

基于数据挖掘的多功能 OBD 车载终端系统设计 *

宋冬冬¹, 王楠², 田树耀¹, 刘付勇²

(1.河北科技师范学院 机电工程学院, 河北 秦皇岛 066004; 2.秦皇岛九然清洁能源科技有限公司, 河北 秦皇岛 066004)

摘要: OBD 车载终端可实现对车辆运行信息的捕获, 进而实现对车、人、环境三方面的状态监测。针对目前 OBD 产品功能单一的现状, 设计并开发了一套多功能 OBD 车载终端设备。硬件平台基于英飞凌公司的 XMC4500 系列 32 位高性能处理器, 配备了 4G 通信模块及 WiFi 模块, 实现了车辆数据上传与无线网络环境覆盖。搭载了 MPU-9250 陀螺仪, 实现对车辆的 9 轴运动检测, 支持 SDHC 大容量数据的读写操作。为了增强用户的体验, 增加了数字 FM 音频模块及胎压监测模块, 可提高用户的驾驶感受。该设计可实现对车辆发动机参数的采集与上传, 通过上位机平台对数据的算法计算, 能够对驾驶行为及 UBI 保险业务提供参考依据。

关键词: OBD; 车载终端; 数据挖掘; WiFi; 监测平台

中图分类号: TN87; U459

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.191103

中文引用格式: 宋冬冬, 王楠, 田树耀, 等. 基于数据挖掘的多功能 OBD 车载终端系统设计[J]. 电子技术应用, 2020, 46(6): 63-67.

英文引用格式: Song Dongdong, Wang Nan, Tian Shuyao, et al. Design of multifunctional OBD terminal system based on data mining[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(6): 63-67.

Design of multifunctional OBD terminal system based on data mining

Song Dongdong¹, Wang Nan², Tian Shuyao¹, Liu Fuyong²

(1. College of Mechanical Electrical and Engineering, Heibei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao 066004, China;

2. Qinhuangdao JiuRan Clean Energy Technology Co., Ltd., Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: OBD vehicle terminal can realize the capture of vehicle operation information, and then realize the status monitoring of vehicle, human and environment. Aiming at the present situation of single function of OBD products, a set of multifunctional OBD vehicle terminal equipment is designed and developed. Based on Infineon's XMC4500 series 32-bit high performance processor, the hardware platform is equipped with 4G communication module and WiFi module to realize vehicle data upload and wireless network environment coverage. It is equipped with the MPU-9250 gyroscope to realize the detection of the 9-axis motion of the vehicle and support the read and write operation of SDHC large-capacity data. In order to enhance the user's experience, digital FM audio module and tire pressure monitoring module are added to improve the user's driving experience. This design can realize the collection and upload of vehicle engine parameters, calculate the data through the algorithm of upper computer platform, and provide reference for driving behavior and UBI insurance business.

Key words: OBD; vehicle terminal; data mining; WiFi; monitoring platform

0 引言

随着新能源及 5G 通信技术的发展, 公路交通工具出现了重大变革, 从传统的无网络燃油汽车逐步过渡到互联网电动汽车时代。车联网技术正是将传统燃油汽车推向互联网车辆的重要抓手, 5G 时代的到来赋予了车联网产业重要的发展机遇^[1]。OBD 车载终端产品利用对车辆工况的采集与分析, 实现了车、人、环境三方面的整合。目前在该领域产品多基于以上三方面开展。文献[2]

利用英飞凌公司的 XC2000 系列单元实现了对电动汽车行驶数据的采集, 并构建了远程监控平台, 实现对被测车辆的无线访问。文献[3]基于飞思卡尔 MC9S12XE 单元实现对电动汽车电机、电池等数据的采集, 实现了全车 4G 信号覆盖等功能。文献[4]基于 STM32F103 单元配合速度传感器、振动传感器及 WiFi 和蓝牙通信技术, 实现了对车辆行驶数据的采集, 并通过上位机云服务器实现数据管理。其他相关文献研究思路基本相近^[5-8], 均围绕对车辆信息分析为基础, 实现驾驶员及周边环境信息的获取。作为车载终端, 除具备以上基本功能外, 还应多方

* 基金项目: 河北省重点研发计划资助项目(18210801D)

测控技术与仪器仪表

Measurement Control Technology and Instruments

面考虑用户的驾驶体验。本文在构建车辆、人员及环境信息分析模型的基础上,增加了FM音频及胎压监测功能,以拓宽消费市场,满足更多用户需求。

1 总体方案设计

基于前期对市场的了解与调研及上述分析,构建了本设计的基本结构方案,如图1所示。

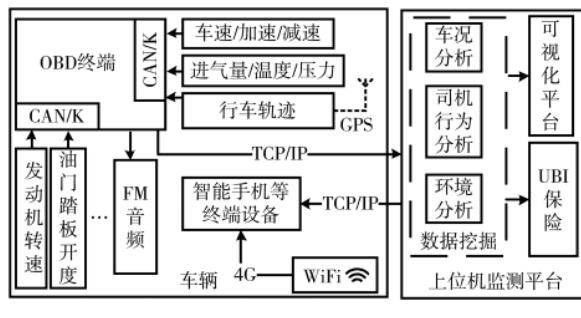


图1 整体方案架构图

整个系统架构包括上位机及下位机两部分,下位机OBD终端位于车辆内部,上位机监测平台位于监测中心服务器终端。下位机安装于车辆OBD接口处,用于获取发动机及车辆行驶数据,通过GPRS技术和TCP/IP协议上传至上位机监测平台,利用上位机底层数据挖掘算法对上传数据进行分析计算,间接获取车辆性能、司机操作行为以及周边环境信息,还可通过可视化平台重构各信息曲线及表格。驾驶人员通过车载终端覆盖的4G-WiFi信号可查询平台数据及接收平台推送的信息。另外,增设的FM音频模块,可通过手机操作或机端按键完成音频播放。整个架构在实现车载终端基本功能的基础上,提升了用户的使用感受,同时上位机平台的数据挖掘算法也可为今后的UBI保险业务提供基础数据。

2 硬件结构

车载终端硬件环境基于Infineon(英飞凌)公司的32位Cortex-M4系列工业级微处理器XMC4500而搭建,该系列处理器主要用于汽车电子领域。该芯片具有6路通用串行接口,包括UART、Dual SPI、Quad SPI、I²C、I²S和LIN,支持外扩SD及USB存储设备,高速Multi CAN接口可实现对车辆数据的实时获取。该芯片与常规STM32系列处理器相比,在稳定性及抗干扰性方面具有绝对的优势。硬件结构如图2所示。

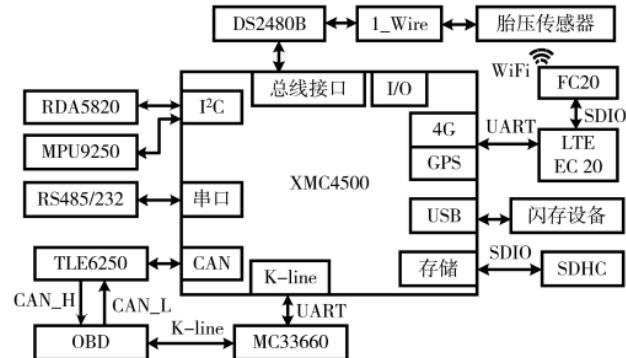


图2 车载终端硬件结构图

2.1 OBD模块

当前乘用车CAN协议包括ISO15765(GMW3110)、J1939、VW TP2.0、SAE J2411,其中,ISO15765为主流协议,已应用于众多车辆中。本设计使用基于TLE6250的CAN收发器实现对物理层与数据链路层通信,符合ISO11898国际标准^[9]。为满足部分旧车型接口需求,设置了K-line串行转接接口MC33660,经主控单元串口输出为标准的K-line接口,满足ISO9141国标诊断协议,经TLE625与MC33660输出连接OBD 16针通信接口。电路原理如图3所示。

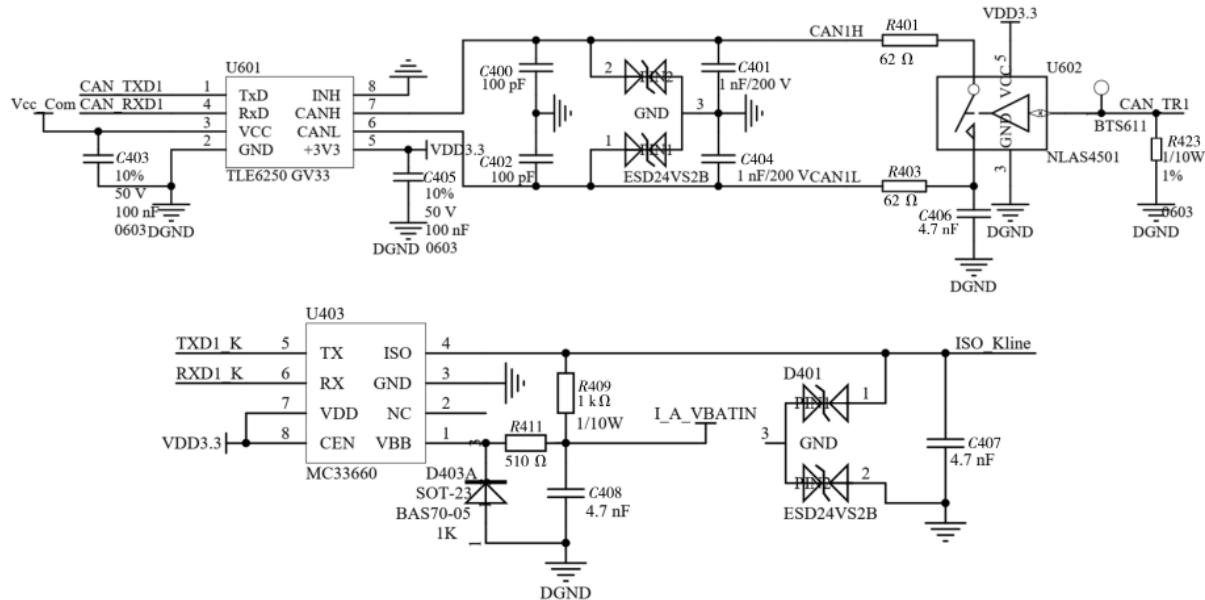


图3 CAN及K-line转接电路原理图

2.2 4G、GPS 及 WiFi 模块

为实现终端与上位机平台的数据互传,需要建立终端单元的物联网功能,常规做法是利用GSM模块通过物联网SIM卡经运营商网络与上位机服务器连接。为满足车辆周围固定范围内的网络共享需求,设计了WiFi模块。选型方面考虑多模块对设备空间的占用问题,使用了上海移远公司的Quectel E20 R2.1通信模块,该模块支持LTE-FDD/LTE-TDD/DS-HSDAPA/HSPA+/HSDPA等多制式网络通信,其内置的GNSS单元整合了GPS定位功能,节省了设置独立GPS模块所需空间^[10]。通过SDIO接口外挂Quectel FC20 WiFi单元,可满足2.4 GHz与5 GHz的无线网络共享需求^[11]。图4所示为EC20与FC20的接口电路。

2.3 存储模块

为了能够实现下位机的海量数据存储,设计了支持8 GB/16 GB/32 GB容量的SDHC卡,与控制器之间采用SDIO方式进行读写操作。记录数据格式可选为二进制存储或者是FAT32格式的文件系统存储。记录周期可以通过无线远程或者在线标定的手段来修改,数据可以通过读取SD卡或者无线远程的方式进行下载。

2.4 陀螺仪模块

陀螺仪单元使用了MPU9250系列9轴传感器,分别由3轴的陀螺仪、加速度计和磁力计组成,融合度高,可实现角度测量范围 $\pm 2000^\circ/\text{s}$ 、加速度最大测量 $\pm 16 \text{ g}$ 、磁感应强度最大测量 $\pm 4800 \mu\text{T}$,确保测量的精度及数据

完整度,实现全方位的车辆动态特性检测^[12]。该模块作为控制器外设,将实时采集的车辆姿态数字量信息经过I²C总线传给主控单元。

2.5 FM 音频模块

为满足对车载终端多功能的需求,设计了支持FM广播及音频播放单元。该功能通过RDA5820收音机驱动芯片实现,通过控制内部寄存器40H,可实现收、发一体的功能。与主控芯片之间可采用I²C或SPI两种方式通信,可通过控制MODE引脚电平实现^[13]。该模块还利用了TDA2822功率放大芯片,实现声音外放功能。通过主控制器给GPIO引脚输入的信号亦可以经RDA5820播放,从而实现了FM与音频的播放功能。电路原理如图5所示。

2.6 胎压监测模块

通过XMC4500内置的总线接口(串口)驱动DS2480B状态转换器,可实现1-Wire总线对轮胎气压检测的通信功能。该方案适合单一主机与多从机设备的通信方式,使用一根信号线实现双向通信,节省了总线资源。胎压传感器采用外置式,安装于轮胎气门嘴处,经内置无线发送模块与车内接收单元建立通信机制,实现胎压数据的捕获。该装置输出端与DS2480B的1-W口连接。DS2480B内部自带定时器,可实现4种通信速度,提高了测量的响应时间^[14]。胎压监测结构如图6所示。

2.7 电源设计

终端的供电设计分为5 V、3.7 V和3.3 V,电源结构

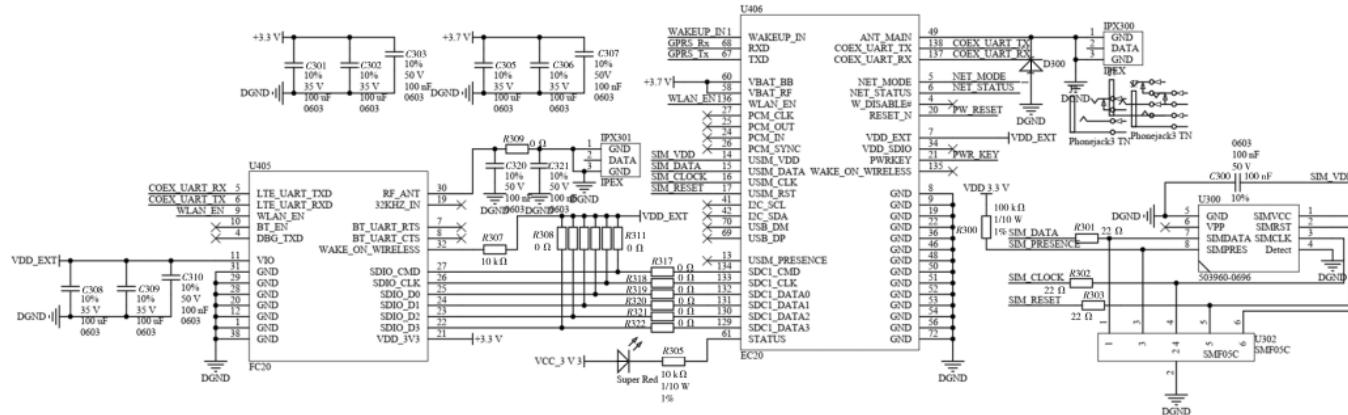


图4 GSM模块外围电路

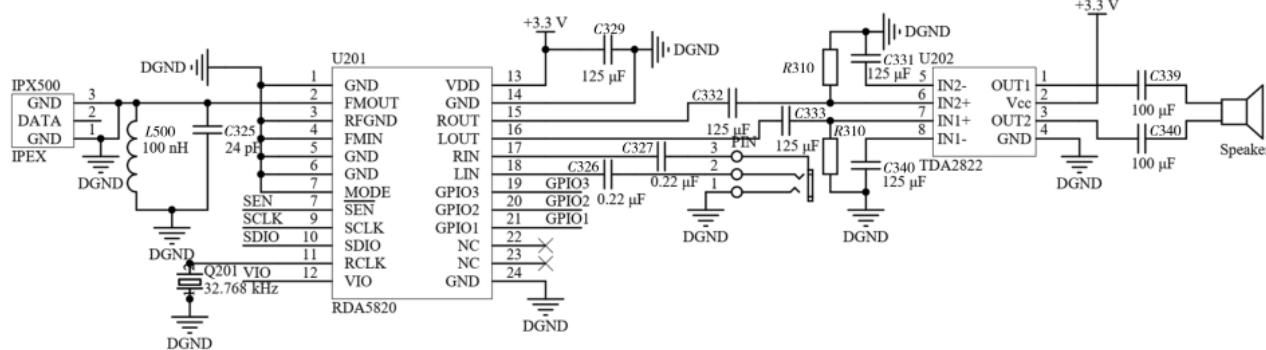


图5 FM模块电路图

测控技术与仪器仪表

Measurement Control Technology and Instruments

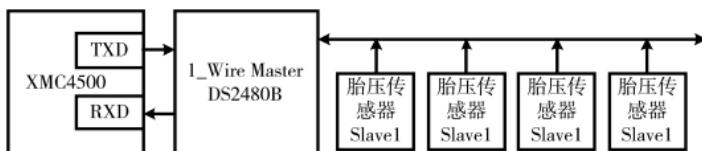


图 6 胎压监测结构图

如图 7 所示。总电源来自车辆电瓶, 为 12 V 或 24 V 电压信号, 先经 LM2576 降压开关电路得到 5 V 信号, 再分别经 AMS1117 和 MIC29302 得到 3.3 V 和 3.7 V, 保证了电路各模块的正常工作。

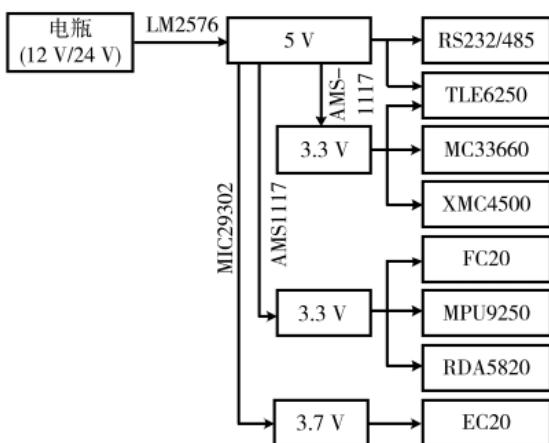


图 7 终端电源结构设计

3 软件结构

3.1 下位机终端程序设计

从功能角度, 下位机终端主要完成测量和通信功能, 除对 FM 音频的输出控制外, 不需要对车辆本体控制, 大大简化了程序设计。其基本结构如图 8 所示。主要包括: 主程序、初始化子程序、CAN 口通信子程序、串口通信子程序、SDIO 通信子程序以及 PC 通信子程序。其中主程序中包括初始化子程序及超循环程序, 超循环程序实现对各子程序入口的定义以及时间、设备状态等信息的刷新。初始化子程序包括主控单元及各器件端口初始化及变量初始化; CAN 口通信子程序包括对车辆 OBD

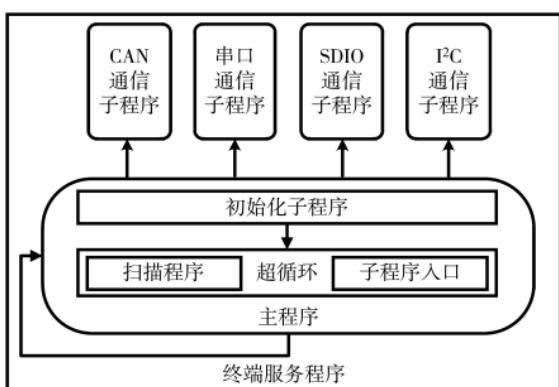


图 8 下位机程序结构图

接口数据收发的中断程序, 进而实现车辆数据的接收操作; 串口通信子程序包括对 GSM 模块收发操作、接收 GPS 信号、发送车辆数据等, 还包括 RS232/485 调试端口的收发数据、1-Wire 总线胎压数据上传以及 K-line 上传车辆数据操作。SDIO 通信子程序主要涉及对 SDHC 存储卡的读写操作; I²C 通信子程序是针对陀螺仪和 FM 音频设备的读写操作。无线 WiFi 模块与 GSM 模块之间通过 SDIO 通信方式实现信号的共享, 主控制器利用 AT 操作指令实现无线上网。

3.2 上位机平台程序设计

上位机监测平台基于 C#.NET 开发, 主要完成对下位机终端采集数据的挖掘分析及可视化处理。程序底层加入了聚类、BP 神经网络、决策树等机器学习算法, 保证了对大样本数据分析的有效性。数据库采用了 SQL Server 实现系统数据管理与存储。管理平台与 OBD 终端采用 TCP/IP 协议通信, 可满足信息上传的实时性和有效性。平台结构包括用户管理、车辆信息管理、算法分析、数据管理及消息管理功能, 基本结构如图 9 所示。

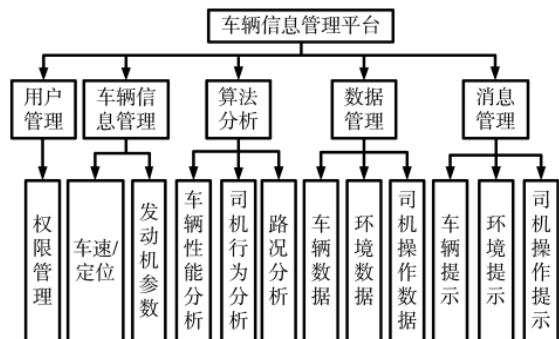


图 9 车辆数据可视化平台整体结构图

4 系统测试

前期测试过程利用了 20 辆相同型号的私家车搭载 OBD 终端完成, 测试工况采用不同时间的相同路段场景。经 4G 网络将采集的车辆数据上传至上位机服务器终端, 通过前期数据收集、清洗, 经算法分析, 可以得到车况、驾驶员及环境数据底层信息。

图 10 所示为对采集车辆数据中发动机转速和车速进行的可视化分析, 通过数学模型可以得到发动机转速和车速两变量函数关系, 进而重构得到各档位信息的聚类结果, 如图中斜线所示。经分析, 在该测试工况下, 系统可以给出驾驶员合理的驾驶建议, 如油门踏板控制、挡位切换控制等。对发动机进气量、发动机转速及车速数据的分析, 可实时跟踪车辆的运行状况, 判断发动机工况是否异常, 为故障诊断提供了依据。

图 11 为测试路段下, 被测车辆的位置、速度及发动机转速的可视化界面。可分析得到该路段不同时间段

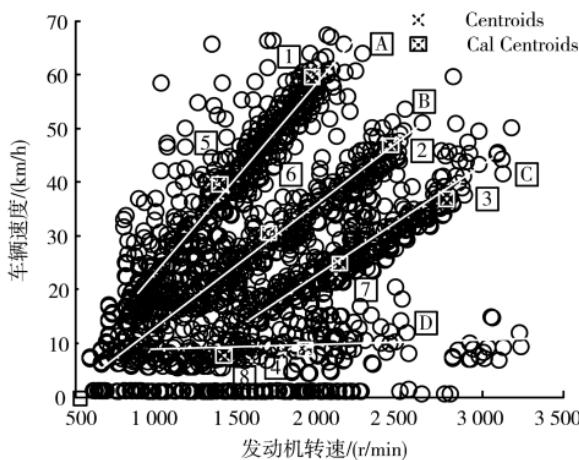


图 10 车载终端及档位信息重构数据

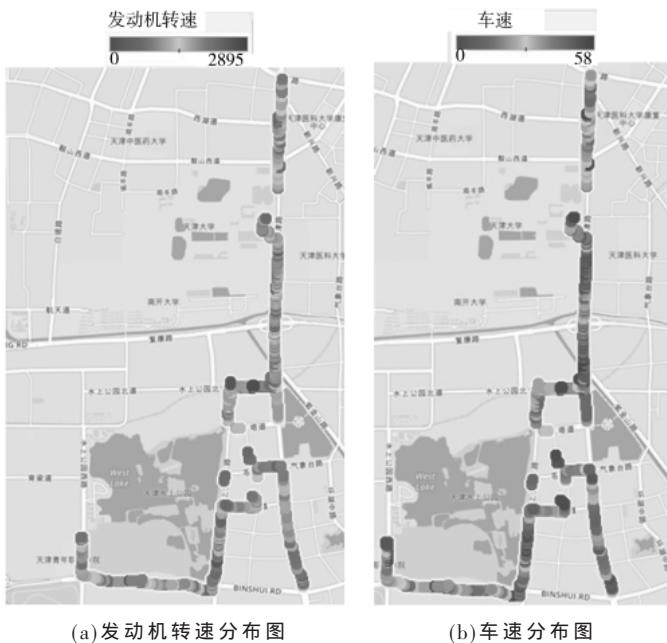


图 11 车辆发动机转速及车速可视化界面

的路况及车辆位置信息，间接作为交管部门管理路况的有效数据。

5 结论

本文基于嵌入式处理器开发了多功能车载终端系统，完成了硬件电路设计以及上位机监测平台的构建。终端设备在满足对发动机参数及车辆姿态参数采集的同时，兼顾了胎压监测及 FM 音频模块的实现，增强了用户体验。通过对被测车辆实测，采样数据可以有效上传至监测平台并实现数据挖掘算法分析，形成的可视化界面便于后台分析与利用。该系统设计达到了预期目标，可为该行业提供参考，具有良好的应用价值。

参考文献

[1] 朱雪田.5G 车联网技术与标准进展[J].电子技术应用，

2019, 45(8): 1-5.

- [2] 李亚伦, 徐健, 柳伟, 等. 电动汽车远程监控与服务系统开发[J]. 电子技术应用, 2016, 42(12): 34-37.
- [3] 苏涛. 电动汽车车载终端系统设计[J]. 自动化与仪表, 2018, 33(5): 88-92.
- [4] 张宇, 李鸣, 刘婷, 等. 基于 OBD 的车联网检测系统[J]. 电子器件, 2019, 42(1): 231-235.
- [5] 王璇皓. 基于 OBD 的车载远程数据终端的设计与开发[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- [6] 董小辉, 胡锦波, 黄浩, 等. 基于 SAE J1939 的商用车智能车载终端系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(7): 209-213.
- [7] 胡臻, 叶运生. 基于监控平台的智能车载终端设计[J]. 农业装备与车辆工程, 2019, 57(2): 24-27.
- [8] 刘磊, 李晓欢, 周胜源, 等. 一种智能车载终端系统设计[J]. 现代电子技术, 2018, 41(10): 47-50.
- [9] ISO 11898-1 Road vehicles—controller area network(CAN) – part 1: data link layer and physical signaling[S]. ISO, 2015.
- [10] 上海移远通信技术股份有限公司. EC20 R2.1 硬件设计手册[Z]. 2019.
- [11] 上海移远通信技术股份有限公司. FC20 硬件设计手册[Z]. 2019.
- [12] 王莉, 张紫烨, 牛群峰, 等. 基于 MPU9250 和 MS5611 的人体姿态检测系统设计[J]. 电子器件, 2019, 42(4): 978-983.
- [13] 王瑾, 袁战军, 张金博. 基于无线通信技术的调频发射接收系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(11): 89-93.
- [14] 宋晓博, 柴波. 基于 1-Wire 总线的嵌入式测温系统设计[J]. 现代电子技术, 2009(4): 162-168.

(收稿日期: 2019-10-21)

作者简介:

宋冬冬(1981-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向: 物联网技术、大数据挖掘算法设计。

王楠(1984-), 男, 工程师, 主要研究方向: 硬件开发。

田树耀(1983-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向: 信号处理技术。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所