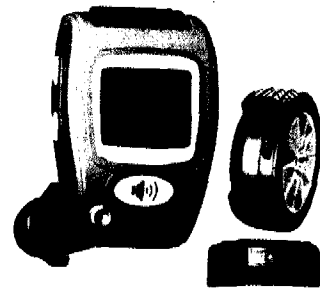


基于 GE NPX2 胎压监测系统的实现



□ 宁波中科集成电路设计中心 崔凤江 胡仕伟 黄 菲

TPMS (Tire Pressure Monitor System) 系统主要完成行车时的轮胎压力、温度实时监测,对轮胎的快/慢漏气、高压、低压和高温情况进行报警,降低轮胎爆胎的情况,提高驾车安全。

目前,TPMS系统主要有两种测量方式:间接测量方式、直接测量方式。

间接测量通过汽车 ABS 系统借助车轮转速传感器来测量4个车轮的转速。当轮胎气压下降,那么

轮胎转动直径减小,其转动的速度变快。目前间接测量主要是对比对角线上两个轮胎的转速。其缺点是:无法同时对两个以上的轮胎进行监测;在转弯时无法对同侧前后轮、内外侧轮胎进行单独监测。

直接测量法是将传感器安装在轮胎内部,直接对轮胎的气压和温度进行测量,数据比较准确,但它需要电池来对传感器模块供电。其缺点是电池使用寿命有限,不能更换电池。

TPMS 系统架构

图1给出了TPMS系统的整个架构。其中只有 SP30 和 NPX2 两种传感器集成了加速度传感器和低频唤醒功能。

从图 1 中可以看出,整个 TPMS 系统主要由两部分组成:传感器模块和中央控制器模块。而传感器是整个系统的关键,它包含压力传感器、温度传感器,起主要功能作用;而加速度传感器、电

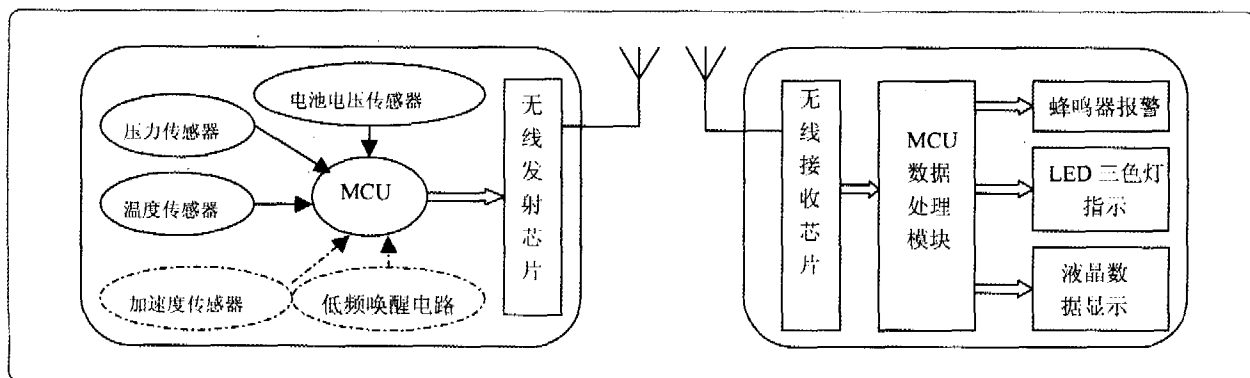


图 1 TPMS 系统框图

池电压传感器，甚至低频唤醒电路起到整个 TPMS 系统的辅助功能，特别是电池电压传感器，它的放电能力是整个系统工作的关键。

系统解决方案各具千秋

目前有不少提供独立的压力和温度传感器，但是仍然有一些专用的 TPMS 传感器，如飞思卡尔 MPX8020/40，GE 的 NPX1 和 NPX2，英飞凌的 SP12/T 和 SP30。

飞思卡尔 MPXY8020/40 传感器

飞思卡尔在 TPMS 系统技术开发上比较成熟，MPXY8020/40 传感器集成了电容式压力传感器和可变电阻式温度传感器，采用 SSOP8 封装。

GE NPX 系列传感器

GE 一直致力于传感器产品的开发，比较成熟的产品是 NPX1，它集成了压力、温度和电池电压传感器和一个 125KHz 低频唤醒电路，其内部还集成了一个 flash ROM 单片机。NPX2 在 NPX1 的基础上增加了一个加速度传感器，进一步降低 PCB 空间，增强传感器模块的智能性。

英飞凌 SP 系列传感器

目前，英飞凌公司 TPMS 传感器有 SP12/T 和最新的 SP30。SP12/T 包含压力、温度、加速度、电池电压 4 个传感器，其 SP30 传感器在 SP12/T 的基础上增加了一个 flash ROM 单片机，同时还集成了一个 125KHZ 的低频唤醒电路。

无线系统

TPMS 系统通过无线的方式

与中央控制器通信，要求所使用的发射芯片必须要满足 TPMS 的汽车级要求。同时，其发射功耗是传感器模块使用寿命的一个最为重要的指标。

目前在比较理想的无线发射芯片有飞思卡尔的 MC33493，美信的 MAX1479，英飞凌的 TDK51xx，ATMEL 的 T5753/4 等等。可以根据自己的需要自由选择。在功耗性能上以美信 MAX1479 性能最佳。

基于 GE NPX2 TPMS 系统实现

GE 公司凭借其在 TPMS 领域 10 年设计经验，使其成为该领域的领导者之一。其开发的 NPX2 包含了压力、温度、加速度和电池电压 4 个传感器，使基于该平台的 TPMS 系统更加紧凑、节能、稳定，同时降低传感器模块的尺寸和重量。

传感器模块

图 2 为 NPX2 传感器实现框图。

NPX2 基本参数：

- 8 位 RISC (精简指令) 微处理器
- 12 位 ADC
- 4k 字节闪存 (E-ROM)
- 4k ROM 系统程序
- 128 字节 RAM
- 128 字节 EEPROM
- 双通道 LF (低频) 接口电路
- LF、定时、加速度传感器、外部 (运动开关) 4 种唤醒方式
- 运行、空闲、停机、热保护停机 4 种工作状态
- 压力、温度、加速度和电池电压的测量、补偿和校准
- 兼容轮胎压力介质
- 450、700 和 1400kPa 压力范围
- 压力和温度传感器断线检测
- 芯片内置温度传感器
- 电池电压测量

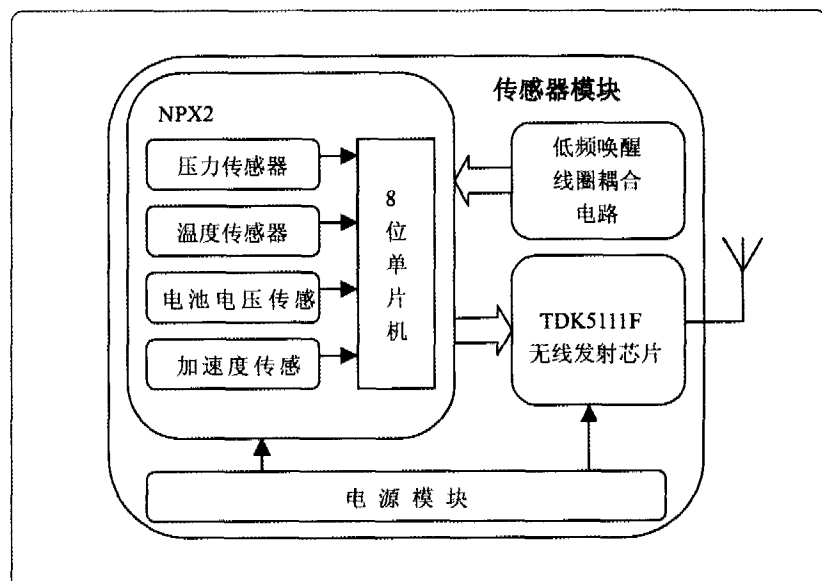


图 2 传感器模块实现框图

- 电池管理——最小化功耗
- 芯片内置高温停机功能
- 看门狗 / 时间间隔定时器

TDK5111F 是英飞凌的一颗 315 MHz 的发射芯片，采用 TSSOP10 超小型封装，数据为 FSK 或 ASK 可切换。其 powerdown 时的功耗电流为 0.3nA，PLL 使能时间为 1ms，发射电流为 14mA。

当汽车开动时，系统检测加速度门限值，若超过该值，传感器模块开始工作。传感器模块通过定时唤醒对高温、高压、低压、快慢漏气情况进行监测，若有情况发生，那么就发送异常数据给中央控制器，若正常，系统还是隔一定时间发送一次数据给中央控制器，以使控制器保持最新的轮胎数据。

接收端模块

图3为TPMS系统接收模块实现框图，在TPMS监控中心采用TDA5211作为接收芯片，MCU从该芯片的DATA引脚读取数据。无线数据采用曼彻斯特编码，在单片机内部对其进行软件解码。

LCD显示当前轮胎的压力、温度、电池电压，传感器信号接收情况，以及各种异常情况如高压、低压、高温等情况的相应报警处理，同时蜂鸣器和LED灯提供声光报警。

键盘主要完成整个系统的一些参数设置，如高压门限，低压门限，高温门限，轮胎学习、换位等一系列操作。

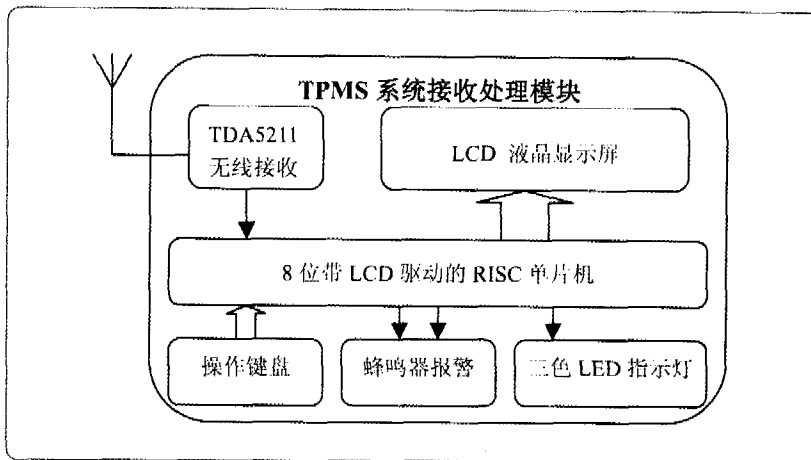


图3 TPMS系统接收模块实现框图

表1 数据帧格式

帧头同步码	传感器ID	压力值	温度值	电池电压值	CRC8校验码
-------	-------	-----	-----	-------	---------

软件设计

考虑到传感器模块使用一节电池供电，这就对传感器的能量消耗提出了严格的要求，因此软件设计也就成为TPMS系统成败的关键。

考虑到NPX2和TDK5111F睡眠时的电流消耗最低，而发射数据时的电流消耗最大。当汽车停止运行的时候可以使系统处于睡眠状态，那么电能消耗也会降低。从以上考虑，软件设计需要特别注意以下三点：

- 传感器在没有安装的时候让系统处于完全的睡眠模式
- 在汽车停止运行的时候使整个系统处于睡眠模式
- 在汽车行驶过程中，尽量延长数据采集并发送的次数

但是从系统可靠性上考虑，应该在每次发生异常情况如低压时，就应该及时的做出反应并报警，提示司机停车处理，真正发挥

TPMS系统的预警作用。

解决方案为系统设置定时唤醒，系统异常则立刻发送数据，但是一段时间后会停止发送该异常数据，若特定时间之后该异常情况还是没有解除则继续发送，如此循环反复报警。如果系统正常，则还是按照规定时间发送数据，更新控制器显示屏数据，降低电能消耗。

无线数据编解码处理。为了提高数据抗干扰能力，我们对数据采用曼彻斯特编码，在接收端按照发送的数据帧格式来解码。

表1为数据帧格式。从该数据帧中可以看出，同步码主要是为了从接收芯片的数据端口解码出实际发送的数据同步码，随后对数据进行接收。由于采用曼彻斯特编码，其数据可以通过单片机的中断口和其内部的一个定时器配合来解码，但是这个过程需要不断尝试才能得到比较理想的效果。⚡