

基于 OBD - II 的便携式汽车故障检测仪设计

A Design of Portable Automobile Malfunction Tester Based on OBD-II

孟晓亮 牛志刚 展红亮

太原理工大学机械工程学院 (太原 030024)

摘 要 介绍基于 OBD-II 标准, 采用单片机控制技术设计便携式汽车故障检测仪的方法。检测仪遵循 ISO 9141 通信协议, 应用层诊断协议遵循 SAE J1979。该检测仪具有造价低廉、可靠性高、使用方便、易于扩展等优点。

关键词 OBD-II ISO 9141 SAE J1979 汽车故障检测 单片机

Abstract: The article describes a method to design a portable automobile malfunction tester which is based on OBD-II, and adapts MCU to control. The tester follows ISO 9141 communicable protocol, and the diagnostic protocol of application layer follows SAE J1979. The tester has many advantages, such as low price, high dependability, easy to use and easy to expanded etc.

Key words: OBD-II ISO 9141 SAE J1979 Automobile malfunction test MCU

1 引言

OBD (On board diagnostics), 即车载自诊断系统。该系统根据发动机的运行状况实时监测汽车尾气是否超标, 一旦超标, 会马上发出警示。当系统出现故障时, 故障指示灯或检查发动机警告灯将被点亮, 同时动力总成控制模块 (PCM, Powertrain control module) 将故障信息存入存储器。OBD-II 故障检测仪通过一定的程序可以将诊断故障代码 (DTC Diagnostic trouble codes) 从 PCM 中读出, 使维修人员可以根据故障代码的提示, 迅速准确地定位故障的性质和位置。

2 OBD-II 协议标准

从广义上来说, 车载故障诊断标准包括北美标准 OBD-II 和欧洲标准 EOBD-II。欧洲的车载故障诊断标准基本上等效使用美国汽车工程师协会 SAE 的相关标准, 主要区别是通讯协议不同。

北美车载故障诊断标准由 SAE 制定, 其相关标准包括: SAE J1930 电气/电子系统诊断术语、定义和缩写; SAE J1962 诊断连接器技术要求; SAE J1978 OBD-II 检测仪技术要求; SAE J1979 电气/电子诊断测试模式; SAE J2190 增加的电气/电子诊断测试模式; SAE J2012 推荐故障码定义; SAE J1850 B 类数据通讯网络接口技术要求。

欧洲车载故障诊断标准由国际标准化组织 ISO 提出, 其相关标准包括: ISO 15031 道路车辆 - 汽车与外部排放相关诊断设备间的通讯; ISO 9141 道路车辆 - 诊断系统 - 数字信息交换技术要求; ISO/FDIS 14229 道路车辆 - 诊断系统 - 诊断服务技术规范; ISO/DIS 14230 道路车辆 - 诊断系统 - KWP 2000; ISO 7637 道路车辆 - 环境电磁干扰。

OBD-II 标准使用的通讯协议一般有: ISO 9141-2, ISO 14230-4 (KWP2000), SAE J1850 PWM, SAE J1850 VPM 和 ISO 15765-4。所有欧洲生产的汽车, 以及大多

数亚洲进口的汽车都使用 ISO 9141-2 通讯协议电路。而美国通用汽车 (GM) 公司生产的轿车及轻型卡车使用 SAE J1850 VPW 通讯协议电路, 福特 (FORD) 汽车采用 SAE J1850 PWM 通讯协议电路。

本文设计的汽车故障检测仪使用单片机作为主控元件, 以 OBD-II 标准为基础, 采用 ISO 9141-2 作为通讯协议, 同时以 SAE J1979 标准作为应用层诊断协议, 使单片机与汽车电脑 ECU 建立链接, 可以读取和清除汽车故障码, 目前可以检测的车系主要有丰田、奔驰。

SAE J1979 标准属于应用层协议, 与具体的数据链路层无关。该协议可以在 ISO 9141-2, SAE J1850, CAN-BUS 及 KWP2000 的数据链路层上运行。SAE J2190 协议是 SAE J1979 协议的扩展, 该协议定义了扩展协议的框架部分, 并没有定义具体的内容, 这个扩展的框架协议主要用于汽车厂商自定义的诊断开发。OBD-II 采用遵循 SAE J1962 标准的 16 针通信接口, 通信的速率在 5~16kbps 之间。

3 硬件设计

ISO 9141-2 协议规定的通信波特率一般为 0.6kbps、4.8kbps 和 10.4kbps, 检测仪的波特率是在通信初始化过程中通过自适应计算 ECU (电子控制单元) 发送的同步字符确定的。诊断连接器中使用的端子为 4、5、7、15、16。通过将诊断连接器的端子 7、端子 15 即 K 线通道、L 线通道和单片机的串口相连接来完成单片机与汽车 ECU 之间的通信, K 线为半双工数据传输线, L 线为激发线用于对汽车电脑 ECU 进行初始化。

检测仪的单片机选用 ATMEL 公司的 AT89C51。AT89C51 的硬件体系结构和指令系统均与 Intel 公司的 MCS-51 单片机相兼容; 自带 4kb Flash 存储器, 不需另外进行程序存储器的扩展; 工作频率范围为 0~24MHz, 本设计采用 12MHz 的晶振, 用以保证数据通信误差在允许范围内。

单片机的数据存储器扩展采用 Intel 公司的 E28F016 SV70 芯片。E28F016 SV70 是 2kb 的 Flash 存储器, 由于该存储器内部集成了一个 DC/DC 变换器, 所以可以采用单一的 5V 电压供电, 而不需另外提供 12V 的

编程电压。Flash 存储器具有性价比高、可靠性高和非易失性的特点, 对读取到的诊断故障代码 DTC 具有掉电保护和离线显示功能。检测仪再次启动后可以回显上次读取的 DTC, 直至重新与汽车 ECU 通信后, 系统才将上次存储在 Flash 中的故障信息清除, 并保存本次读取的诊断信息。

诊断故障代码 DTC 的输出采用 LCD。检测仪采用两节 5 号干电池作为电源部分的输入, 即系统输入电压为 +3V。单片机及接口部分需要 +5V 工作电压, 而 LCD 显示输出除了需要提供 +5V 工作电压外, 还需要提供 -10V 的对比度调节电压。所以, 系统采用 MAX1677 电压转换芯片, 输入为 +3V, 输出两路电压, 分别是 +5V 和 -10V, 作为系统电源和液晶显示模块的背光电源。

在进行元器件选型之后, 即可以确定汽车故障检测仪的硬件体系结构, 如图 1 所示。

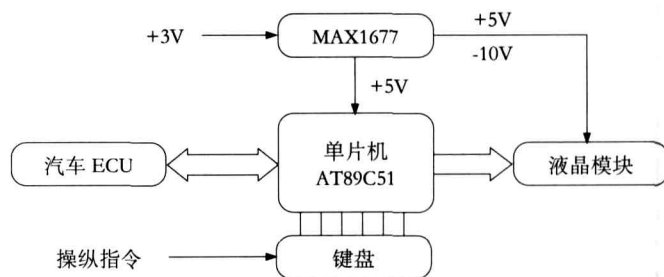


图 1 OBD-II 汽车故障检测仪的基本功能模块

4 软件设计

4.1 通信模块设计

通信模块设计主要包括以下两部分内容, 即由 ISO 9141-2 通信协议定义的检测仪与 ECU 串行通信初始化部分, 以及建立在初始化基础之上的由 SAE J1979 定义的数据通信部分。初始化过程中的数据通信采用“1bit 起始位+8bit 数据位+1bit 停止位”的数据格式, 数据信息发送时按照由低位到高位次序进行。

初始化过程为: 将检测仪与汽车 OBD-II 接口用数据线连接好, 并启动检测仪之后, 检测仪将以 5bps 的速率向 ECU 发送地址码 33H; ECU 接收到地址码之后, 将向检测仪回传同步字符 55H, 用以规定二者之间随后进行的数据通信的波特率; 检测仪接收同步字符, 计算波特率, 并根据计算结果重新设置检测仪

系统的通信波特率。

波特率的确定过程为：将检测仪的串行口工作模式设置为模式 1，即 8 位通用异步接收和发送模式。因为该通信模式和 ISO 9141-2 规定的通信格式完全兼容。检测仪通过计算同步字符 55H 的传输时间确定通信波特率。系统空闲时，K 线保持逻辑“1”状态，而通信数据的起始位为逻辑状态“0”，所以可以将逻辑“1”到逻辑“0”的跳变作为定时器的启动信号。确定通信波特率的程序流程图如图 2 所示。

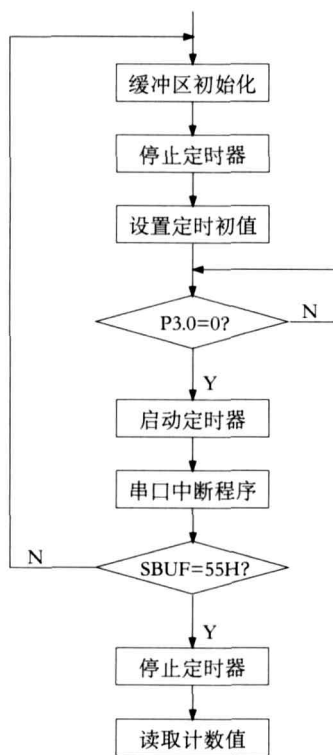


图 2 波特率计算流程图

定时器的计时时间为传输 10bit 数据位的时间，所以通信波特率（Baud）的计算公式为： $\text{Baud} = 10 / \text{定时器计时时间}$ 。

确定通信波特率之后，ECU 将向检测仪发送 2 个关键字，用来规定随后进行的数据通信格式。检测仪接收关键字并进行相应的设置之后，向 ECU 发送第 2 个关键字的补码作为握手信号。ECU 接收到检测仪发送的握手信号之后，将向检测仪发送地址码的补码即 CCH 作为 2 次握手信号。检测仪接收到 CCH 之后，通信初始化阶段完成。

在串行通信初始化完成之后，将进入遵循 SAE J1979 标准的数据通信阶段。在数据通信阶段，检测

仪作为主叫设备，向 ECU 发送请求消息；ECU 作为被叫设备，向检测仪发送响应消息，完成既定功能。请求消息帧和响应消息帧的格式均为：“3 个头字节+7 个数据字节+1 个校验字节”。

通信模块的简要程序流程图如图 3 所示。

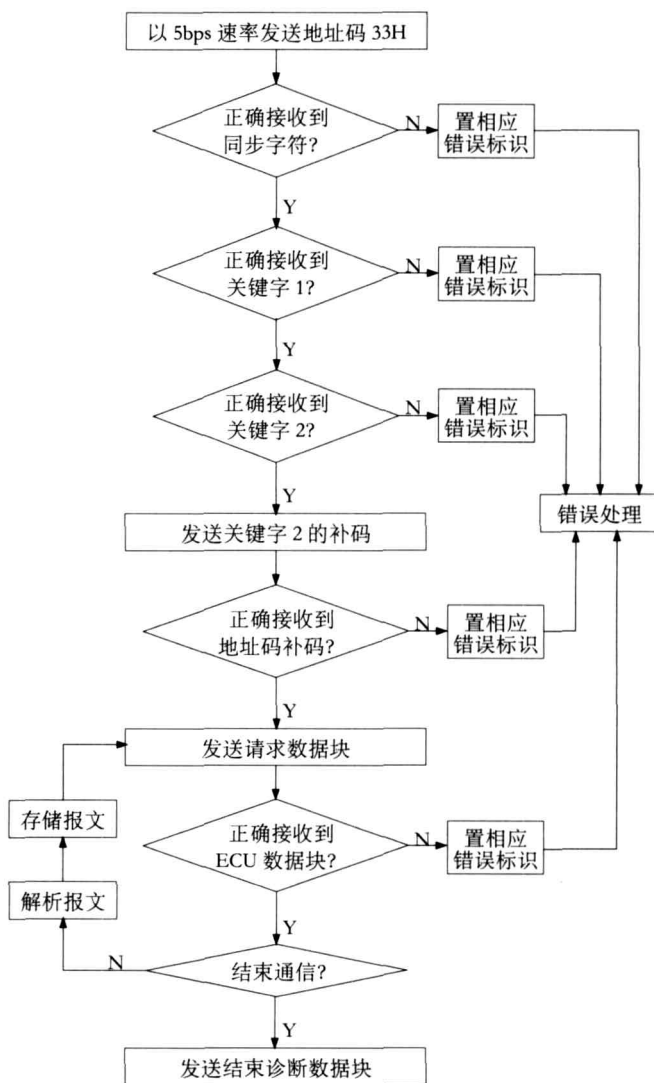


图 3 通信模块程序流程图

4.2 单片机监控程序设计

单片机监控程序用于监视键盘输入，并根据相应的输入完成单片机与车辆 ECU 之间的通信。该监控程序主要由两个模块构成，即读取 DTC 模块和清除 DTC 模块。SAE J1979 提供 9 种诊断服务，即 Service \$01~\$09。单片机监控程序主要使用其中的读取 DTC 服务 Service \$03 和清除 DTC 服务 Service \$04。

读取 DTC 的过程：根据键盘输入，建立单片机与 ECU 的通信，并根据 Service \$03 定义的诊断数据格式，

单片机向 ECU 发出读取 DTC 的请求, ECU 响应并回传 DTC 数据后, 单片机将接收到的 DTC 数据显示在 LCD 液晶显示屏上。

ECU 回传的故障码 DTC 由 2 个字节构成, DTC 在 LCD 上显示时, 第 1 个字节的前 2 位表示 DTC 的类型: “00” 表示 P (Powertrain) 类故障; 其余分别表示 C (Chassis) 类、B (Body) 类和 U (Network) 类故障。第 1 个字节的 3、4 位构成 0~3 的数字。第 1 个字节的后 4 位、第 2 个字节的前 4 位和后 4 位分别转换为 16 进制。

当车辆故障排除后, 应清除 DTC。DTC 的清除过程为: 根据键盘输入, 建立单片机与汽车 ECU 的通信, 并根据 Service \$04 定义的诊断数据格式, 单片机向 ECU 发出清除 DTC 的请求, 含有 DTC 的 ECU 响应请求并清除 DTC。

5 结束语

本文设计的便携式 OBD-II 汽车故障检测仪具有造价低廉、携带使用方便、功能易于扩展等特点, 尤其是便携式的设计使维修人员在户外场合读取和清除故障码成为可能。

检测仪采用 ISO 9141-2 作为通讯协议, 诊断协议遵循 SAE J1979。由于本设计遵循 OBD-II 标准, 只要在硬件部分增设支持其他通信协议的协议转换电路模块, 软件稍做修改即可检测采用相应通信协议标准的车型。因此, 在增加可检测车型方面具有很好的可扩

展性。

如果在单片机系统内部增设一个单片机串行接口 UART 与 PC 机 RS-232 接口 (或 USB 接口) 的电路转换芯片, 即可建立起单片机与 PC 机之间的通信, 从而可以将单片机检测到的数据上传给 PC 机。随后利用 PC 机强大的数据处理功能和应用程序开发功能建立基于 PC 机的汽车 OBD-II 故障诊断专家系统, 为更好地分析 ECU 故障数据提供可能。因此, 在故障数据处理和分析方面也有很好的可扩展性。

参考文献

- 1 ISO 9141 Road vehicles-Diagnostic systems-Requirements for interchange of digital information.1989.10.1.
- 2 ISO 9141-2, Road vehicles-Diagnostic systems-Part 2: CARB requirements for interchange of digital information.1994.02.1.
- 3 ISO 9141-2, Road vehicles-Diagnostic systems-Part 2: CARB requirements for interchange of digital information AMENDMENT 1.1996.12.1.
- 4 SAE J1979, (R) E/E Diagnostic Test Modes.2002.4.
- 5 SAE J1962, (R) Diagnostic Connector.2002.4
- 6 邹长庚, 赵琳. 现代汽车电子控制系统构造原理与故障诊断(上)—发动机部分. 北京理工大学出版社 2004 6.

作者简介: 孟晓亮, 在读硕士, 研究方向为监控检测与数控技术。

小 常 识

世界标准日 (World Standards Day)

每年 10 月 14 日庆祝的世界标准日, 是国际标准化组织 (International Organization for Standardization, 简称 ISO) 成立纪念日。10 月 14 日这一天被选定为世界标准日的原因是, 在 1946 年的这一天, 来自 25 个国家的代表会聚伦敦并决定创建一个 “旨在促进工业标准的国际间协调和统一” 新的国际组织——ISO (ISO 于 1947 年正式开始运作)。

世界标准日的目的是提高对国际标准化在世界经济活动中重要性的认识, 以促进国际标准化工作适应世界

范围内的商业、工业、政府和消费者的需要。这个国际节日是献给全世界成千上万从事标准化工作的志愿者的礼物。

世界标准日的庆祝始于 1970 年 10 月 14 日, 由当时的 ISO 主席 Mr. Faruk Sunter (土耳其) 创立。ISO 和 IEC (国际电工委员会 International Electro Technical Commission) 的成员联合庆祝世界标准日是 1988 年决定的。ITU (国际电信联盟 International Telecommunication Union) 从 1993 年开始同 ISO 和 IEC 一起联合发表世界标准日祝词。