 来监控汽车,实时了解汽车的位置、状态以及运动轨迹,并通过 MSP430F149 单片机存储和处理这些信息;一旦汽车状态出现异常,单片机便会接收 GPS 全球定位系统模块所检测的汽车位置、汽车状态以及汽车的运动轨迹,通过 GSM/GPRS 模块,将 GPS 所检测的信息及时发送给驾驶员,以便驾驶员了解车辆情况,采取相关措施,保障汽车安全^[4]。

2.2.1 GPS 模块设计

GPS 模块采用如今市场占主流的 SIRFstar III 三代芯片。该 GPS 采用串口通讯,因 MSP430F149 内部只有 2 个串口,故采用 8251 模块,用来扩展串口,与 MSP40F149 连接,内部具有 MCX 天线接口,因此放在汽车内部任何地方,都可以对汽车进行定位,提高了灵敏度与抗干扰能力。

2.2.2 GSM 模块设计

GSM 无线通信模块采用德国西门子公司推出的 TC35i, TC35i 内部集成射频电路、基带电路、RS232 数据接口和 AT 短信指令接口,工作频段为 GSM1800, GSM 正常工作电压是 4.2 V, SIM 卡工作电压为 1.8 V, TC35i 可通过 AT 短信指令实现短信发送与语音通话。GSM 通过 ZIF 连接器与天线接口分别连接 SIM 卡与天线,单片机模块与 GSM 模块采用串行口通信方式, GSM 模块负责接收 GPS 定位信息,并将接收到的信息发送给驾驶员手机。

3 TPMS 软件设计

3.1 通讯协议设计

为了提高轮胎模块与监控模块的通信质量,必须采用一个合理的通信协议,本系统采用曼彻斯特编码,利用频移键控(frequency-shift keying, FSK)调制解调信号,波特率为 9 600 bps,轮胎模块采用数据帧发送数据,具体数据帧格式如表 1 所示。

表1 数据帧格式

Table 1 data frame format

前导位	轮胎 ID	压力值	温度值	状态位	校验位
8	24	16	16	8	16

前导位: 8 位, 设置成 0X05h, 为了识别射频信号, 让发射信号与接收信号模块同步。

轮胎 ID: 24 位, 检查轮胎 ID 并确定轮胎位置。如果发现轮胎 ID 错误, 就重新接收轮胎数据帧。

压力值、温度值: 长度都为 16 位, 表示轮胎压力值。

状态位: 8 位, 识别轮胎模块数据是否报警、确定轮胎位置以及启动 GPS 与 GSM 模块。

校验位: 16 位, 对比之前发射数据, 降低系统误码率, 提高信号传输稳定性。

3.2 汽车轮胎发射模块流程设计

首先系统进行初始化, 轮胎模块发射器与单片机 C8051F300 处于休眠状态, 等待传感器 SP12 与汽车终端的低频唤醒; 如果传感器 SP12 将单片机唤醒, 传感器 SP12 采集轮胎参量并判断, 若所采集的轮胎参量出现异常, 则立即通过发射模块将异常轮胎参量发送给汽车终端, 否则不发送数据; 如果汽车终端低频唤醒模块将单片机唤醒, 则将存储的数据通过发射模块发送出去, 之后再处于休眠状态; 如果有 SP12 的复位信号, 则单片机复位, 等待下一次唤醒。

3.3 汽车接收模块设计

首先上电复位, MCU 初始化, 启动接收芯片 TDA5201, 微处理器 MSP430F149^[5]接收 TDA5201 发来

的轮胎参量数据帧, 并进行CRC数据校验码检验及ID判断。如果接收到的轮胎参量数据帧正确, 处理器则根据所检测到的数据进行数据处理, 并送至液晶显示; 如果接收到的轮胎参量数据帧异常(包括高压判断、低压判断、高温判断、快速漏气判断), 则进行声光报警, 并迅速送至液晶显示。其中, 压力设为 P , 温度设为 T , 高压判断上限设为 P_{Max} , 低压判断下限设为 P_{Min} , 高温判断上限设为 T_{Max} , 快速漏气判断设为 P_{Leak} , 汽车的标准胎压一般在2.2 Bar与2.8 Bar间, 因此, 高压报警压力值 P_{Max} 设为2.8 Bar, 低压报警压力值设为2.2 Bar, 汽车高温报警 T_{Max} 为75℃; 当快速漏气 P_{Leak} 超过30 kPa/min时, 则实施快速漏气报警, 并用4个发光二极管表示各个轮胎相应状态, 若其中一个轮胎出现异常, 则相应的二极管亮灯, 并进行蜂鸣器报警, 具体流程如图3所示。

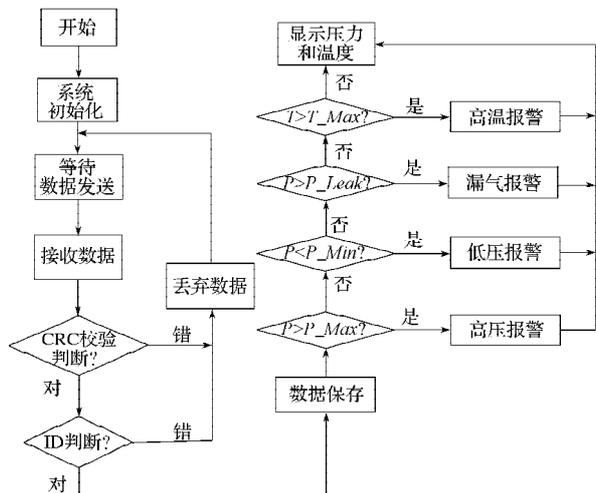


图3 汽车接收模块流程图

Fig. 3 Flowchart of vehicle receiver module

3.4 GPS和GSM通信软件设计

GPS主要用于确定汽车的位置, GSM模块主要是将GPS所定位的数据通过单片机发送到驾驶员手机中, 其流程如图4所示。

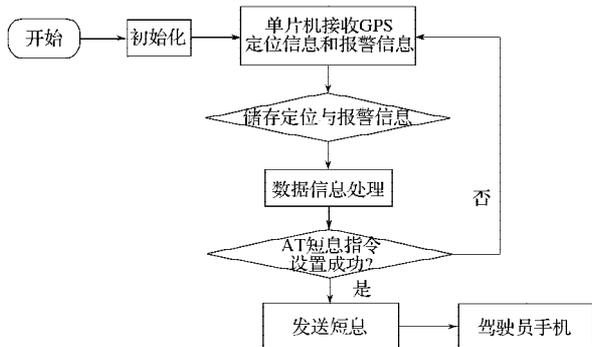


图4 GPS与GSM通信软件流程图

Fig. 4 Flowchart of GPS and GSM communication software

该模块主程序流程图包括复位上电、初始化、单片机对GPS定位信息的解码、以AT短信指令方式对GSM模块进行编码以及循环检测, 主要实现报警和短消息收发^[6]。单片机与GSM、GPS通信采用异步串行口通信, 通信时需要设置串口。

3.4.1 GPS通信协议及信息处理

GPS模块中, 采用国际标准NMEA-0183协议, 由单片机采集GPS定位信息。首先GPS初始化上电, 接收汽车运行信息, 并将运行信息传送到单片机串行口UART0中的特殊功能寄存器SBUF, 串行口控制寄存器SCON中的D0位RI被内部硬件置1, 向单片机发出中断请求, 使UART0中断, 接收GPS定位汽车信息; 在定位信息中, 因为GPS能接收汽车多种信息, 因此根据国际标准NMEA-0183协议, CPU选择汽车的位置、时间以及汽车速度并进行存储处理。

3.4.2 GSM短信发送协议

GSM与单片机采用串行口进行通信, GSM短消息使用GSM03.48与GSM04.11双协议。短信发送协议分为块(block)模式、基于AT短信指令文本(text)模式和PDU模式, 而AT指令发送短信有两种发送方式, 分别为文本(text)和PDU, 本设计采用PDU编码方式。

3.4.3 PDU编码发送短消息

以下是用PDU编码发送短消息的过程。

1) 设置短信中心号码, 并去掉“+”号, 用addr表示, 若中心号码为奇数, 在其后加F; 结果如下: addr=“861380000002F”。

2) 先将addr奇偶位交换位置, 再将短信中心号码前加上“91”, 最后将addr长度除以2可得addr=“0891916831080000020”。

3) 设置接收手机号码为: 13786398002, 方法同步骤3(号码后加F, 再将奇偶位交换), 用tele表示即tele=683187368900F2。

4) 将发送中文转换为Unicode码用message表示, 如“车辆移动”的Unicode码为8F668F8679FB52A8, 并将message长度除以2, 用16进制数表示“08”加在message后得message=“088F668F8679FB52A8”。

5) 将接收手机号码tele前加上1100D91。

6) 将接收手机号码tele后加000800与message得tele=1100D91683187368900F2000800A8F668F8679FB52A8。

7) 将tele长度除以2, 转为十进制得46/2=23。

8) 发送短消息内容如下:

```

send AT;
receive OK;
send AT+CMGF=0;
  
```

```

receive OK;
send AT+CMGS=23;
receive >;
send addr+tele //是发送符, 控制键(ctrl)+z16
进制代码为0X1A
receive +CMGS: 50 OK;
如果返回ERRON, 则发送失败; 否则发送成功!

```

4 系统应用

本文设计的汽车胎压检测系统和远程监控系统适用于各种类型汽车, 该系统的汽车终端实物图如图5所示。它能够实时检测汽车轮胎压力与温度, 当轮胎压力与轮胎温度出现异常时给予报警提示。并且当车主远离汽车后, 若车辆遭到人为破坏, 系统将会将车辆情况以AT短信指令方式传递到车主手机, 保障了汽车安全。本系统的无线发射频率为315 MHz, 无线信号传输稳定、可靠性高, 不会对其他无线信号产生干扰, 符合我国的法定要求。因此, 本设计为一个可靠、经济、环保的系统。

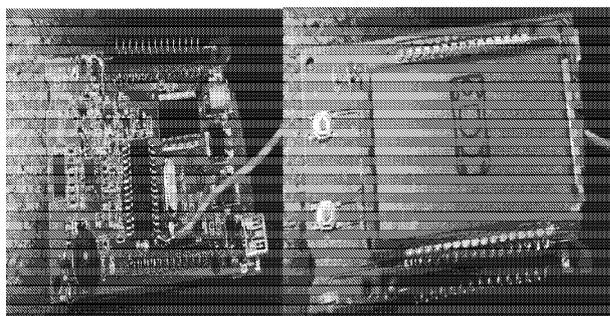


图5 汽车终端监控电路板实物图

Fig. 5 Picture of car terminal monitors circuit board

5 结语

本文设计了一种基于SP12的汽车胎压检测和远程监控系统。该系统可靠性高、节能, 当汽车轮胎压力过高、压力不足、快速漏气、高温时, 系统会通过液晶显示及声光报警, 提醒驾驶员采取相关措施; 本设计特别采用了GPS与GSM相结合的通信方式, 使汽车驾驶员通过GPS对汽车进行定位, 实时

了解汽车情况, 实现了汽车远程监控, 此设计产品已在实际应用中取得了较好的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 滕峻林. 汽车门禁与胎压监测系统的设计与实现[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2011.
Teng Junlin. Design and Realization of Auto Access and Tire Pressure Monitoring System[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2011.
- [2] 武斌, 李康, 孔繁敏, 等. 基于GSM短消息的GPS手持机的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2005(12): 107-110.
Wu Bin, Li Kang, Kong Fanmin, et al. Design and Realization of GPS Handset Based on GSM Short Message [J]. Computer Engineering and Applications, 2005(12): 107-110.
- [3] 吴光永, 刘建新. 基于PIC单片机的通用胎压监测系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2007, 15(11): 1434-1436.
Wu Guangyong, Liu Jianxin. Design of Universal TPMS Based on PIC MCU[J]. Computer Measurement & Control, 2007, 15(11): 1434-1436.
- [4] 宣皓滢. 基于GPRS和GPS的物流定位系统[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2008.
Xuan Haoying. The System of Logistics Positioning Based on GPRS and GPS[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2008.
- [5] 张俊林, 谭昊. 基于GSM网络的汽车防盗系统研制[J]. 重庆科技学院学报, 2010, 12(3): 149-152.
Zhang Junlin, Tan Hao. The Development of Automobile Anti-Theft System Based on GSM Network[J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology, 2010, 12(3): 149-152.
- [6] 黄庆彩, 李东红, 丁斗, 等. 基于MSP430的汽车无线定位监控系统设计[J]. 山西电子技术, 2012(6): 57-59.
Huang Qingcai, Li Donghong, Ding Dou, et al. A Wireless Location Monitor System Design of Car Based on MSP430 [J]. Shanxi Electronic Technology, 2012(6): 57-59.

(责任编辑: 申剑)