

文章编号:1000-582X(2008)08-0854-05

混合动力汽车故障数据记录系统设计

杨亚联¹, 钱三平¹, 秦大同¹, 何培祥¹, 任勇², 周安健², 苏岭²

(1. 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400030; 2. 重庆长安汽车股份有限公司, 重庆 400023)

摘要:以某 ISG (integrated starter and generator) 型混合动力电动汽车为研究对象, 开展混合动力电动汽车故障诊断数据记录系统的研究。通过 CAN 总线和 K 线的应用, 建立混合动力汽车故障诊断信息数据采集的通讯网络。设计了包括 CPU 处理模块、通信模块、USB 存储模块等故障诊断数据记录系统的硬件结构。针对系统要求和特点, 在系统硬件方案设计、软件设计的基础上, 对 USB 在系统中实现数据的海量信息存储应用进行了具体的电路设计和分析。在车辆行驶信息记录实验过程中, 该故障信息记录系统运行稳定, 数据记录完整、准确, 在线显示的参数也能较好地反映车辆行驶状态。

关键词:混合动力电动汽车; 数据记录; USB 接口; CAN 总线; K 线

中图分类号:U469.72

文献标志码:A

A fault data recording system design for hybrid-electric vehicles

YANG Ya-lian¹, QIAN San-ping¹, QIN Da-tong¹, HE Pei-xiang¹, REN Yong², ZHOU An-jian², SU Ling²

(1. State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China;

2. Chongqing Changan Automobile Limited Liability Company, Chongqing 400023, P. R. China)

Abstract: A data recording system for fault diagnosis of hybrid-electric vehicles was studied by taking the integrated starter and generator (ISG) hybrid electric vehicle as the investigation object. The fault diagnosis communication net was established using a CAN bus and a K line. As designed, the system hardware structure included a CPU processing module, a communication module, and a USB recording module. With the system requirements and characteristics in mind, special circuit design and analysis of USB mass storage module were carried out based on the hardware scheme and software design. In the running test, the fault data recording system worked stably, and the data was recorded integrally and correctly. At the same time, the online display data accurately reflected the vehicle's running status.

Key words: hybrid-electric vehicle; data recording; USB interface; CAN Bus; K line

随着石油资源的日益枯竭, 混合动力汽车已成为节能环保汽车技术研发的一个重点^[1]。由于混合动力汽车控制结构和功能比传统的汽车要复杂得多, 增加了整车开发和调试诊断的难度, 对混合动力整车开发过程中的行车记录分析和故障诊断提出了更高的要求。所以, 混合动力电动汽车故障诊断信

息记录系统的研制势在必行^[2-3]。

目前汽车信息记录系统主要是记录整车或者是系统模块的故障, 存储的信息量很小, 数据的参数也相对单一; 如果是通过串口等接口与 PC 机相连, 直接进行数据交换则离不开电脑的参与。在混合动力汽车开发的过程中需要对整车野外长时间试验运行

收稿日期:2008-03-06

基金项目:国家 863 电动汽车重大专项资助项目(2006AA11A107);国家自然科学基金资助项目(5030503)

作者简介:杨亚联(1972-), 男, 重庆大学副教授, 博士, 主要从事混合动力电动汽车、汽车电子方向研究,

(E-mail)yyl@cqu.edu.cn.

欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

数据进行连续记录,对整车运行状态进行故障的实时诊断与监测。随着 USB 接口^[4]的外设已大量进入人们的日常生活,数据容量也达到数千兆字节。在混合动力汽车开发过程中,利用 USB 接口外设开发出一种既能快速大量存储数据,又能脱离计算机参与进行故障信息数据记录的系统很有必要^[5]。

基于 USB 的混合动力汽车车载故障监测的数据记录系统实质上是一台车载计算机^[6],使用液晶显示屏作为人机交互界面和显示设备,显示混合动力系统整车运行参数信息和故障信息,可为驾驶者或研发人员提供更多的车辆信息,为混合动力汽车的开发和匹配奠定数据基础。

1 混合动力汽车诊断数据记录系统网络结构设计

混合动力电动汽车是一种采用双能源为动力,蓄电池给电动机系统提供电能来驱动电机,同时发动机也能驱动车轮前进,在制动时能够通过发电机回收能量的节能环保型汽车^[7]。一般包括并联、串联和混联 3 种形式。ISG 型混合动力汽车就是一种轻度的并联型油电混合的汽车^[8]。

ISG 型混合动力汽车电控系统包括以下电控单元:发动机电控单元(ECU)、整车控制单元(HCU)、电机控制单元(IPU)、电池控制单元(BCM)、变速箱控制单元(TCU)、显示控制单元(DCU)、制动防抱死控制单元(ABS)、安全气囊控制单元(Airbag)。对于故障诊断信号的传输,国际上有专门的通讯总线和协议,如基于 K^[9]线和基于 CAN^[10-11]总线的 KWP2000(Key Word Protocol)^[12]故障诊断协议。目前,综合考虑总线的传输负载率,一般不能超过总线负载率的 30%,如果总线负载率过高就会造成通讯不正常和通讯错误。本系统中的 ECU、ABS、Airbag 电控单元中的故障诊断信号采用 K 线传输,这些单元中的其他信号采用 CAN 总线传输。系统中其他电控单元的所有信息都是通过 CAN 总线与整车控制单元相连接^[13-14],由整车控制单元控制处理。故障数据记录仪通过 CAN 和 K 线采集信号。混合动力汽车中 CAN、K 控制局域网络各电控单元节点与故障诊断数据记录仪的拓扑结构如图 1 所示。

该混合动力汽车用 2 种故障诊断总线的目的是为了适合现阶段的诊断现状,同时又能满足整车的通信需求。每个电控单元都是网络上的一个节点,节点之间可以进行相互通讯,实现故障信息的监测与记录。

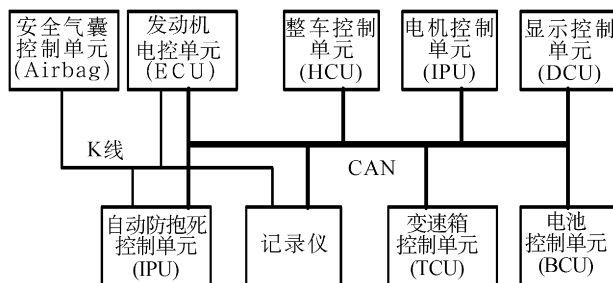


图 1 混合动力汽车通信网络拓扑结构

2 诊断数据记录系统的方案设计

基于 USB 的混合动力汽车故障诊断数据记录系统作为一种随车监测记录系统,它能够实时记录和显示混合动力汽车通讯网络上需要的数据信息。实时显示的信息包括整车的一些重要参数信息如车速、发动机转速等以及汽车上所有电控单元的故障和重要参数信息,可为驾驶员、维修员或者是研究者提供汽车的运行状况,当有故障时也可以起到实时报警的作用。USB 存储是把要采集的数据全部存储到优盘等移动存储器中。这样,当汽车的某个单元有问题时,可以通过提取车辆运行信息进行分析诊断,为研究人员的匹配控制和维修人员的诊断维修提供数据支持。

为了实现以上的故障诊断的数据记录功能,本系统由以下模块组成:CAN 通信模块, K 线通信模块, CPU 处理模块, 电源模块, 串口通信模块, 晶振模块, 键盘模块, USB 接口模块, 液晶显示模块。具体的结构框图如图 2 所示。

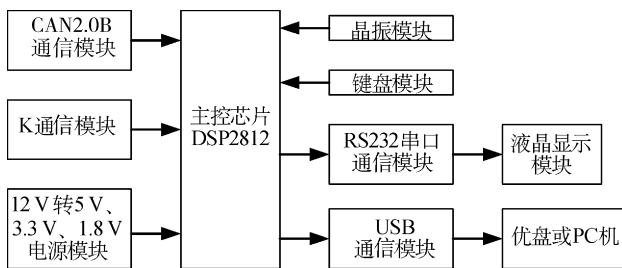


图 2 系统结构框图

图 2 中 CAN、K 通信模块属于数据采集部分,通过他们采集整车和各电控单元传送到网络上的信息。整个系统相当于网络上的一个节点和其它单元进行通信采集数据。此处用的是扩展标准的控制器局域网 CAN2.0B 通信协议和故障诊断的 K 线通信协议。

运算处理部分包括 CPU、晶振、电源和键盘模块。CPU 采用的 TI 公司的高速低功耗功能强大的 TMS320C2812^[15] 芯片, 主要实现与 CAN、K 线、USB 控制芯片以及液晶显示模块的通讯。由于 TMS320C2812 的最大工作时钟频率为 150 MHz, 而外面的晶振只有几十兆赫兹, 所以, 在 DSP 中要做倍频处理。此外该芯片的 I/O 口工作电压为 3.3 V, 核心工作电压为 1.8 V, USB 的工作电压为 5 V, 而汽车上的电压为 12 V, 因此要进行相应的转换。键盘模块起着复位、控制显示存储的作用。

数据存储部分主要采用 USB 通信模块。USB 接口实现与移动存储器或 PC 机相连进行数据的实时海量存储, 具有主、从机 2 种功能。下面具体介绍 USB 控制芯片 CH375 在该系统中的接口硬件设计和软件实现。

3 基于 USB 系统的软硬件实现

3.1 硬件设计

图 3 给出了 DSP2812 与 USB 控制芯片 CH375 读写优盘或 PC 机的主从电路原理图。USB 芯片是以并行接口模式与 DSP 相连。其中 8 位双向数据总线 D0~D7, 复位信号 RST#, 读写信号 RD# 和 WR# 分别与 DSP 对应的数据总线、复位线以及读写信号线相连, CH375 的片选信号与 DSP 的 CS2 相连。地址输入引脚 A0、中断输出引脚 INT# 以及 USB 的主从模式选择引脚分别与 DSP 的 I/O 口引脚 IOF0、INT1、IOF1 相连。当 A0 为高时, D0~D7 上的数据作为命令码写入 CH375 芯片中, 为低时写入数据。INT# 输出低有效, DSP 可以使用中断方式或者查询的方式进行中断请求。

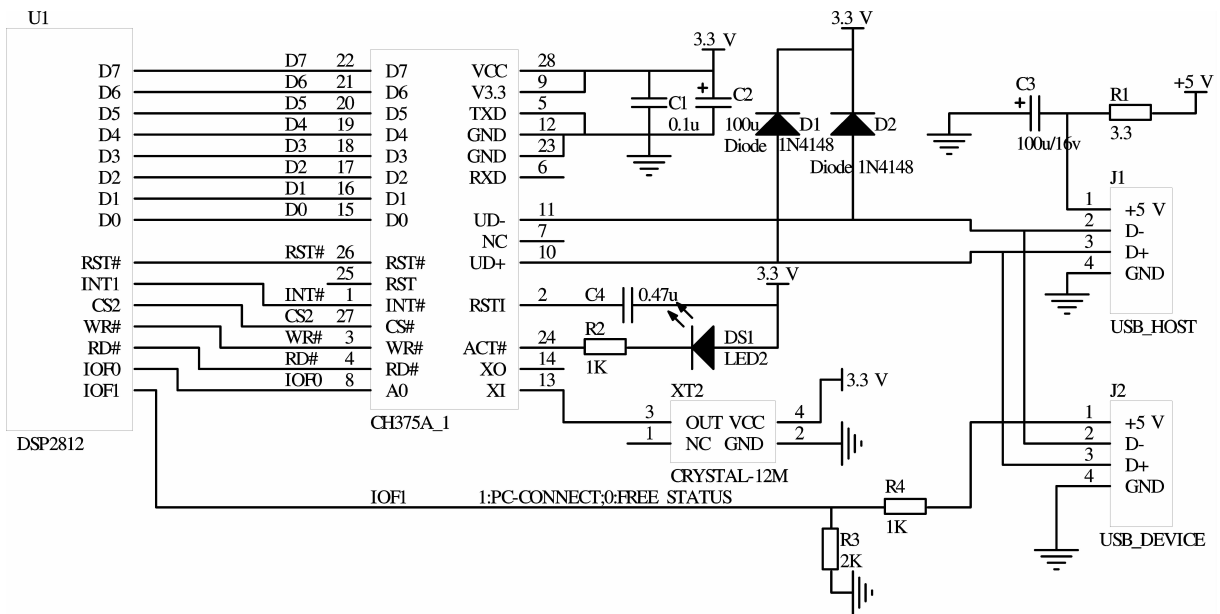


图 3 USB 主从存储接口电路

由于该系统设计了主从 USB 接口, 而 CH375 芯片不能够自动进行主从模式的选择^[16], 故在 USB 接口的电路设计中要实现由 DSP2812 实现系统自动进行主从模式的切换。如图 3 中双 USB 插座主从判断电路如下: 空闲时, IOF1 为低电平, DSP 使 CH375 工作于主模式, 当有 USB 设备插入 USB_HOST 时 CH375 会自动通知 DSP, 然后处理; 当端口 USB_DEVICE 连接到计算机的 USB 端口时, 计算机的 USB 提供 5 V 电源使 IOF1 为高电平, 所以 DSP 使 CH375 切换到从模式。

设计中需要注意的是 DSP2812 的 I/O 工作电压为 3.3 V, 而从模式 USB 工作电压为 5 V, 因此, 不能直接与 DSP 的引脚相连, 为 DSP 提供模式选择信号可通过如图 3 所示的 R3、R4 进行分压后与 DSP 引脚相连。此外, 端口 USB_HOST 仅用于连接 USB 设备, 端口 USB_DEVICE 仅用于连接计算机, 两者不能同时使用。为了减小优盘插拔给系统带来的电流冲击, 可使用瞬变电压抑制器件、ESD 保护器件或者保护二极管对其进行冲击保护, 本系统采用的是 IN4148 二极管。

3.2 软件设计

故障诊断信息记录系统的目的是实时采集数据、显示信息以及海量存储信息。因此,在进行软件设计的时候要从以上 3 个方面来考虑。其故障诊断监测信息记录系统的工作流程框图如图 4 所示。系统上电启动后进行初始化设置,完成后查询 USB 总线上是否有 USB 设备接入,当有设备接入时,对 USB 设备进行初始化设置,若没有则直接进入液晶显示和报警程序模块。系统在显示的过程中不断进行着中断等待,当有中断出现时进入相应的中断子程序。

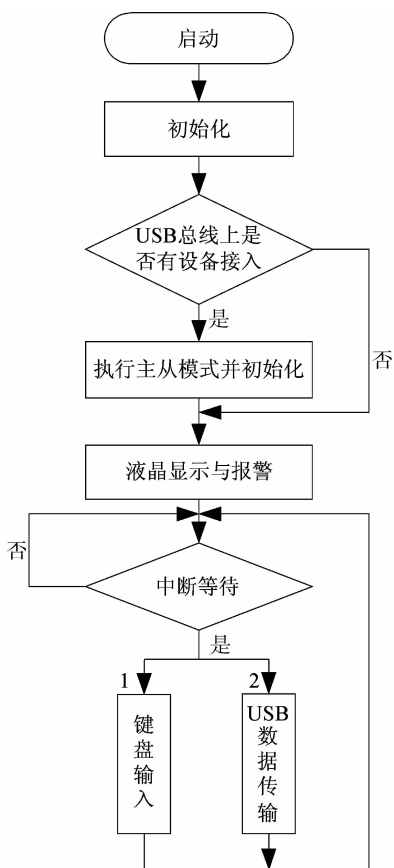


图 4 系统的工作流程框图

显示方面考虑到驾驶员或者维修、研究人员的需要,DSP 通过串口对液晶显示模块进行数据更新,更新周期设为 50 ms,这样就可以实时显示整车及各电控单元的各参数信息以及故障信息。当 DSP 处理器收到混合动力汽车传送过来的故障信息时,进行声光报警。

在 USB 数据的海量存储上,要考虑 USB 工作在主模式还是从模式下,因为这 2 种模式的工作过程是不一样的。因此,在系统进行初始化后,笔者采用查询的方式进行查询 USB 总线上是否有设备的

接入。当有设备接入后进一步进行主从模式的判断,从图 3 的硬件图中可以看出,实际就是利用 IOF1 引脚的高低电平的变化来判断主从模式。当 IOF1 引脚为低电平且有设备接入时工作于主模式,当 IOF1 引脚为高电平且有设备接入时表示其工作于从模式。主从模式确定后,DSP 进入中断响应,调用相应的中断函数。由于 USB 控制芯片 CH375 内置有 USB 的控制传输协议和固件处理海量存储设备的专用通讯协议,无需用户来编写这部分程序^[17]。CH375 直接提供了数据块的读写接口,DSP 可以将主模式下的存储器简单当作一个外部数据存储去进行操作,在从模式下,PC 机将 CH375 当作一个数据缓冲器,从其中读取数据即可。

4 试验应用验证

数据记录仪在实际汽车的运行情况如图 5 所示。



图 5 数据记录仪试验图

由图 5 可以看出,2 幅图片中显示的 2 个不同的参数是通过按键翻页显示的。优盘的剩余存储容量和时间一直都显示。记录仪在工作过程中采集的数据相当的准确,能够及时地反映出车辆的状态信息,也能够很好的把采集的数据存储到优盘。

5 结 语

基于 CAN 总线、K 线和 USB 的数据采集存储以及液晶显示的系统解决了混合动力汽车在开发过程中的汽车整车及部件实时监测显示报警和数据采集时存储容量有限的问题。具有数据采集存储方便安全,能够长时间采集的特点,为故障诊断以及整车的开发提供了数据保证。随着汽车智能化的不断提

高和本系统的功能不断完善,该系统可以当作混合动力汽车检测诊断和整车维护的标准设备,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 戴梦萍,纪永秋. 汽车新动力:HEV 综述[J]. 农业装备与车辆工程,2006(9):7-10.
DAI MENG-PING, JI YONG-QIU. New power for vehicle: HEV system summary [J]. Agricultural Equipment & Vehicle Engineering, 2006(9):7-10.
- [2] 卜健,杨殿阁,罗禹贡,等. 基于车载微机的混合动力汽车监测与诊断系统研究[J]. 汽车技术,2005(3):17-20.
BU JIAN, YANG DIAN-GE, LUO YU-GONG, et al. Study on the on-vehicle microcomputer based monitoring and diagnosis system of the hybrid electric vehicle[J]. Automobile Technology, 2005(3):17-20.
- [3] TETSUYA N. Vehicle crash analysis based on own data recording [J]. International Journal of Vehicle Design,2003,32(1/2):130-141.
- [4] WEI L, WANG X Y, DONG Y. The design of USB interface in stored program control switching system for teaching[J]. Control & Automation, 2004, 20(9):92-94.
- [5] 张颖,全书海. 基于 DSP 的 USB 主从机双向通信接口设计[J]. 计算机工程与应用,2006,42(29):94-97.
ZHANG YING, QUAN SHU-HAI. Design of use-host & device two-orientation communicating interface based on DSP [J]. Computer Engineering and Applications, 2006,42(29):94-97.
- [6] RINKES D. The black-box embedded recorder[J]. IEE Electronics Systems and Software, 2005, 3(3):40-44.
- [7] 任勇,秦大同,杨亚联,等. 混合动力电动汽车的研发实践[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2004,27(4):27-30.
REN YONG, QIN DA-TONG, YANG YA-LIAN, et al. Researching and developing a hybrid electrical vehicle[J]. Journal of Chongqing University: Natural Science Edition,2004, 27(4):27-30.
- [8] 姚方. 油电混合动力汽车概述及其分类[J]. 科技情报开发与经济,2007,17(9):173-174.
YAO FANG. The generalization and classification of the oil-electric vehicles [J]. SCI-TECH Information Development & Economy, 2007,17(9):173-174.
- [9] 宋国明,季晓华. 基于 K 线的电控系统诊断平台开发[J]. 现代车用动力,2004(2):1-4.
SONG GUO-MING, JI XIAO-HUA. Development of electronically controlled diagnosis platform based on K line[J]. Modern Vehicle Power, 2004(2):1-4.
- [10] 王印,贾建波,于云华,等. 录井数据采集系统 CAN 节点设计[J]. 仪表技术与传感器,2007(11):75-77.
WANG YIN, JIA JIAN-BO, YU YUN-HUA, et al. Design and development of logging data acquisition and transmission system based on CAN bus[J]. Instrument Technique and Sensor, 2007(11):75-77.
- [11] LIU Y J, ZHANG T X, CAO W K, et al. Research on fault diagnosis of electric appliance for vehicle based on CAN bus [C] // Technology and Innovation Conference 2006. [S.l.]:IET Conference Publications, 2006:2338-2342.
- [12] 刘国权,张伯英,宋卫锋. KWP2000 协议分析及开发测试[J]. 汽车技术,2006(1):20-24.
LIU GUO-QUAN, ZHANG BO-YING, SONG WEI-FENG. The analysis and development test of protocol KWP2000 [J]. Automobile Technology, 2006(1):20-24.
- [13] WANG J F, YANG J H, ZHOU H X, et al. Adaptive sampling methodology in network measurements [J]. Journal of Software, 2004, 15(8):1227-1236.
- [14] EMADI A, RAJASHEKARA K, WILLIAMSON S S, et al. Topological overview of hybrid electric and fuel cell vehicle power system architectures and configurations [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2005,54(3):763-770.
- [15] Texas Instruments. TMS320F2812 digital signal processors data Manual [EB/OL]. [2003-02-15]. <http://www.ti.com/>.
- [16] XIN H F, YU F, TAN J, et al. Embedded USB host/slave application module [J]. Jilin Daxue Xuebao (Gongxueban)/Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition,2005,35(2):166-169.
- [17] 南京沁恒电子有限公司. CH375 中文手册 [EB/OL]. [2007-10-10]. <http://wch.cn/index.asp>.

(编辑 张 苹)