

# 基于蓝牙的汽车 OBD-II 电控故障诊断系统<sup>※</sup>

吉永卿, 龚元明

(上海工程技术大学 汽车工程学院, 上海 201620)

**摘要:**针对传统手持式汽车故障诊断设备的不足,为了能够在线监测和诊断汽车故障,将蓝牙(Blue tooth)、CAN (Controller Area Network) 总线、智能手机三者结合在一起,构建基于蓝牙技术的汽车无线故障诊断系统。该系统能满足对汽车诊断技术的实时性和移动性的需求,实现对汽车发动机 OBD-II 的无线故障诊断。本文详细地描述了构建的技术方案、系统结构、通信协议和软硬件实现电路。

**关键词:** 蓝牙; OBD-II; CAN 总线; 单片机; XC-2234L

**中图分类号:** TP399

**文献标识码:** A

## OBD-II Electric Control Fault Diagnosis System for Automobiles Based on Bluetooth<sup>※</sup>

Ji Yongqing, Gong Yuanming

(School of Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Aiming at the shortcomings of traditional handheld fault diagnosis devices for automobiles, a wireless automobile fault diagnostics system based on Bluetooth technology is constructed by combining Bluetooth, CAN (Controller Area Network) bus and smart phone so as to monitor and diagnose automobile faults on line. The system can meet the real-time and mobile demands of automobile diagnosis technology, and realize the wireless fault diagnosis of automobile engine OBD-II. This paper elaborates the technical scheme, system structure, communication protocols and software/hardware circuits.

**Key words:** Bluetooth; OBD-II; CAN bus; MCU; XC-2234L

## 引言

随着汽车电子控制技术的迅速发展,汽车上各种电子控制单元和设备不断增加,汽车故障诊断系统也日趋复杂。传统式诊断系统有着结构复杂、成本高、不利于携带、诊断效率低等缺点,现阶段使用最为广泛的诊断系统是第二代车载诊断系统(the Second On-Board Diagnostics, OBD-II)。本设计采用一种基于蓝牙技术及车载自诊断系统的汽车发动机电控无线故障诊断系统。该系统硬件设计简单、软件开发难度低、远程交互容易,能有效克服地域差异,满足汽车诊断对实时性和移动性的需求。

## 1 方案设计

### 1.1 工作原理

基于蓝牙技术的汽车 OBD-II 电控故障诊断系统工作原理如图 1 所示。

电控故障诊断系统中, CAN-Bluetooth 模块通过 OBD 接口(CAN 总线)和汽车电子控制单元(简称 ECU)通信,读取来自 ECU 的信息,转换成蓝牙数据发送给具有蓝牙

功能的智能手机。同样,手机发送数据信息给 CAN-Bluetooth 模块,转换成 CAN 报文信息后发送给 ECU,实现智能手机和 ECU 信息的无线交互通信。

### 1.2 OBD-II 简介及其接口定义

OBD-II 故障诊断标准是开发第二代故障自诊断系统的标准,该标准目前被世界各大汽车制造厂商广泛支持。支持该标准的汽车的 ECU 具有监测发动机控制系统和排放系统的能力,当汽车的某个系统发生故障时,便会产生相应的故障代码。通过一定的程序可以从 ECU 中获取故障代码,这样就可以准确地确定故障的性质和部位。此外,还增加了范围广泛的监测系统,使得对汽车实时工况的监测成为可能。OBD-II 系统要监测任何一个与排放有关的部件或系统,重点是监测燃油和空气测定系统、点火系统、发



图 1 电控故障诊断系统原理

动机间歇熄火以及废气控制辅助装置故障。OBD-II 系统将实时监测汽车零部件及系统故障,以保证汽车在整个使用过程中其排放量不超过排放法规的要求。

OBD 接口定义如表 1 所列。

表 1 OBD 接口端子定义(16pin 母头)

端子	功能定义	端子	功能定义
1	低速 CAN High Line	9	低速 CAN Low Line
2	预留功能	10	预留功能
3	预留功能	11	预留功能
4	车身直接搭铁	12	预留功能
5	信号回路搭铁	13	预留功能
6	高速 CAN High Line	14	高速 CAN Low Line
7	K Line	15	预留功能
8	Ignition On	16	蓄电池正极

1.3 蓝牙技术

蓝牙技术是一种新的短距离无线通信协议,是一种无线数据与语音通信的开放标准,目的是以无线的方式取代现有的有线接口。其优势在于:具有很强的移植性,可应用于多种通信场合;硬件集成应用简单,成本低,实现容易,易于推广;功耗低,对人体危害小;采用扩频跳频技术,抗干扰能力强,增强了信息传输的安全性。汽车系统与蓝牙技术相结合,将会给汽车的生产和服务带来更大的方便。如果进一步与移动电话连接起来,车主可在任何时间、任何地点都能了解汽车的状况,并给予必要的控制。

1.4 各部分通信方式

CAN-Bluetooth 模块与 ECU 通过 CAN 总线进行双向通信,实时、直接地读取来自 ECU 的数据信息。

① CAN-Bluetooth 模块接收来自 ECU 的数据信息。来自 ECU 的数据信息为 CAN 格式的数据报文,CAN-Bluetooth 模块读取 CAN 格式的数据帧和对应的 CAN ID 地址。

② CAN-Bluetooth 模块发送给 ECU 数据信息。CAN-Bluetooth 模块发送给 ECU 的数据信息来自手机按键命令(如读故障码、读工作参数等),以无线蓝牙信号方式进行通信;通过 CAN-Bluetooth 模块应用软件对来自手机的按键命令进行处理,根据设定的通信协议(J1939 协议和 ISO15765 协议等)对数据进行解析,转换成对应的 CAN 格式的数据帧,发送给 ECU。

③ CAN-Bluetooth 模块发送数据给手机终端。CAN-Bluetooth 模块与手机通信,通过蓝牙接口模块进行无线射频通信。CAN-Bluetooth 模块将接收的 ECU 数据(CAN 报文格式)转换成对应的串行数据(包含 CAN 的 ID 地址),发送给手机。通过手机端的应用软件,根据设定的通信协议(J1939 协议和 ISO15765 协议等)对数据进

行解析,显示来自 ECU 的数据信息。

④ CAN-Bluetooth 模块接收手机终端数据。CAN-Bluetooth 模块接收的手机端数据即命令请求(蓝牙报文格式),根据设定的通信协议(J1939 协议和 ISO15765 协议等)对命令进行解析,转换成对应的 CAN 报文格式的数据,发送给 ECU。

1.5 J1939 通信协议

J1939 协议是美国汽车工程师协会发布的以 CAN 总线为基础支持闭环控制的在多个 ECU 之间高速通信的网络协议,主要运用于载货车与客车。本协议与 CAN 规范有不同之处。例如:在消息路由部分,CAN 规范定义不使用节点地址;而在本规范中必须使用节点地址,以防止多个节点使用同一个标示符。另外,J1939 协议对仲裁域重新进行了定义。它是以 CAN 为基础设计了应用层的上层协议,对汽车内部 ECU 的地址配置、命名、通信方式,以及报文发送的优先级、数据长度、参数范围等都作了明确的规定,并对汽车内部各个具体的 ECU 通信内容作了详细说明。J1939 协议更大程度地发挥了 CAN 优异的性能,为车辆上的各个电控单元建立基于 CAN 总线的高速数据传输网络,实现车载各电控单元间的数据共享,从而有效地减少电子线束的数量,有利于提高汽车电控单元的灵活性、可维护性和稳定性。目前,J1939 已经成为世界各大车辆部件生产商均支持的重要通信标准。

本电控系统 ECU 中的 J1939 协议采用的是 CAN 规范中的 CAN2.0B 扩展帧格式,波特率为 250 kbps。基于 J1939 协议的 ECU 能提供发动机性能监测参数和整车网络通信,实现整车网络中多个 ECU 的数据共享;同时 J1939 协议支持故障诊断,通过诊断工具可以读取或清除诊断故障码。

2 系统设计

2.1 硬件设计

(1) 微控制器外围电路

英飞凌公司的 XC2200 系列微控制器提供 192~832 KB 的闪存、可选的 EEPROM 仿真、最大可达 82 KB 的 SRAM,而所提供的最大 CPU 时钟频率为 100 MHz。英飞凌公司将闪存从 32 KB 增至 1.6 MB,RAM 增至 138 KB,时钟频率提升至 128 MHz,通过引脚兼容的 MCU 对产品系列进行扩展,从而满足更高性能要求。为了达到 AUTOSAR 标准程序模型中关于独立于硬件进行软件开发的要求,微控制器中集成了内存保护单元(MPU)。此外,英飞凌公司还提供了单独的 FlexRay 通信控制器,可方便地添加到系统中。

### (2) CAN 通信接口模块

图 2 是诊断系统中 CAN 通信接口电路图。此电路可将汽车 OBD-II 接口中 CAN 总线上的数据读取到英飞凌 XC2200 系列微控制器中,也可以将微控制器中的数据通过该电路发送到汽车的 CAN 总线上。

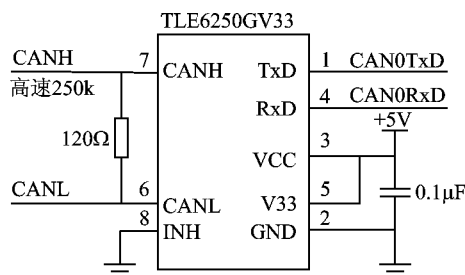


图 2 CAN 通信接口电路图

### (3) 蓝牙接口电路

本系统采用的蓝牙模块是 Modiatek 公司专为智能无线数据传输而打造的 FBT06 系列模块。模块采用 Bluetooth2.1,具有成本低、体积小、收发灵敏度高优点,支持主从模式软/硬件设置,有线无线双 AT 通道、PIO 扩展、ADC 采样。软件上支持多达 37 条 AT 命令以及 9 条主动上报指令,串口波特率支持 1 200~1 382 400 bps,这样就能将微控制器的串口信号通过蓝牙模块转化成蓝牙信号。带有蓝牙功能的智能手机就能通过蓝牙接口接收到传送出来的数据。蓝牙接口电路如图 3 所示。

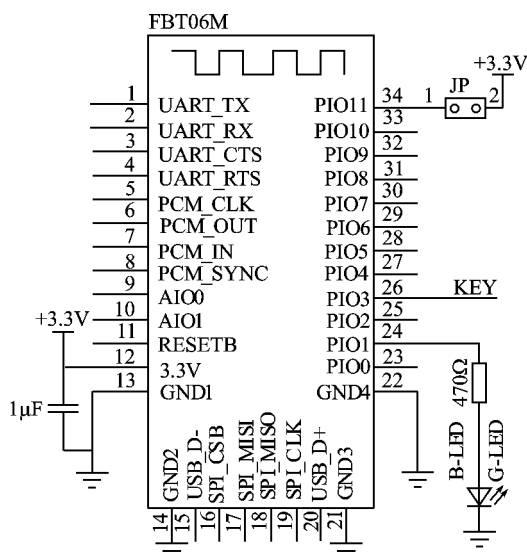


图 3 蓝牙模块接口电路图

## 2.2 CAN-Bluetooth 模块软件设计

CAN-Bluetooth 模块的蓝牙工作在从机模式,手机或平板显示终端的蓝牙工作在主机模式。CAN-Bluetooth 模块与手机显示终端采用串行数据通信,通信模式为 N-8-1 格式,1 个起始位,8 个数据位,1 个停止位,无校验,波特率为 115 200 bps。

特率为 115 200 bps。

### (1) CAN-Bluetooth 模块应用软件主要功能

① 把接收到的来自 ECU 的 CAN 报文信息转换成串行格式的数据(包含 CAN 的 ID 地址),发送给显示终端(手机)。

② 把接收到的来自显示终端的串行格式的数据,根据设定的通信协议(J1939 协议)对命令进行解析,转换成对应的 CAN 报文格式的数据。

### (2) CAN-Bluetooth 模块应用软件通信协议

CAN-Bluetooth 模块与显示终端采用应答模式进行信息交互。显示终端发送触控按钮命令,CAN-Bluetooth 模块响应对应命令。

显示终端触控按钮第 1 次触发,发送请求命令,等待收到 CAN-Bluetooth 模块命令响应,即收到反馈数据,进行数据解析和显示,此次任务完成。执行完后再次发送此请求命令,等待收到 CAN-Bluetooth 模块命令响应,以此类推。显示终端触控按钮切换到其他功能请求时,必须等待上次任务执行完毕。

系统 ECU 主要采用两种通信方式:单帧通信和多帧通信。在监测和整车网络通信时主要采用单帧通信方式;在诊断时因灵活的故障码个数是可变的,因此单帧通信与多帧通信结合使用。

在进行故障诊断时,系统 ECU 发送故障诊断数据帧,主要包含故障类型、故障代码 DTC、参数组编号 PGN 等。故障类型主要分为当前故障(DMI)和先前故障(DM2),通过诊断工具可以诊断出系统的故障部件,方便用户及时排除故障。图 4 为系统 ECU 的通信协议所使用的各种数据帧及参数组。

## 2.3 显示终端(手机端或平板)软件设计

显示终端显示的内容:

- ① 蓝牙设备操作按钮与状态;
- ② 系统连接状态;
- ③ 监测参数列表与选定,包括发动机转速、车辆速度、冷却液温度、加速踏板状态、当前转速下的负荷百分比等;
- ④ 故障代码显示与解释。

## 3 操作演示

目前市面上的几乎绝大部分 Android 智能手机和平板电脑都带有蓝牙接口。在手机上安装 APP 软件后,就能通过蓝牙接口来观察、读取大量的汽车发动机参数。具体数据读取方法是:

① 把检测仪连接到汽车的 OBD-II 诊断接口上后,把车发动起来;



显示终端诊断请求命令						
帧头	ID	CAN数据1	CAN数据2		CAN数据3	
0xAA	0x11223344	请求参数组PGN				
	CAN格式数据发送给ECU					
CAN-Bluetooth模块响应请求应答						
帧头	数据长度	ID	CAN数据1	CAN数据...	CAN数据8	帧尾标识
0x55, 0xAA	1~255	0x11223344	xx	xx	xx	0x33
来自ECU的CAN总线数据信息						

图4 系统 ECU 的通信协议所使用的各种数据帧及参数组


② 打开手机选择蓝牙功能,进入软件后扫描设备,会发现我们的蓝牙设备,选中相关设备,进行匹配;

③ 正确地执行上面的步骤后,手机和检测仪就通过蓝牙接口连接在一起了,可以在软件上观察到 OBD-II 诊断接口上传的大量汽车状态的数据,进行实时监测。显示结果略——编者注。

## 结 语

基于蓝牙的汽车 OBD-II 电控故障诊断系统,可实现对 OBD-II 标准的汽车电控单元(如发动机电控单元)进行故障诊断。以英飞凌 XC2200 系列微控制器为核心,配合适当外围电路做成的检测仪,能够将汽车自诊系统的诊断信息实时地传输到手机上。这种检测仪相比那些动辄几千元的专用检测仪有价格低、体积小、使用方便的优点,具有大规模推广的市场前景。

该汽车故障诊断系统,满足了汽车维修厂使用一个设备支持多车型诊断的需求,不再需要分别购买各车型昂贵的专用诊断设备,从而极大地降低了维修厂的成本;同时,维修人员使用方便,效率大大提高。

编者注:本文为期刊缩略版,全文见本刊网站 [www.mesnet.com.cn](http://www.mesnet.com.cn)。 

## 参考文献

- [1] 颜伏伍. 基于智能手机的汽车远程故障诊断系统[J]. 华中科技大学学报:自然科学版, 2012(11):125-128.
- [2] 张方伟. 蓝牙诊断系统的研究[J]. 汽车电器, 2011(7):9-12.
- [3] 李教文. 基于 TL718 的蓝牙迷你型 OBD 汽车信息检测仪[J]. 信息技术, 2013(9):277-279.
- [4] 王良刚. 汽油机车载诊断系统的故障诊断策略研究[D]. 西安:长安大学,2012.
- [5] 刘陶然. PC 式汽车故障诊断系统的开发[D]. 武汉:武汉理工大学,2011.
- [6] 谢军. 汽车故障诊断仪的研究与设计[D]. 长沙:中南大学,2011.
- [7] Hyun Jeong Y, Shin Kyung L, Oh Cheoni K. Vehicle-generated Data Exchange Protocol for Remote OBD Inspection and Maintenance [C]//Jeju Isl: 6th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2012.
- [8] Enriquez J, Bautista A. CANOPNR: CAN-OBD Programmable-expandable Network-enabled Reader for Real-time Tracking of Slippery Road Conditions using Vehicular Parameters [C]//Anchorage: IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems-ITSC, 2012.

吉永卿(在读研究生),主要研究方向为汽车电子控制技术;袁元明(教授),主要研究方向为汽车电子控制技术 & 发动机故障诊断技术。

(责任编辑:芦潇静 收修改稿日期:2014-06-09)

## 英飞凌与中科院物联网研究发展中心共同推动物联网产业升级

英飞凌科技亚太私人有限公司宣布,与总部位于中国无锡的中科院物联网研究发展中心签署战略合作协议,双方将建立长期、全面的战略合作伙伴关系,充分利用各自的战略资源、优质渠道和核心能力,协力开发物联网相关技术和产品,开展物联网示范工程。

2014 年是物联网产业的大爆发之年。在国家政策的大力扶持下,中国物联网已初步形成了完整的产业体系,具备了一定的技术、产业和应用基础。根据赛迪顾问预测,到 2015 年,中国物联网整体市场规模将达到 7 500 亿元,年复合增长率约 30%,市场前景巨大。

英飞凌作为创新技术的引领者和物联网的践行者,长期致力于在中国推动和提升半导体技术的发展,一如既往地分享和利用其在半导体技术和全球市场发展的实践经验。英飞凌在物联网产业发展上,始终贯彻安全性和高能效两大核心需求,重点向智能汽车与交通、智能工业(工业 4.0)、新能源及智能电网、智能消费类电子产品以及信息通信基础设施五大领域渗透。

在英飞凌“工业 4.0 试点基地”项目中,互联式知识密集型生产创新理念将付诸实践并投入测试。在英飞凌奥地利工厂,生产将采用信息物理系统,包含高度现代化生产控制与自动化系统。在数据安全与数据完整性水准达到最高等级的前提下,人机互动在试点工厂中将提升至一新的层次。

中科院物联网研究发展中心主任助理颜苑女士表示:“中科院物联网研究发展中心自成立以来,始终积极投身于中国物联网产业的建设和发展,我们相信通过与英飞凌建立战略合作伙伴关系,能促进中国物联网产业的新产品研发和技术创新,为中国客户提供更优质的半导体解决方案,满足日益增长的物联网市场需求。”