

基于状态转换的低功耗胎压监测模块设计

沈 君, 张宏财

(中国电子科技集团公司第三十八研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要:对影响压力传感器胎压监测模块功耗的因素进行分析, 并介绍低功耗胎压传感模块的工作状态及转换关系。基于传统的初始化、工作、停机状态转换流程提出一种增加避免长操作等待的待机模式的改进方案。经过实际测量与试验, 胎压监测系统的工作功耗明显降低。

关键词:胎压监测系统; 压力传感器; 低功耗

中图分类号: TQ336. 1; TP216 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2015)04-0245-02

早期的胎压监测装置一般为间接监测, 如通过 ABS 速度传感器感知对称轮之间速度差的变化, 从而推测轮胎压力的变化^[1]。由于间接式胎压监测系统是主设备的附属设备, 因此很少考虑功耗大小。间接式胎压监测系统由于缺陷较多, 已逐渐被市场淘汰, 并被直接式胎压监测系统取代。直接式胎压监测系统是在轮胎内部安装传感器, 实时测量轮胎压力和温度, 并通过有线或无线的方式将采集的轮胎压力和温度数据传输至中央控制器, 显示在仪表盘等用户可读区域^[2]。

本工作采用英飞凌公司的 SP37 汽车轮胎压力传感器^[1], 着重探讨在该集成器件上进行的低功耗设计。

1 工作方式

由于直接式胎压监测系统安装在车轮内部, 不易检修, 因此多采用电池供电和无线通讯的工作方式。无线通讯工作方式分为单工和双工 2 种, 其硬件配置有所不同。其中, 单工工作方式的特点是工作方式简单、硬件成本较低、安装方便。单工工作方式存在的问题是安装在车辆 4 个轮胎上的胎压传感器相互独立、随机地发送数据, 这种发送模式会引起信息帧随机的碰撞和丢帧。为了保证中央控制器的接收效果, 需要冗余数据量与发送次数, 又会带来功耗的增加, 导致电池的使用寿命缩短。双工工作方式是从中央控制器中引出

4 根低频天线放置在每个车轮轮毂上方, 中央控制器通过低频天线向车轮内具备低频接收功能的传感器发送控制命令, 传感器按照控制命令的要求返回射频信息帧。这样中央控制器由单工方式的被动接收射频信息帧改为主动利用低频信息帧询问每个轮胎的压力和温度状态, 有效地避免了单工工作方式射频信息帧的碰撞和丢帧问题, 极大地降低了功耗。

2 传感器模块低功耗改进与分析

传感器模块单片机经过上电、复位、自检后, 进入正常工作模式。正常工作模式的状态与转换关系如图 1 所示。

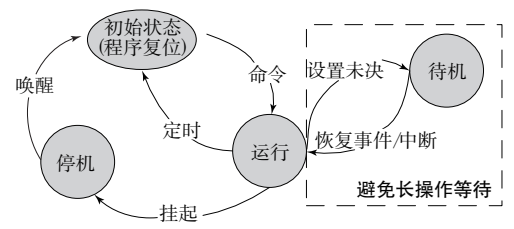


图 1 传感器模块单片机工作模式状态转换关系

图 1 中虚线框外部为通用的工作模式, 包括初始状态、运行状态和停机状态。

- (1) 初始状态。每次系统复位后均会进入该状态初始化单片机的时钟与外围器件。
- (2) 运行状态。单片机全速运行应用程序。此时单片机的时钟源由内部 RC 时钟提供, 在正常工作模式的所有状态中, 运行状态的功耗最高。
- (3) 停机状态。为节约电能, 将单片机及大多

作者简介: 沈君(1979—), 男, 安徽合肥人, 中国电子科技集团公司第三十八研究所工程师, 硕士, 主要从事软件开发工作。

数外部设备关闭为停机状态。在该状态下系统仅靠 2 kHz 的低功耗晶振驱动。在该状态下关闭的所有外部设备可以通过中断进行唤醒。

图 1 中虚线框内部是本研究补充的待机状态,在该状态下系统停止单片机主时钟以降低功耗。与此同时,定时器、电流 A/D 转换、射频(RF)发射和低频(LF)接收仍然在工作。因此,单片机可以在设置一个“长”操作开始后,不必在工作状态等待该操作完成,而是进入待机状态等待。这个“长”操作可以是温度或压力检测、电池电压的 A/D 转换、等待低频接收或等待射频发送完毕。待机状态的功耗仅为工作状态的一半,因此发射射频或采集传感器数据时需要尽量拉长在该状态下停留的时间。

表 1 所示为 SP37 压力传感器不同工作状态的实时功耗。

3 功耗实测值

设射频信息帧编码的字节长度为 10 个字节,

表 1 SP37 压力传感器不同工作状态的实时功耗

工作状态	测试环境	最大电流
运行(外设开)	$V_{\text{bat}}^{1)}=3.0\text{ V}, T^{2)}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	2.1 mA
	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	2.4 mA
运行(PLL 开, RF 发射)	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	8 mA
	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	9 mA
待机	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 mA
	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	1.1 mA
停机	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	700 nA
	$V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=125\text{ }^{\circ}\text{C}$	19.5 μA

注:1) V_{bat} 为供电电压;2) T 为环境温度。

SP37 压力传感器射频发送波特率为 9 600 bps,则引导码和结束码的编码发送时间大约为 10 ms。插入待机状态前后的实测电流值和持续时间对比如表 2 所示(测试环境为 $V_{\text{bat}}=3.0\text{ V}, T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$)。由表 2 的对比结果可以看出,系统单项功耗均有显著降低。

表 2 插入待机状态前后的实测电流值和持续时间

项 目	最大电流/mA		持续时间/ms
	插入前	插入后	
射频发射	14	10	
低频接收	2	0.004	
电池电压检测	1.9	0.91	6
温度检测	2	1.05	7
压力检测	2.1	1.02	7
加速度检测	1.8	1.02	7

4 结语

本工作对传统的初始化、工作、停机的状态转换流程提出改进方案,即增加避免长操作等待的待机模式。测试和试验结果表明:低功耗设计依据和设计方法具有合理性和实际工程意义,按照该方式设计的胎压传感器模块的使用寿命高于标准要求。

参考文献:

[1] 袁慧彬,黄俊,陈君.声表面波胎压监测器[J].压电与声光,2009,31(2):152-153.
[2] 杨旻,闵云龙,沈强,等.基于 MEMS 压力传感器的外置式数字胎压监测系统[J].传感技术学报,2010,23(9):1347-1352.

收稿日期:2014-10-24

Design on Low Power Consumption TPMS Based on Status Conversion

SHEN Jun,ZHANG Hong-cai

(The 38th Institute of China Electronics Technology Group Co.,Hefei 230031,China)

Abstract: In this study, the factors affecting the power consumption of TPMS sensor were analyzed,and the working status and conversions related to power consumption were introduced. Based on conventional finite status with initializing,working and stopping,a standby mode to avoid long operation waiting was presented. Test results showed that,the power consumption of the new TPMS system was significantly reduced.

Key words: TPMS;pressure sensor;low power consumption