

文章编号:1000-582X(2012)06-001-08

混合动力汽车实时远程监控系统的开发

杨亚联, 郑 杨, 宋安兴, 陆 通

(重庆大学 机械传动国家重点实验室, 重庆 400044)

摘 要:采用 GPS/GPRS 的数据传输单元 DTU(data transfer unit)和 CAN 总线数据采集模块,集成为车载远程数据采集终端,借助无线手机基站网络、Internet 网络、并集成上层的数据监控软件,构建了混合动力汽车实时远程监控系统。车载终端采用内置 CAN 控制器模块的 PIC18F4580 和工业级 DTU-MD610G,通过 GPRS(general packet radio service)和 Internet 网络将数据及 GPS 信息传输到远程控制端,并以 VC++ 为开发工具,编制了上位机的监控软件。软件系统不仅具有车载终端、服务器、客户端三者的数据交互和数据处理功能,并且具有 CANoe 数据回放及协议解析功能,增强了系统的通用性。通过实车实验表明,系统可以完成车辆状态和 GPS 位置信息的采集与显示。

关键词:混合动力汽车;全球移动通讯系统;全球定位系统;传输控制协议;CAN 总线;远程监控
中图分类号:U27 **文献标志码:**A

Research and development of the real-time remote monitoring control system of hybrid electric vehicles

YANG Ya-Lian, ZHENG Yang, SONG An-Xing, LU Tong

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: This paper develops a vehicle-carried remote data acquisition terminal based on GPS/GPRS integrated DTU(data transfer unit) and CAN Bus data acquisition module, and built a parameter remote monitoring system of HEV with GPRS and Internet. By using PIC18F4580 with built-in CAN control module and industrial DTU-MD610G, we transmitted the parameter data and GPS information of the HEV (Hybrid-Electric Vehicle) terminals to the remote data control center through GPRS(General Packet Radio Service) and INTERNET. Taking VC++ as the development tool, we programmed a monitoring software of data exchanging, data processing and monitoring. The software also has the function of CANoe data playbaking and strengthened the system versatility. Eventually, the parameter remote monitoring system of HEV is developed. The experiment results show that the system works well.

Key words: hybrid electric vehicle; GPRS; GPS; transmission control protocol; CAN bus; remote control

能源和环保逐渐成为人类可持续发展的主题,随着尾气排放对环境的污染以及石油能源的枯竭,开发节能环保的汽车技术正成为汽车发展的重要发

展方向,而拥有良好排放和燃油经济性能的混合动力汽车得到了越来越多的关注^[1]。

目前,国内外各大汽车集团都在进行混合动力

收稿日期:2011-12-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51075411);2010 年重庆产学研合作创新项目(10-CXY-26);国家重点实验室专项经费资助项目(0301002109148)

作者简介:杨亚联(1972-),男,重庆大学副教授,主要从事动力传动及控制方向研究,(Tel)13193145610;(E-mail) yyl@cqu.edu.cn。

电动汽车研发,特别是混合动力客车的开发及产业化,由于客车运行环境及线路相对固定,节能效果显著,以及具有良好的公益性,得到了广泛的应用,但混合动力客车作为一种公共交通工具,为了提高其长期运行的安全性、可靠性、降低运营风险,迫切需要对混合动力客车参数进行实时远程监控,对车辆运行中的能耗状态、运行情况、故障情况、车辆位置等参数进行实时采集记录和故障诊断^[2]。在混合动力汽车 CAN/LIN 总线数据的监控分析及故障诊断领域,德国 Vector 公司开发的工具软件 CANoe 和 CANalyzer 相对成熟,但软件的售价昂贵且没有远程数据传输及车辆定位功能,而国内在此领域起步较晚。2012 年初国务院安全生产委员会办公室印发了《道路交通安全“十二五”规划》,明确了客车须安装定位系统及监控装置。根据上述需求,作者基于 GPS/GPRS,开发了混合动力汽车实时远程监控系统。

1 系统总体结构

1.1 HEV 公交汽车电控结构

混合动力电动汽车采用发动机和电机为动力源,加速驱动时,储存在电池内的能量可以通过电机助力,从而减小发动机的后备功率和排量,制动时能够通过发电机回收能量,是一种具有产业化价值的节能汽车。由于公交线路相对固定和公益性质,其动力系统的混合化具有更好的产业化价值。本系统开发的目的是为了对混合动力汽车运动参数和状态进行监控,所涉及的混合动力客车采用了同轴并联式的 ISG 混合动力系统,ISG 电机布置在发动机和变速器之间,其电控系统采用了轿车类似的结构^[3]包括:整车控制单元(HCU)、发动机电控单元(ECU)、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),各单元通过 CAN 总线网络进行协调和控制。

1.2 监控系统架构

文中涉及的混合动力汽车远程监控系统采用了如图 1 所示的系统架构,主要由车载终端(包括带 GPS/GPRS 功能的 DTU 和 CAN/K 线数据采集模块)、监控中心服务器、客户端以及公共网络组成。

车载终端的主控制器通过 CAN 通信模块(K 线或其他总线)和 GPS 模块进行车辆坐标、车速、里程、油耗、电机电流电压、电池电流电压、故障信息等参数及状态信息的数据采集,并将采集到的数据打包,然后通过 GPRS 模块将把打包后的数据以无线

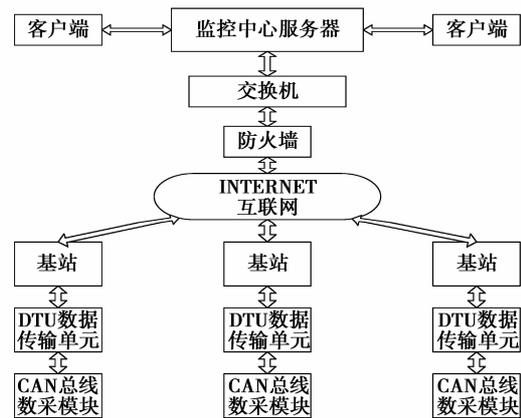


图 1 远程监控系统结构框架

通信的方式发出。

远程车载终端模块所采集的数据经过由 GPRS 模块、基站、网关支持节点 GGSN、服务支持节点 SGSN 构成的 GPRS 网络后进入常规 Internet 网络,并通过防火墙进入监控服务中心的服务器^[4-6]。监控中心接受客户端的命令,将接收的数据进行分类、整理、统计,并以数表、图形及数据库等形式将远程车辆数据采集终端的数据反馈到客户端。

同理,数据也可以双向传输:客户端通过 TCP (transmission control protocol)与监控服务器联系,将相关的操作命令等参数通过有线网络,GPRS 无线网络,发送到远程的数据采集终端。

2 车载终端设计

车载终端是实现混合动力车辆运行参数远程数据采集的重要部件,是远程参数监控系统数据的来源,文中设计的车载终端主要由基于 CAN 总线的数据采集系统和集成 GPS 与 GPRS 的 DTU 模块组成,如图 2 所示。系统集成有存储器,为避免因通讯原因的数据丢失和底层终端的人机交互提供了可能。

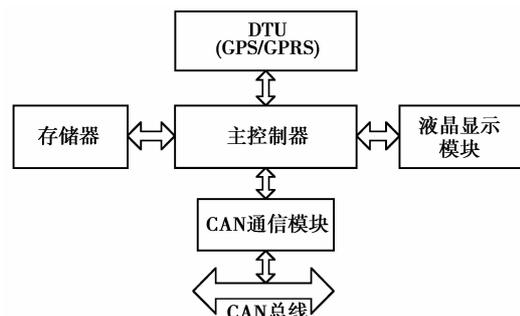


图 2 车载终端系统原理示意图

2.1 数据采集系统

数据采集系统由主控制器、CAN 通信模块、大容量存储器以及液晶显示模块等构成。

主控芯片采用 8 位单片机 PIC18F4580,总线频率可达 40M,该芯片内置了 CAN 控制器模块,支持 CAN2.0A/2.0B 协议,芯片通过 CAN 收发器 PCA82C250 获取 CAN 总线数据,然后将数据打包写入大容量存储器。当收到监控中心数据请求时,数采系统通过 RS485 接口将数据发送至无线模块。

2.2 GPRS 无线通信模块

2.2.1 模块选型

基于 GPRS 模块的选择决定了混合动力汽车实时远程监控系统的实时性以及通信可靠性,因此,系统采用 eTung 推出的工业级带 GPS 功能的 GPRS DTU-MD610G。MD610G 基于 ARM (Advanced RISC Machines)平台、嵌入式操作系统,内置工业级模块,可在恶劣环境下使用,工作温度范围可达 $-40\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$,其提供标准 RS232/485 串行接口,可以快速与混合动力汽车数据采集系统相连,通过 GPRS 网络将采集的数据传输到 Internet 上的一台主机上,实现数据远程传输,于此同时可将车载终端所处地的 GPS 位置信息上报至主机,实现设备定位。

2.2.2 模块软硬件配置

MD610G 使用前需要与上位机服务器联接进行配置,首先将 MD610G 与电脑串口相连,设置波特率为 115 200 bps,上电后进入配置过程。配置内容主要包括:

1)数据中心域名或 IP:输入服务器公网 IP 或域名;

2)数据中心端口:输入服务器程序监听的端口;

3) APN 名称:输入网络服务 APN (Access Point Name),系统使用移动 SIM (Subscriber Identity Module)卡,此处为 CMNET;

4)GPS 上报间隔:输入数值表示每几秒上报一次 GPS 信息。

3 监控软件设计

监控软件主要完成车载终端、服务器、客户端三者的数据交互和数据处理等功能,包括用户登录模块、数据收发模块、数据处理模块、用户协议设置模块以及数据回放模块。

3.1 用户登录模块

监控中心启动后,首先进入系统登录程序验证用户密码,见图 3。登录模块主要实现如下功能。

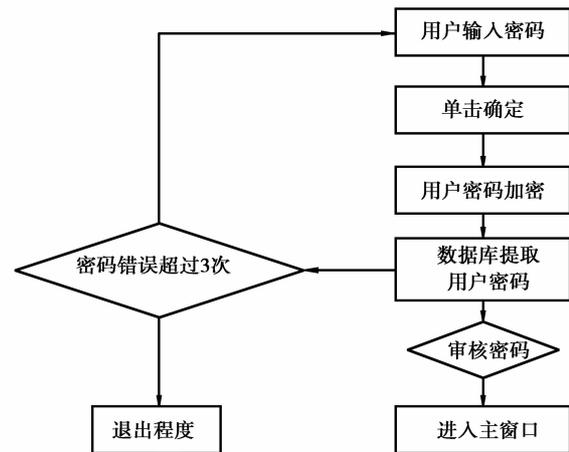


图 3 登录模块流程

◆ 输入密码的控件采用文本框。密码如果输入正确,取得用户权限并进入系统,否则,将提示错误,并返回密码输入框。

◆ 记录错误次数,录入密码错误 3 次将自动退出系统。

3.2 数据格式设定

1)车载终端向监控中心发送数据的格式设计如表 1 所示。

表 1 数据传输格式

Code name	Byte count/bytes
Start	2
ID	2
Data length	1
Data body	8
Checksum	1

◆ Start:起始符。表示某个 ID 消息的起始,设定为两个字节的 FFH;

◆ ID:ID 码。标准帧格式,2 个字节;

◆ Data length:数据长度。2 个字节;

◆ Data body:数据体。对于不同的 ID,发送的监测到的有效数据的字节长度不一致,可能是两字节、三字节或四字节等不同的字节长度。但发送时都补满 8 个字节发送,不足 8 个字节时补足 8 个字节发送(将后面的字节补零)。

◆ Checksum:校验和。一个字节。前面已发的 ID 码、有效字节长度和汽车监测参数的和(不包括起始标识符)的低字节作为校验和。

2)GPS 数据格式如表 2 所示。

数据示例: \$GPRMC, 090758. 182, A, 3958.

2382,N,11621.4878,E,1.06,201.56,121011,,,
A*6A

表 2 GPS 数据格式说明

名称	示例	描述
消息 ID	\$GPRMC	RMC 协议头
UTC 时间	090758.182	时间 9 点 7 分 58.182 秒
状态	A	A 为有效定位;V 为无效
纬度	3958.2382	表示 39 度 58.2382 分
南北纬指示	N	N 表示北纬,S 表示南纬
经度	11621.4878	表示 116 度 21.4878 分
东西经指示	E	E 表示东经;W 表示西经
地面时速	1.06 海里/小时	表示地面速率
地面航向	201.56 度	以正北为参考基准
日期	120211	表示 2011 年 2 月 12 日
磁变/度		E 表示东;W 表示西
校验	*6A	
<CR><LF>		消息终止标记

3) 客户端与监控中心通信的数据格式设计见表 3 所示。

表 3 数据传输格式

Code name	Byte count/bytes
ID	4
IMEI	16
Name	16
Msg Tyge	1
Reserved	1
Msg Len	2
Msg Body	<1492

◆ ID: 表示一个消息包的开始, 为四个字节的 0x7e;

◆ IMEI: 是 DTU 的唯一标识, 是最后一个字节为结束符“\0”的, 实际长度为 15 字节的字符串。IMEI 为“0000000000000000”代表所有的 DTU, 比如可以给所有的 DTU 广播发送数据;

◆ Name: 是 DTU 的别名, 用来便于人工识别 DTU, 是最后一个字节为结束符“\0”的, 实际最大长度为 15 字节的字符串;

◆ Msg Type: 消息类型, 一个字节长;

◆ Reserved: 保留字段, 一个字节长;

◆ Msg Len: 指明了 Msg Body 的实际长度, 两个字节长, 以网络字节序存放;

◆ Msg Body: 消息体, 长度由 Msg Len 字段指

明, 不同的消息类型有不同的消息体。最大消息体长度为 1492。

3.3 数据收发模块

首先客户端向监控中心发送一个 TCP 连接请求, 监控中心打开本地端口, 在接受请求后, 客户端再向监控中心发送客户端 ID 并建立连接, 连接建立成功就可以进行数据的收发。数据收发程序采用 VC++ 开发, 其 MFC (Microsoft Foundation Classes) 中的 CAsyncSocket 类对与 Socket 有关的 API 进行了简单封装, 在此基础上, 又从 CAsyncSocket 派生出 CSocket 类^[7]。CSocket 类提供了对于同步操作 CArchive 对象十分重要的阻塞功能, 且 CSocket 通过与类 CSocketFile 和 CArchive 一起来管理对数据的发送和接收, 使收发数据的操作变得简单明了。

Socket 类 CMySocket 的成员变量 m_pDlg 是指向父窗口对话框的指针, 通过 Init 将其赋值。并且, 不能通过 #include 将头文件“ServerDlg.h”引入, 只能通过 class CServerDlg 来声明类。

首先添加 2 个 CMySocket 的对象实例, 分别用来侦听连接请求和与客户机连接代码如下。

```
#include "MySocket.h"
class CServerDlg : public CDialog
{
    .....
private:
    CMySocket m_ListenSocket;
    CMySocket m_ConnectionSocket;
};
```

在 OnInitDialog 消息响应函数完成初始化工作后, 监控中心接受连接请求。当接收到客户机发来的数据时, 将其显示在列表中并记录数据形成 TXT 文件存储于硬盘中, 部分关键代码如下。

```
void CServerDlg::OnReceive()
{
    int nLen;
    char * pBuf=new char[1025];
    nLen = m_ConnectionSocket.Receive(pBuf, 1024);
    pBuf[nLen]='\0';
    this->m_List.AddString(pBuf);
}
```

客户端收发模块开发与监控中心的开发大部分相同, 只是客户端程序并不打开端口, 而是申请与服务器连接。

3.4 数据处理模块

监控中心接受的数据为车载终端采集的 CAN 总线数据和 GPS 数据,数据格式见 3.3 节表 1~2。数据处理模块功能包括:实现车辆参数数据的 ASC 文件格式转换,以便可利用 CANoe 进行数据回放。从车载终端上传的 GPS 数据解析出经纬度、日期和时间数据,实现车辆定位和轨迹回放。将记录所有车辆数据的 TXT 文件中所需数据存入数据库,方便协议解析后的数据回放功能。

3.4.1 CANoe 数据回放

CANoe 集成模型创建、物理仿真和功能测试等功能于一体,是目前应用于 CAN、LIN 控制器总线产品较为强大的工具。鉴于 CANoe 的优势,文中将车载终端上传数据解析成 CANoe 诊断报文格式,实现了车辆参数的 CANoe 回放。

CANoe 诊断报文格式如图 4 所示,从左至右依次为时间、通道、ID 码、测试名称、收/发、数据长度和数据。从车载终端上传数据中可以获取的数据有 ID 码、数据长度和数据,所以要生成 CANoe 可读的文件格式需要添加时间、通道以及收发信息。

Time	Chn	ID	Name	Dir	DLC	Data
76.003238	1	773	ReqMsg	Tx	2	01 3e
76.004100	1	673	RespMsg	Rx	4	03 7f 3e 22
78.751838	1	773	ReqMsg	Tx	3	02 10 c0
78.752645	1	673	RespMsg	Rx	3	02 50 c0

图 4 CANoe 诊断报文

程序处理步骤为:先将记事本数据先导入数据库,再根据条件提取并处理生成需要的每行数据,最后导出到记事本文件。由于车辆上传数据每帧以“FF”开头,数据库提取数据时通过搜寻“FF”判断是否为帧起始,如果为帧头,则使用函数 `fscanf()` 获取 FF 后 11 个字节的数据,其中前 2 个字节为 ID 码,第 3 个字节为数据长度,后 8 个字节为车辆状态参数。生成文本文件数据格式见图 5。

最后将符合格式要求的文本文件转换成 ASC 文件,并添置相应的 CANoe 头文件,即可实现 CANoe 的车辆状态参数回放。

3.4.2 GPS 数据处理

监控中心接收到 GPS 数据后,按照表 2 的数据格式形成 TXT 文件^[8]。GPS 数据中,通常我们只关心经纬度、日期和时间参数,所以需要对数据进行解帧处理。每帧数据以“\$GPRMC”开头,帧内各数据段由逗号分割,处理数据时通过搜寻 ASCII 码“\$”来判断是否是帧头,帧头识别成功后赋值逗号个数 ID 为 0,相关代码如下



图 5 CANoe 回放数据格式

```
for(int i=0;iBR> if(Data[i] == 'MYM')
    SectionID=0;
```

然后利用所经历逗号个数的计数来判断出当前正在处理的是何种参数,并采用 switch 条件语句作出相应的处理。时间和经纬度参数处理代码如下。

```
if(Data[i] == 10){
    if(Data[i] == ',')
        SectionID++;
    else {
        switch (SectionID)
        {
            case 1 :
                m_sTime += Data[i];
                break;
            case 3 :
                m_sPositionY += Data[i];
                break;
            case 5 :
                m_sPositionX += Data[i];
                break;
```

应用中往往根据需要对提取的数据做进一步的运算处理。提取的时间信息为格林尼治时间,需要在获取时间上加 8 h 才为我国标准时间,经纬度使用的 WGS(World Geodetic System)-84 坐标系与我国采用的坐标系不同,也要对此加以变换,因此需将获取的字符型变量转换成数值型变量,最后通过相应数值运算处理。

3.4.3 数据库录入

系统采用 VC++ 开发数据入库模块。利用 VC++ 提供的 CFile 类的 Read() 函数和 Write() 函数对磁盘文件进行读写操作。读写文本文件需要建立指向用户定义的缓冲区的指针 lpBuf 以及从文件

中读取的最大字节数 nCount。读取后用 INSERT 语句将读取的文件内容添加到数据库中。

程序关键代码如下。

```
for (int i=0;i<mfile.GetLength();i++)
{
    str += sread[i];
}
try
{
    _bstr_t sql;
    sql = "select * from tianjiabiao";
    _RecordsetPtr m_pRecordset;
    m_pRecordset = m_AdoConn.
GetRecordSet(sql);
    m_pRecordset->AddNew(); // 添加
    新行
    m_pRecordset->GetFields()->
GetItem("文件")->AppendChunk((_variant_t)str);
    m_pRecordset->Update();
    m_AdoConn.ExitConnect();
    mfile.Close();
}
```

系统程序使用 ADO(ActiveX Data Objects)连接数据库,在连接数据库时,需要使用 Connection 对象的 Open 方法打开与数据源的连接。首先引入 ADO 类库,导入一个 ADO 动态链接库 msado15.dll,然后封装 ADO 数据库对象。数据库连接后,就可以进行制表制图显示等操作。

3.5 协议解析模块

在满足 CANoe 数据回放的同时,设计了用户协议解析模块。用户可以在未安装 CANoe 的计算机上实现数据回放功能,增加了系统的实用性。

CAN 帧信息解析算法为:实际参数=原始数×比例系数+偏移量,各种车型通信协议中的比例系数和偏移量可能不同,因此将数据的每个参数设置成变量,由用户来对各个变量赋值。CAN 数据协议的参数变量包括 ID 码、起始字节 START、数据长度 LTH、比例系数 RES 和偏移量 OFFSET。变量赋值后引入算法当中,实现数据的还原操作。例如接受的发动机转速数据为:FF00 01 40 1F 7D A0 41 7D 00。其中前 2 个字节为 ID,后 8 个字节为数据。协议规定发动机转速为数据的第 2 字节和第 3 字节,转速的低位为第 2 字节,高位为第 3 字节,比例系数为 0.5,偏移量为 0。那么接受的发动机转速值为 0x1F40,根据协议解析算法可以算出发动机的

物理转速为 $(0x1F40)8000 * 0.5 + 0 = 4000 \text{ r/min}$ 。解析程序部分代码如下。

```
char * line = "01 40 1F 7D A0 41 7D 00";
unsigned char thearray[ 0x20 ];
int len=parse(line,thearray );
int val=(thearray[ 2]<< 8 )+thearray[ 1 ]
```

协议解析程序首先采用 char * 从 ID 为 FF00 的数据帧中提取出需要的 2 个字节的数据,然后将数据转换成 10 进制,最后根据协议的比例系数和偏移量计算得到真实值。

4 系统测试

系统测试时,利用一台连入公网网络的笔记本电脑作为监控中心,一台接入局域网的台式机作为客户端,车载终端通过 ODB 国际标准汽车通讯接口与实验车辆 CAN 总线连接。客户端通过监控中心首先发送 CAN 总线 ID 码给车载终端,车载终端确认接受正确后,将采集的 CAN 总线数据按照设定的数据格式上报给监控中心。

4.1 GPS 实时监控测试

监控中心接收到车载终端上报的 GPS 及车辆状态参数后,完成信息的实时显示。实时监控系统的界面见图 6。

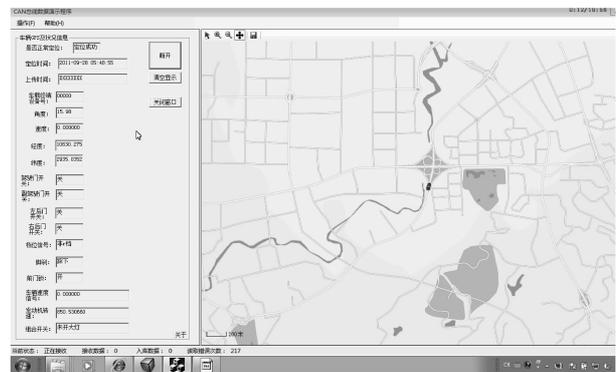


图 6 GPS 实时监控画面

通过初步的测试表明,车辆状态参数:档位信号、刹车、车速、发动机转速等信号可以顺利采集,同时系统可以完成车辆基本状态和 GPS 车辆位置信息的实时采集与显示。

4.2 动力系统实时监控测试

动力实时监控系统主要针对发动机、电机以及电池的运行状况进行监控,并具有报警功能。试验中,数据处理模块按照协议设定的 ID,提取上传的发动机、电机和电池数据帧并显示运行参数。图 7 为运行中的车辆动力系统监控界面。

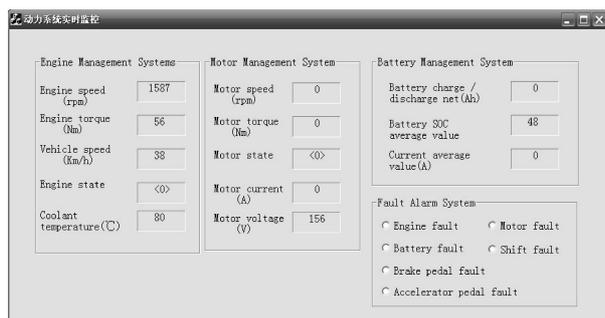


图 7 车辆动力系统实时数据监控界面

测试表明,系统可以成功接收试验车辆的发动机、电机以及电池的实时参数,并且系统具有故障报警功能。

4.3 CANoe 数据回放测试

经过测试,将系统生成的已添加 CANoe 头文件的 ASC 文件(见 3.4.1)导入 CANoe 中回放,并对比 CANoe 自回放图,结果表明系统能够实现数据的真实回放。图 8 为发动机转速的回放测试。

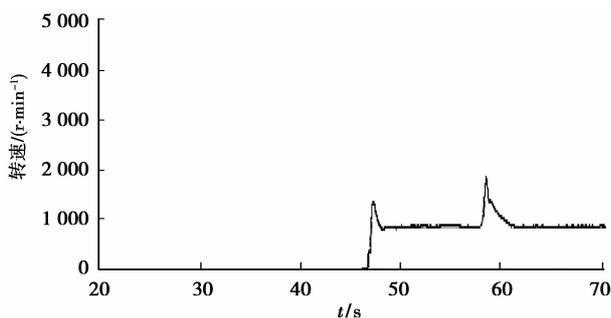


图 8 CANoe 回放测试数据图

5 结 论

结合混合动力客车运行及位置参数远程监控的需要,基于 GPS/GPRS,开发了混合动力汽车远程参数监控系统:

1)系统采用集成 GPS/GPRS 的 DTU 和 CAN 总线数据采集模块的车载终端作为远程数据采集装置,借用商用的无线手机基站网络和 Internet 有线网络作为数据传输通道,并由监控中心服务器、客户端构成上层的数据监控系统,由此构成了车辆运行参数的远程监控系统架构。

2)底层车载终端主控芯片采用内置 CAN 控制器模块的 PIC18F4580,总线频率 40M,收到的 CAN 总线数据,打包写入大容量存储器,并通过 RS485 接口将数据发送至无线模块。采用 eTung 的工业

级带 GPS 功能的 GPRS DTU-MD610G,提供标准 RS232/485 串行接口,通过 GPRS 网络将采集的数据传输到 Internet 上,同时可将车载终端所处地的 GPS 位置信息上报至主机,实现设备定位。

3)监控软件主要完成车载终端、服务器、客户端三者的数据交互和数据处理等功能,包括用户登录、数据收发、数据处理、用户协议设置、数据回放等模块,可以方便地实现数据的双向传输处理及回放。

4)通过初步的测试表明,车辆状态参数:档位信号、刹车、车速、发动机转速等信号可以顺利采集,同时系统可以完成车辆基本状态和 GPS 车辆位置信息的实时采集与显示。

5)系统采用的 GPRS 传输方式,最大传输速率为 114Kbps,一定程度上限制了参数采集的数量和频率,随着 3G、4G 网络的逐步成熟,系统可以进一步进行适应性改进,以实现音频、视频等更加人性化的数据交互。

参考文献:

- [1] GULLHANE V, TARAMBALE M R, NEKAR Y P. A scope for the research and development activities on electric vehicle technology in Pune city [C] // Proceedings of the 2006 IEEE Conference on Electric and Hybrid Vehicle, Dec. 18-20, 2006, Pune, India. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1-8.
- [2] CAMACHO G, ALDUCIN G, GUTIERREZ J, et al. Software development for local data transfer for mobile applications using GPS and GPRS technology [C] // Proceedings of the 16th International Conference on Electronics, Communications and Computers, Feb. 27-March 1, 2006, Cholula, Puebla, Mexico. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1-7.
- [3] YANG Y L, CAO Z W, QIN D T. Development of the remote data supervisory system of the hybrid-electric vehicle [J]. Journal of Chongqing University, 2010, 33(8): 69-74.
- [4] LIU Q, LU H P, ZHANG H L, et al. Research and design of intelligent vehicle monitoring system based on GPS/GSM [C] // Proceedings of 2006 the 6th International Conference on ITS Telecommunications, June 21-23, 2006, Chengdu, China. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1267-1270.
- [5] ZHUANG J H, XIE H, YAN Y. Research and development of electric vehicle data collection and calibration platform based on GPRS and INTERNET [C] // Proceedings of the 2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Sept. 3-5, 2008, Harbin, China. [S. l.]: IEEE Press, 2008: 1-5.

- [6] XING J P, ZHANG J, LI W Y, et al. Vehicle GPS real time monitoring communication system base on GPRS/CSD[C]// Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21-23, 2006, Dalian, China. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 8745-8749.
- [7] 明日科技. Visual C++ 编程全能词典[M]. 第 1 版. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [8] 郎锐. GPS 定位数据的提取[J]. 电脑编程技巧与维护, 2005(7): 54-55.
LANG RUI. GPS positioning extraction of data [J]. Computer Programming Skills and Maintain, 2005(7): 54-55.
- [9] 向怀坤, 柴旭东, 廖明军, 等. 基于 GPS、GIS 与 GSM 开发车辆监控调度系统的研究[J]. 汽车工程, 2002, 24(3): 21-25.
XIANG HUAI-KUN, CHAI XU-DONG, LIAO MING-JUN, et al. The development of the vehicle monitoring and dispatching system based on GPS/GIS/GSM technologies [J]. Automotive Engineering, 2002, 24(3): 21-25.
- [10] FAN D B. The design and implementation of a wireless remote image monitoring system based on the ARM and GPRS [J]. Procedia Engineering, 2011, 24: 83-89.
- [11] FAN J J, LUO Y G, LI K Q. Development of supervisory control system for multi-axle independent drive hybrid vehicle [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2010, 46(10): 126-131.
- [12] 吴阳博. 基于新能源汽车远程监控系统的数据采集和传输研究[J]. 佳木斯大学学报: 自然科学版, 2011, 29(1): 19-24.
WU YANG-BO. Research on data acquisition and transfer on clean energy vehicle remote monitoring system [J]. Journal of Jiamusi University: Natural Science Edition, 2011, 29(1): 19-24.
- [13] GOMEZ TORRES M D, MIRANDA SOLIS J A, GUTIERREZ GOMEZ J. Design and development of application software systems for the acquisition and storage of local and remote data for mobile applications using TCP/IP protocols and GPS/GPRS services[C]// Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Electronics, Communications and Computers, Feb. 27-Mar. 1, 2006, Puebla, Mexico. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 5-5.
- [14] 余韵律, 王建, 王启慧. 基于 SAE J1939 协议的发动机总线数据模拟器开发[J]. 电子设计工程, 2010, 18(4): 48-51.
YU YUN-LV, WANG JIAN, WANG QI-HUI. Development of engine bus data simulator based on SAE J1939 protocol [J]. Electronic Design Engineering, 2010, 18(4): 48-51.
- [15] LI S W, TIAN J J, YANG Z F, et al. Research and implement of remote vehicle monitoring and early-warning system based on GPS/GPRS [J]. Energy Procedia, 2011, 11: 134-140.
- [16] 杨亚联, 钱三平, 秦大同, 等. 混合动力汽车故障数据记录系统设计[J]. 重庆大学学报, 2008, 31(8): 854-858.
YANG YA-LIAN, QIAN SAN-PING, QIN DA-TONG, et al. A fault data recording system design for hybrid-electric vehicles [J]. Journal of Chongqing University, 2008, 31(8): 854-858.
- [17] RAMOS M I, GIL A J, FEITO F R, et al. Using GPS and GIS tools to monitor olive tree movements [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2007, 57(2): 135-148.
- [18] KIM J H, LYNCH J P. Experimental analysis of vehicle-bridge interaction using a wireless monitoring system and a two-stage system identification technique. [J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2010, 4: 3-19.

(编辑 张小强)