

# 基于汽车 OBD 车联网的设计与实现

屠 雨 张凤登 单冰华

(上海理工大学光电信息与计算机工程学院 上海 200093)

**摘要:** 汽车 OBD 车联网的设计与实现,对人们的出行和道路交通安全都具有重要的意义。针对 OBD 模式的车联网设计和实现形式进行研究,以 OBD 诊断端口提供的车体 CAN 总线信息为车联网的信息来源,主要着重于车与人之间的信息互联。从 OBD 车联网硬件电路设计与实现和 OBD 车联网软件设计与实现两个方面入手,将整个系统集成并进行系统功能测试。经过 OBD 车联网离线测试和在线测试的实验结果表明,该系统具有精度高、性能稳定等特性,能快速高效的将当前车的信息通过 OBD 诊断端口反馈给用户,实现人与车的信息互联。

**关键词:** OBD;车联网;CAN 总线

**中图分类号:** TP368.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.0811

## Design and implementation of vehicle OBD based on vehicle network

Tu Yu Zhang Fengdeng Shan Binghua

(University of Shanghai For Science and Technology, Shanghai 200093,China)

**Abstract:** Because car OBD bus network, the design and implementation of for people's travel and road traffic safety is of great importance, so this paper is aimed at a car network design and implementation model of OBD, vehicle CAN bus information provided by the OBD diagnostic port for car networking information sources, mainly focuses on the information interconnection between cars and people. First of all, from the OBD car networking hardware circuit design and implementation and OBD networking software design and implementation of two aspects. Finally, the whole system integration and system function test. After OBD car networking offline and online testing of the experimental results show that the system has high precision, stable performance characteristics, can the current car quickly and information feedback to the user through the OBD diagnostic port, realizes the person and the vehicle information interconnection.

**Keywords:** OBD; vehicle network; CAN bus

## 1 引言

车联网是当今汽车发展科技、互联主题的一个重要组成部分,车联网已经成为汽车行业的一个重要发展方向,并呈现不断上升的发展趋势,具有很好的发展前景<sup>[1-2]</sup>。由于传统的汽车不能实现人与汽车的信息联系,为了实现人与车的互联,本文所研究的 OBD 模式的车联网,是车联网的一种实现形式,是汽车的车载诊断系统,这个诊断系统是用来实时的监控发动机的运行状况和尾气处理系统的工作状态。本文主要是通过软硬件实现车联网中汽车与人之间的信息交互,能够通过手机终端及时了解汽车的各种状态,同时在设计中加入汽车主动安全的设计思想,例如超速报警,换道辅助等功能,保证驾驶员的行车安全<sup>[3]</sup>。

## 2 OBD 车联网硬件电路设计与实现

### 2.1 网关硬件整体设计方案

OBD 模式车联网系统,在其实现形式上,是一个典型的物联网的系统结构,主要由数据采集、数据分析和结果展现等组成。汽车 CAN 总线数据的采集是最基础也是最重要的,为了能将采集的 CAN 总线车辆数据从 OBD 端口采集出来,然后通过 Wi-Fi 无线通信技术发送到智能手机终端,需要设计硬件电路实现这些功能。

由于 OBD 网关在汽车中工作环境的特殊性和复杂性,在硬件电路设计时需要考虑的因素比较多,主要包括:

1) 功耗问题 OBD 网关的电源来自于汽车的 12 V 铅酸蓄电池,如果网关的功耗较高,会导致汽车发动不起来的情况发生,所以在硬件电路选型的时,要注意芯片选用的低

功耗性;

2) 可靠性问题本设计中,汽车与人之间信息交互的 OBD 车联网的实现形式融入了主动安全的思想,要保证驾驶员与机车的安全,要保证 OBD 网关工作的可靠性;

3) 电磁兼容性问题汽车中存在大量的电磁干扰,为了保证 OBD 网关在强电磁干扰中稳定工作,需要在硬件设计

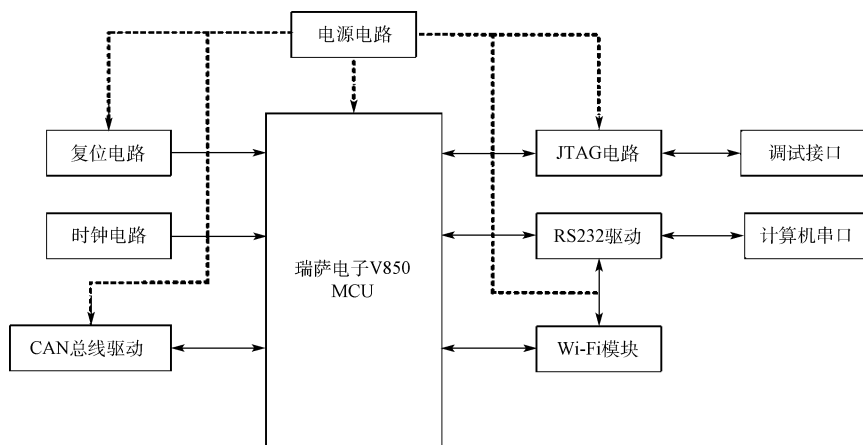


图 1 OBD 网关硬件框图

## 2.2 微控制器 V850 最小系统

要想实现硬件电路的控制功能,主控芯片是必不可少的。在芯片选型时考虑的主要因素有以下几个方面:

1) 汽车上的电磁干扰是很长巨大的,一个抗干扰、性能可靠的 MCU 是必需的;

2) 网关需要从 OBD 诊断口读取 CAN 总线信息,为了简化硬件电路设计,选用内嵌 CAN 控制器的微控制器,并且能完全支持 CAN2.0B 协议规范;

3) 由于设计中为了满足实时性的要求,用汽车常用的嵌入式 OSEK/VDX 操作系统<sup>[4]</sup>,所以芯片应该支持运行这个操作系统;

4) 芯片具有较大的内部程序存储空间,并且能过支持在线的实时仿真调试;

本设计选用瑞萨电子 V850 系列的汽车专用级微控制器 uPD70F3558,它内部有 144 kB 的 RAM 和 64 kB 的数据 FLASH 及 2 MB 的指令 FLASH 存储器,CPU 工作的最大频率可以达到 80 MHz,内部有 4 个通道的 CAN 控制器,5 个通道的通用异步收发传输器 UART。此外具有丰富的片上资源,例如 137 个 I/O 接口,8 个通道 16 位的定时器等<sup>[5]</sup>。

## 2.3 Wi-Fi 模块接口电路

为了实现 OBD 网关与手机之间的信息交互,设计中采用低功耗小尺寸 Wi-Fi 模块,它可以有效支持 802.11b/g/n 无线标准,超低功耗,支持 UART 数据通信接口,支持工作站(station)和接入点(access point)工作模式<sup>[6]</sup>。在本设计

时考虑电磁兼容与电磁干扰方面的设计,以提高网关的抗干扰能力;

4) 外形尺寸汽车 OBD 接口一般位于汽车驾驶员方向盘左下方,为了不影响驾驶员或侵犯驾驶员的驾驶空间,这就要求 OBD 网关的外形尺寸要尽量的小。

针对这些需求和需求,本论文中设计了汽车 OBD 网关硬件电路,总体硬件框图如图 1 所示。

中,如图 2 所示,将需要发送到手机上的车辆 CAN 信息,通过串口通信发送给 Wi-Fi 模块,然后发送到手机终端。

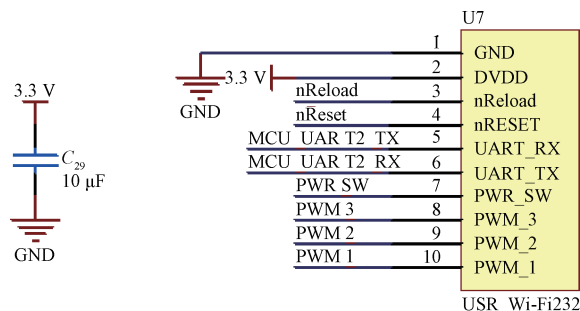


图 2 Wi-Fi 模块接口电路

## 2.4 CAN 总线通信驱动电路

在 CAN 总线通信驱动电路中,采用 CAN 总线收发器 SN6HVD1040。本设计中,采用恩智浦 NXP 公司的 TJA1051T/3 高速 CAN 收发器,可以作为 CAN 控制器与物理总线间的接口,为 CAN 控制器提供电平转换的差分发送和接收功能<sup>[7]</sup>。同时具有极低的电磁辐射(EME),超强的抗电磁干扰(EMI)性能。

采用了 2 个通道的 CAN 接口,其中一路 CAN 通道接入汽车 OBD 接口的 CAN 总线通路,另外一路作为 CAN 总线信号的转换调试。为了方便与 Vector 公司的 CANoe 相连接,物理层接口管脚同样采用 7 Pin 为 CAN\_H,2 Pin 为 CAN\_L,同时每个网络的终端接入 120 Ω 电路,可以

有效防止信号电平反射。

### 3 OBD 车联网软件设计与实现

#### 3.1 OSEK/VDX 实时操作系统设计

为了保证系统任务执行的实时性，本论文中采用 OSEK OS 作为系统软件的架构，取代以往软件设计中使用的死循环函数来进行程序执行的方法，同时应用程序中修改单独任务不会影响其他任务，对于多任务系统只要将任务放在不同的任务调用函数就可以了。

系统节拍可以看作是操作系统心脏的脉动，在 OSEK 操作系统中，系统节拍定时器采用一个 32 位的初始值递减计数器，当初始计数值减为 0 时，就会触发中断服务函数<sup>[8]</sup>。V850 单片机外围电路采用 10 MHz 时钟晶振，并将其作为定时器的时钟源，如图 3 所示，当将递减计数器 (OSTMnCNT) 初始化为 10 000 时，当定时器使能 (OSTMnTSF = 1)后，系统节拍定时器每隔 1 ms 就会产生中断 (OSTMnTINT = 1)，用做 OSEK 操作系统的时钟节拍。

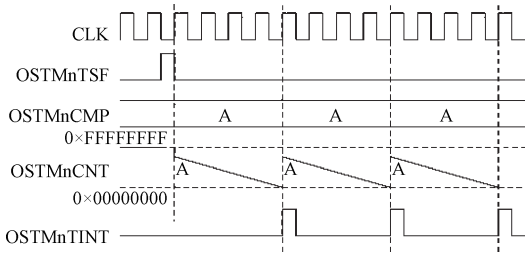


图 3 系统节拍定时器时序图

在定义任务以及任务执行时间时，需要对任务的执行时间进行初始化，利用 SetRelAlarm() 函数可以完成这个工作，如图 4 所示，SetRelAlarm 的第一个形参是任务的标

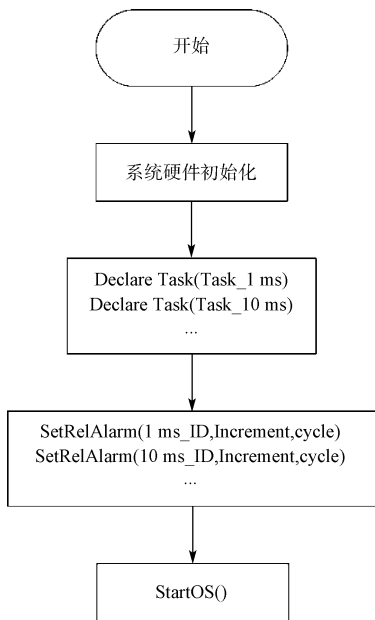


图 4 系统初始化

示符 AlarmID;第二个对应任务的节拍值 Increment 时间，随着时钟节拍这个任务节拍值时间减少，当减为 0 时，就会激活相应任务进程;第三个是任务的周期时间 Cycle，一旦任务节拍值 Increment 减为 0，系统自动填充为原始任务的节拍值，备下次系统任务调用使用<sup>[9]</sup>。

#### 3.2 CAN 通信程序设计

CAN 协议支持的位速率可以在 1 Kbit/s 到 1 000 Kbit/s 之间。CAN 网络中的每个节点通常采用振荡器作为自己的时钟源，并且每个节点的位定时参数是可以独自配置的。硬件电路节点容易受到外界环境的影响，比如温度、电压或者老化的器件等都可能引起晶体频率的变化。根据 CAN 协议规范，位速率是指 1 个理想的发送器在没有重新同步的情况下每 s 发送的二进制的位数。位时间用位速率的倒数来表示。位时间可以被划分为 4 个独立并且没有相互重叠的段，这些段包括同步段 (Sync\_Seg)，传播时间段 (Prop\_Seg)，相位缓冲段 1 (Phase\_Seg 1) 和相位缓冲段 2 (Phase\_Seg 2)。这些段又可由称为时间份额 (TQ) 的基本时间单位构成。即 1 位由 4 个不同的段组成，每个段又由若干个 TQ 构成，这称为位时序。通过设定位时序，多个节点可以同时采样，也可以任意设定采样点。所谓采样点是读取总线电平，并将读取到的电平作为位值的点，位于相位缓冲段 1 结束的地方<sup>[10]</sup>。具体的位时间划分如图 5 所示。

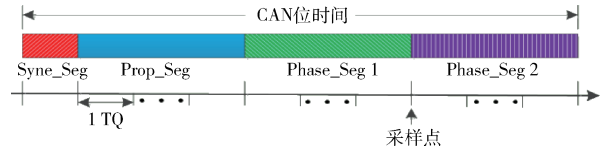


图 5 CAN 位时间划分

#### 3.3 微控制器 V850 代码驱动生成

在对 V850 单片机底层硬件代码进行编程设计 A/D 时，借助了瑞萨半导体公司的代码生成工具 Applilet (application leading tool)<sup>[11]</sup>，通过配置图形界面窗口中的各种信息，如图 6 所示，可以针对 MCU 的外围功能自动生

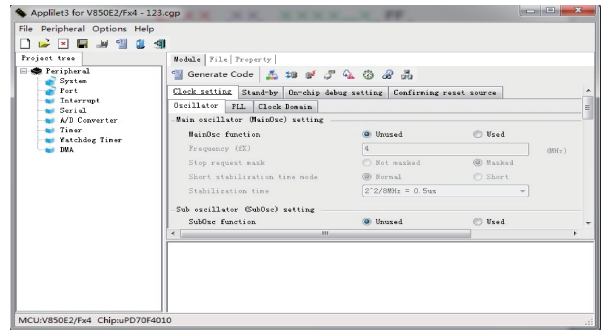


图 6 V850 代码生成工具

成设备驱动代码,包括端口、时钟、定时器、串行接口和 A/D 转换器等。

## 4 OBD 车联网系统集成与实测评估

### 4.1 系统集成

将硬件与软件整合,构建成如图 7 所示的车联网系统。

在图 7 中,首先从汽车的 OBD 接口分别引出电源线、

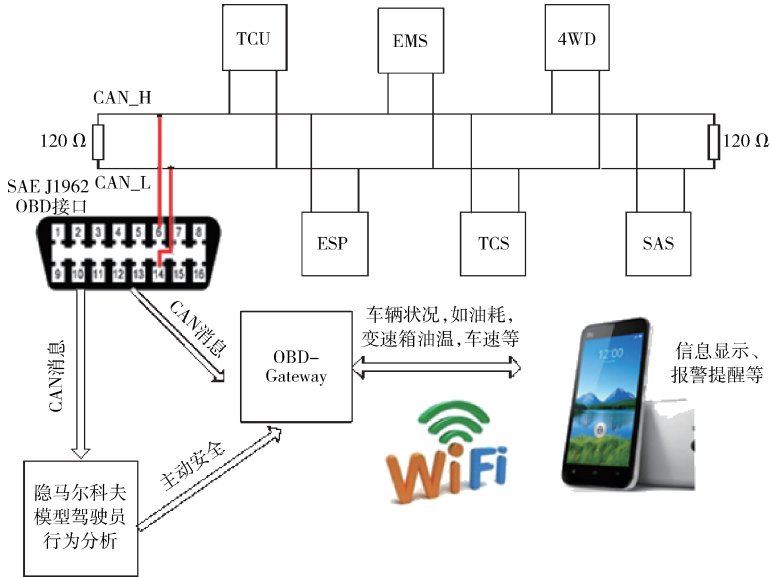


图 7 OBD 车联网系统集成图

### 4.2 OBD 车联网离线测试

为保证 OBD 车联网系统运行的实时性,需要对 OSEK/VDX 实时操作系统的运行效果进行评价测试,在软件设计中共有 3 个执行任务,1 ms 任务主要完成与 CAN 控制器相关的初始化工作,10 ms 任务主要完成 CAN 报文的收发工作,20 ms 任务主要完成 CAN 报文与 UART 串口消息的转换发送工作。另外为了保证测试的完整性,在定义任务时,定义了 5 ms,100 ms,720 ms 和 1 s 的任务,这些只是在任务调度的范围内,但是其具体执行内容为空。借助于 Cubesuit+ 软件强大的片上在线调试功能,进行任务调度时间测试,具体方法为分别在系统时钟节拍使能处(时刻为 0)与对应任务调度函数处(时刻为任务执行时间)设置断点,Cubesuite+ 软件会自动计算两个断点的运行时间差值,此差值即为任务开始执行到执行完毕的任务调度时间。测试结果如表 1 所示。

从上表可知,OSEK OS 任务定义的时间与在 MCU 中实际执行的时间误差还是比较小的,说明 OSEK/VDX 操作系统的软件设计方法的有效性。

在 OBD 车联网的软件编写测试和整体功能的测试过程中,不可能一直在实体车辆上完成这些工作。为了摆脱对实体车辆的 CAN 消息源的束缚,利用 CANoe 软件的在

地线、CAN\_H 和 CAN\_L 4 根线,接入 OBD 的硬件网关。图中 CAN 总线报文分成两路,一路将与车辆健康状况息息相关的车辆信息,比如油耗、变速箱温度等送入网关,进行数据转换;另外一路将 CAN 总线数据用于隐马尔科夫模型的建模,进行模型参数训练,得到驾驶员换道行为的方向盘转角和方向盘转动速度的最大阈值,为换道行为提供预警信号;最终将这些信息通过 Wi-Fi 模块发送到手机上,实现人与车互联的车联网的形式。

表 1 OSEK OS 任务定义时间与实际执行时间

任务定义时间	平均实际时间
1 ms	1.047 ms
5 ms	5.076 ms
10 ms	10.076 ms
100 ms	100.055 ms
720 ms	720.085 ms
5 s	5.000 s

线 Logging 功能,可以将实体车辆在静止或者运动状态的所有 CAN 报文记录下来,如图 8 所示。

当需要车辆信息时,只需要在 CANoe 软件中进行相应的配置,将采集的数据进行回放,通过 CANcaseXL 接口接入 CAN-bus 就可以得到车辆信息。系统上电之后,打开手机 Wi-Fi,找到 Wi-Fi 模块的热点 USR-WIFI232-T,修改网络工作模式为 TCP Client,服务器 IP 地址为 10.10.100.254,服务器端口为 8899,然后点击连接即可。本论文中使用的手机客户端,如图 9 所示,是有人科技提供的,界面只能进行交互式数据传输,即请求响应消息。

### 4.3 OBD 车联网在线测试

在离线状态测试好 OBD 车联网之后,将整个系统安

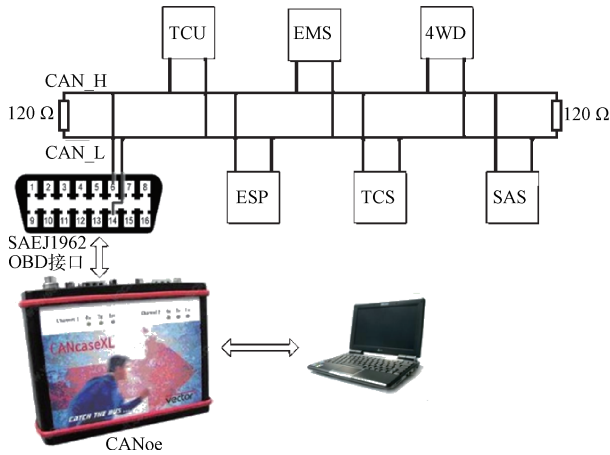


图 8 车辆 CAN 报文的采集结构



图 10 OBD 车联网在线路测路线



图 9 OBD 车联网安卓客户端

装到汽车上,把从 OBD 端口引出的 CAN 线、电源线接入 OBD 硬件网关,然后进行实时道路测试。经由上海市外高桥保税区南站到五洲大道道路测试,如图 10 所示,用手机安卓客户端对网关收发指令,然后在 CANoe 软件的 Trace 窗口进行结果比对,此 OBD 车联网系统运行正常。

## 5 结 论

本文介绍了基于汽车 OBD 车联网的设计与实现,经过软件和硬件的调试,能够很好地实现设计的要求。经实验验证,该系统精度高,实时性好,工作稳定,具有很好的使用前景。

## 参考文献

- [1] 逸平. 迎接车联网时代的到来[J]. 交通与运输, 2010,26(6):56-57.
- [2] 金羽晔, 沈鸣. 三种主导模式引领产业务实发展 TSP 服务平台成车联网发展核心[J]. 通信世界, 2013(17):36-37.
- [3] 吴成英, 樊战友, 闫辉. 实时监控串口数据的统计软件设计与实现[J]. 电子测量技术, 2011, 34(8):95-98.
- [4] 彭铭蔚, 孙泽昌, 陈觉晓. 一种嵌入式实时操作系统——OSEK/VDX OS [J]. 测控技术, 2004, 22(12): 45-47.
- [5] 张旭, 亓学广, 李世光, 等. 基于 STM32 电力数据采集系统的设计[J]. 电子测量技术, 2010, 33(11): 90-93.
- [6] 王欢, 黄晨. 高精度无线环境温度湿度测量系统设计研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2013,27(3): 211-216.
- [7] 林海军, 赵晓娜, 杜雪珍. 基于 C8051F041 的 CAN 接口操控器的研制[J]. 电子测量技术, 2011, 34(6): 51-54.
- [8] 张宝民, 孙晓民. 基于 OSEK 规范的嵌入式实时操作系统研究[J]. 计算机应用研究, 2004, 21(4): 32-35.
- [9] OSEK Group. OSEK/VDX operating system specification[Z]. (2005-02-17).
- [10] 杨卫东, 邓冠群, 张国平, 等. 基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统[J]. 电子测量技术, 2015, 38(8):94-98.
- [11] 李源明, 张波, 李署坚, 等. GPS 软件接收机中一种新的弱信号捕获算法[J]. 电子测量技术, 2012,35(11): 13-17.

(下转第 47 页)