

基于单片机的汽车远程监测车载终端硬件设计*

谢富强, 唐耀庚, 曹云建

(南华大学 电气工程学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 以基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103C8T6 作为主控芯片, 构建了一个汽车远程监测系统车载采集终端, 终端硬件由 OBD 接口电路、MCU 系统电路、通信接口电路和电源电路等部分组成, 系统将嵌入式技术、GPRS 技术及 Internet 技术三者结合, 对汽车进行故障预警、故障诊断与监控管理。实验测试结果表明其效果良好。

关键词: 远程监测; 采集终端; 单片机

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)06-0022-04

Hardware design of vehicle remote fault monitoring system based on SCM

Xie Fuqiang, Tang Yaogeng, Cao Yunjian

(College of Electric Engineering, University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: A vehicle remote fault monitoring system based on OBDII and SCM is presented with ARM7 Cortex-M3 processor STM32F103C8T6. Its hardware design includes OBD interface, power supply, MCU and peripheral communication interface circuits. The system combined with GPRS, ARM and TCP/IP has got good effect in field of vehicle fault monitoring system. Tests show that this system works well.

Key words: remote monitor; data acquisition terminal; single-chip microcomputer

随着我国汽车工业的快速发展, 国产汽车的技术性能已变得越来越好, 同时故障诊断的难度也越来越大。传统的人工手持式检测仪已经无法满足大规模汽车故障检测的需求。汽车故障诊断就是利用 ECU (电子控制单元) 监视电子控制系统各组成部分的工作情况, 发现故障后自动启动故障处理程序^[1-2]。由于驾驶员的检测和修理经验在车辆出现电控系统故障时往往是无能为力的。为了解决这个问题, 可以通过 GPRS (通用分组无线业务) 无线通信与远程的服务器连接, 维修人员或专业人员即可通过服务器控制故障诊断设备读取汽车的诊断数据从而判断或解决汽车故障^[2-4]。本文设计了一种基于 Cortex-M3 的汽车故障远程监测系统, 实现对汽车 24 小时不间断的故障预警、故障诊断与监控管理, 能够较快地掌握汽车状态信息^[5]。

1 汽车故障远程监测系统结构与功能

汽车故障远程监测系统总体上可以分为两大部分, 第一部分是车载终端系统, 第二部分包括服务器端数据库和客户端远程监测软件等软件系统^[6]。系统总体结构如图 1 所示。



图 1 系统总体结构

* 基金项目: 湖南省科技厅项目 (2013FJ3154)

硬件纵横

Hardware Technique

基于 Cortex-M3 开发的车载终端 (即车载嵌入式系统),兼容基于 K 线的 KWP2000 和基于 CAN 线的 ISO15765 故障诊断通信协议,可获取汽车的基本信息和故障信息,实现对汽车各相关部件状态的实时数据采集、解析、发送和存储等功能^[7]。基于 C 语言开发的服务器端和客户端软件主要负责数据的解析、分类、存储、查询及呈现等功能。服务端通过对车载终端的监听,接收终端发来的诊断数据,按照已制定的终端与服务器通信协议对数据进行解析、分类等处理之后,存入数据库特定的表中以供客户端查询。客户端通过 Internet 访问服务器,从相应的表中提取数据,经过计算之后呈现给用户。系统的总体组成如图 2 所示,车载终端包括 MCU、CAN 控制器、CAN 收发器、蓝牙模块、存储设备、GPRS 模块、SIM 卡、TF 卡和电源等。



图 2 监测系统总体组成

车载采集终端硬件电路设计采用了模块化的设计方式,即将终端划分为 4 个部分:OBD 接口部分、电源部分、MCU 部分和无线通信部分。

2 车载终端硬件设计

2.1 MCU 选型与系统电路设计

在选择微处理器时要考虑的因素很多,不仅仅是从纯粹的硬件接口出发,还需要考虑相关的嵌入式操作系统、配套的开发工具、仿真工具以及工程师对微处理器的了解程度和软件支持情况等。采用基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103 系列芯片作为车载终端的控制核心,得益于 Cortex-M3 内核多项新型增强架构,具有超低功耗、性能优异、集成度好、接口方便、开发容易等诸多优点。选取型号为 STM32F103CBT6 的芯片,片内存储容量为 128 KB,已能够满足应用要求。微控制器是车载终端的控制核心,根据程序执行相关指令,驱动各个外围模块。MCU 系统电路原理如图 3 所示。外接晶振的震荡频率为 8 MHz,可以匹配等效阻抗,电路也采用了较为通用的形式。与 8 M 晶振并联的电阻 R4 的阻值为 1 M Ω 。晶振两端的电容取值与晶振有关,一般可取 20 pF,实验证明其满足设计需求。

2.2 OBD 接口电路设计

OBD 接口部分的核心功能是使车载终端通过 CAN 总线或 K 总线获取汽车的实时数据,同时作为车载电源为车载终端提供能量的通道,还用于车载终端与汽车的连接与固定。

OBD 接口电路如图 4 所示。车载终端采用标准 16 Pin 的 OBD 接口,此处只用到了其中的 7 个引脚。考虑到终端在工作过程中可能会存在较多的干扰信号,可在 OBD 接口的地引脚与屏蔽引脚间添加磁珠 L1,用于抑制高频噪声和尖峰干扰,还具有吸收静电脉冲的功能。

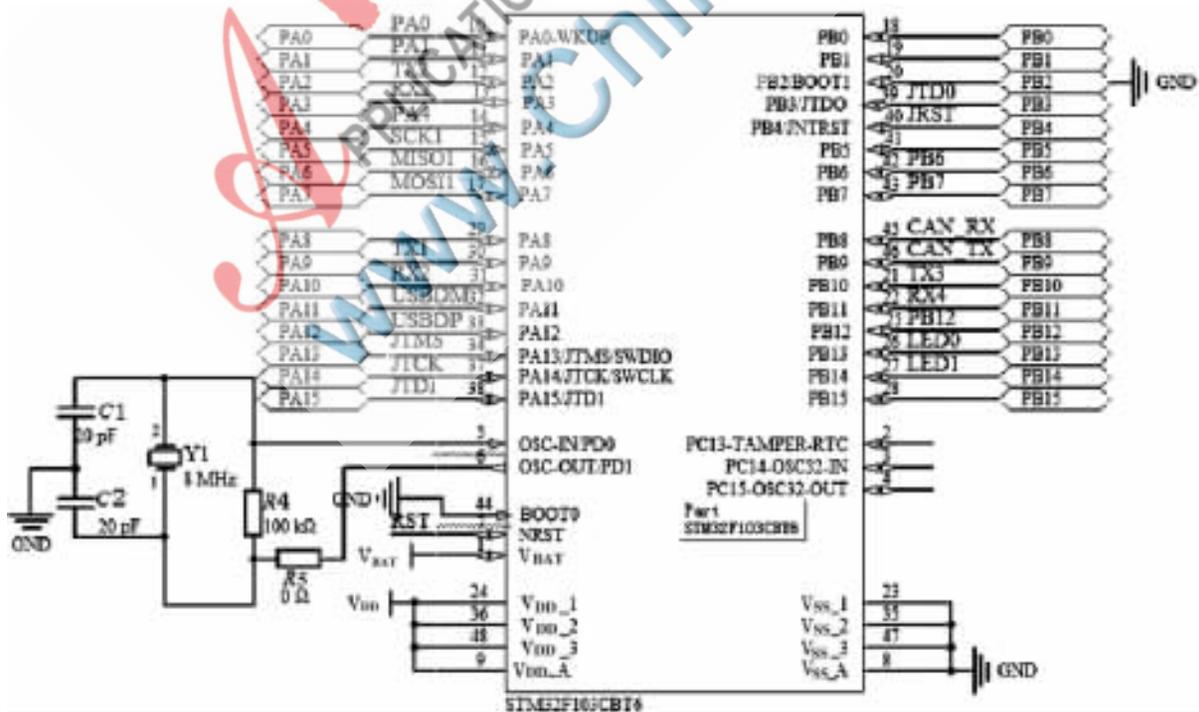


图 3 STM32F103CBT6 系统电路

硬件纵横

Hardware Technique

由于终端采集数据主要通过 CAN 总线及 K 总线进行,为使系统更加稳定,避免静电的影响,分别在 CAN 总线和 K 总线末端添加 ESD(静电防护)器件,如图 5 所示。

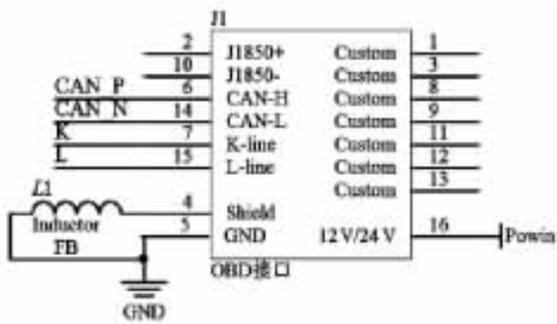


图 4 OBD 接口电路

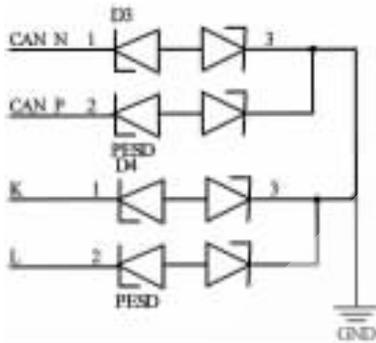


图 5 总线的 ESD 防护

2.3 CAN 总线采集器电路

车载终端数据的采集主要是通过 CAN 总线实现的,因此对 CAN 总线的保护非常重要,CAN 总线采集器电路设计如图 6 所示。这里使用了分裂终端接法,即在总线终端节点使用两个相同的电阻,叫做分裂终端电阻,接地端接在两个终端电阻之间。这样做的好处是可抑制共模干扰,保证正常通信。在总线上加共模磁珠 $L1$ 与滤波电容 $C5$ 、 $C6$ 构成的低通滤波电路,对低频噪声有明显的抑制作用。为抑制干扰信号,CAN_P 和 CAN_N 采用差分走线的方式。采用 VP230 作为 CAN 总线收发器。VP230 具有很高的阻抗,在总线上最多可以挂接 120 个节点,兼容 ISO11898 标准,具有待机电流很低的优点。

2.4 外围通信电路设计

2.4.1 蓝牙模块电路设计

蓝牙模块的主要作用是向虚拟串口打印车载终端

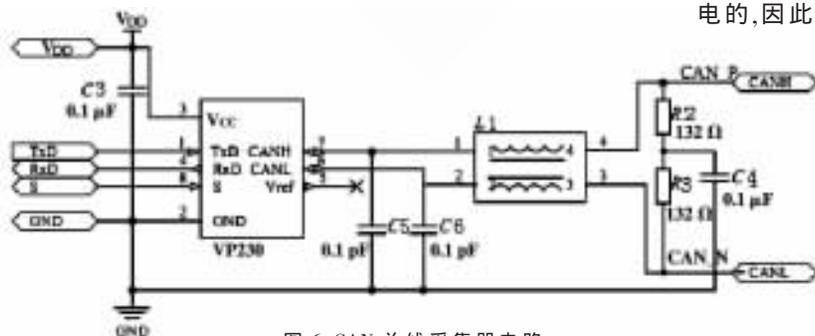


图 6 CAN 总线采集器电路

的运行状态,作为辅助调试工具,或者连接手机等移动设备,通过移动设备向车载终端发送指令,获取相关汽车行驶信息。采用一款基于 CSR31A2 的 HC-07 系列蓝牙模块作为近距离无线通信的载体。这款蓝牙模块的灵敏度可达 -80 dBm,内置了 2.4 GHz 天线,具有标准的 HCI 端口(UART 或 USB),兼容 USB2.0 通信标准。

2.4.2 GPRS 无线通信电路设计

GPRS 模块采用由 SIMCom 提供的 SIM900A 模块。SIM900A 是一个 2 频 GSM/GPRS 模块,工作的频段为 EGSM 900 MHz 和 DCS 1 800 MHz。模块内嵌了 TCP/IP 协议,扩展的 AT 指令使用起来更加方便。设计电路中采用排阻代替很多独立的电阻。这样可以减小整个 PCB 板的面积,降低布板难度,还能减少因独立电阻之间阻值差异而带来的误差。为了使输入电压波形更加平稳,在 V_{BAT} 脚使用了 3 个 $0.1 \mu\text{F}$ 的钽电容并联,在布板时,钽电容应尽可能靠近 V_{BAT} 引脚。

2.4.3 USB 接口电路设计

USB 是车载终端与 PC 之间重要的通信接口,也可由 USB 接口提供 5 V 电源。终端软件升级时需要将终端连接 PC,将升级文件复制进 TF 卡。为了 USB 通信的稳定性,需要添加 USB 专用 ESD 器件 NUP2201,对 USB 接口进行保护。另外,数据线也采用差分走线的方式。

2.4.4 TF+SIM 卡座电路设计

采用了 TF+SIM 组合卡座,外接电阻也均采用排阻的形式,大大减小了 PCB 板的面积。

2.5 电源设计

电源有两种方案可以选择:(1)使用一组开关电源和一组线性稳压器串联的形式;(2)采用两组开关电源独立进行供电。由于 GPRS 模块 SIM900A 所使用的 4 V 输入电压有点特殊,可选的 LDO(低压差线性稳压器)型号太少,缺乏常用型号支持。电源需要给不同的模块提供电源,而不同的模块对电源的要求是不同的,因此采用多路独立供电的方案。

SIM900A 模块采用单电源供电。考虑到输入电压为 12 V,输出电压为 4 V,相差较大,故采用开关稳压器 LM2596-ADJ。由于采用的是开关电源,即使车辆电瓶电压降至 7 V 或更低,只要在 2~3 A 放电情况下电瓶电压能比 4 V 高 1.7 V(即维持在 5.7 V 左右),还是可以供上电的,因此完全满足设计需要。

电源入口处的 P6SMB24 是一个 TVS(瞬态电压抑制器)器件,对防雷、防浪涌有一定作用。除了 SIM900A 模块外,车载终端所涉及的主要功能模块(包括微处理器)的供电电压均为 3.3 V,称之为“主电路”供电电压。为了匹配精确、稳定的 3.3 V 核心供电电压,本项目采用了一款电压转换芯片 MC34063AD。图 7 所示为主电路供电电源电路图。

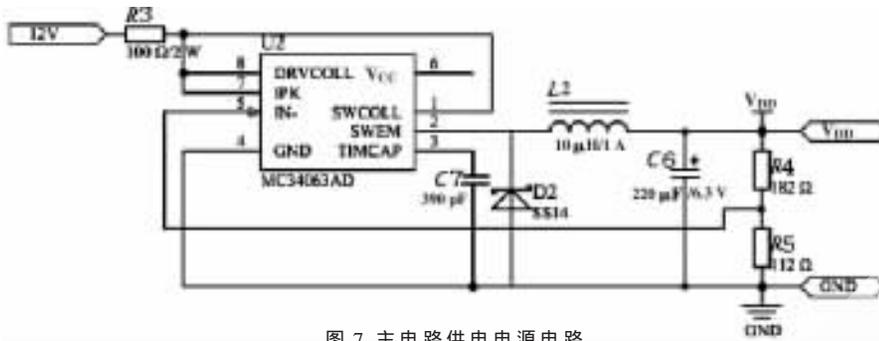


图7 主电路供电电源电路

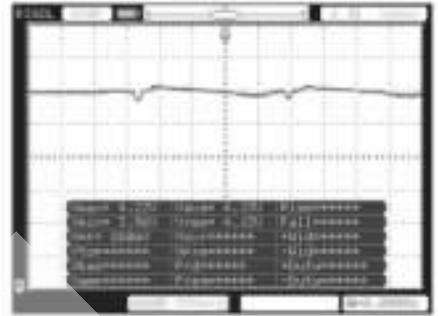


图8 SIM900A 工作时的电压跌落

3 实验测试

通过对车载终端各功能模块的测试及对测试结果的分析表明,硬件系统能够满足对汽车数据的采集、发送等设计要求,GPRS模块的工作情况也较为稳定,没有出现大量数据丢失的情况。监测系统能够在汽车启动或熄火状态下对汽车进行实时监测,实现了对历史数据的回溯、解析、查看等功能,能够快速监测汽车状态的变化。模拟测试阶段需要由USB取电,MC34063正常工作时,用万用表测试各引脚电压,表1为测量结果。SIM900A模块采用单电源供电,图8所示为SIM900A正常工作时的电压波形。为了测试蓝牙模块功能是否正常,需要用到串口调试助手和蓝牙调试软件这两个工具。由终端蓝牙打印信息可以清楚地判断终端工作状态是否正常,是终端调试的一个重要工具。

表1 MC34063 测试结果

MC34063	输出电压/V
PIN 1	5.13
PIN 2	3.28
PIN 3	0.67
PIN 4	0
PIN 5	1.24
PIN 6	5.13
PIN 7	5.13
PIN 8	5.13

本设计模式将GPRS技术、ARM技术及Internet技术三者结合应用于汽车故障数据实时采集领域,实验测试结果表明其效果良好。该汽车故障远程监测系统还可以进一步改进,在车载终端软件升级方面,可考虑改用蓝牙升级的方法。现有的SIM900A模块程序运行虽然稳定但是很臃肿,而且发送的数据量稍大,增加了系统运行的成本。另外由于模块自身连接等问题,易造成发数失

败或者后台收不到数据,而通过复位模块、重新连接等方法解决,耗时较长,可考虑采用新的方法解决连接耗时间问题。

参考文献

- [1] 孟磊.基于OBD-II的车载远程故障诊断系统设计[D].武汉:武汉理工大学,2012.
- [2] 蔡黎,代妮娜,邓明,等.基于OBD协议的Android平台汽车虚拟仪表盘设计[J].电子技术应用,2012,38(1):69-72.
- [3] 张瑞.基于QNX的智能车载3G远程诊断系统[J].电子技术应用,2013,39(5):121-126.
- [4] 曹云建,唐耀庚,谢宇希.基于OBD的汽车远程监测系统设计[J].工业控制计算机,2012,25(12):95-96.
- [5] Zeng Ruili, Xiao Yunkui, Zhou Jianxin, et al. Research on automobile remote faulty diagnosis and maintenance system[J]. Electronic Measurement Technology, 2009,32(7):129-131.
- [6] 彭刚,春志强.基于ARM Cortex-M3的STM32系列嵌入式微控制器应用实践[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [7] SELIG M, SHI Z, BALL A, et al. A modern diagnostic approach for automobile systems condition monitoring[C]. 25th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering, 2012:1324-1328.

(收稿日期:2013-11-24)

作者简介:

谢富强,男,1972年生,博士,讲师,主要研究方向:最优控制和智能控制。