

文章编号:1000-582X(2010)08-069-06

# 混合动力汽车参数远程监控系统的开发

杨亚联,曹紫微,秦大同

(重庆大学 机械传动国家重点实验室,重庆 400044)

**摘要:**以混合动力电动汽车为研究对象,进行了车辆运行参数远程采集监控系统的开发。利用下位机通过串口采集模拟 CAN 格式数据并通过 GPRS 无线通信模块将数据发送至远端服务器,最后由上位机数据处理软件对原始数据进行数据处理。针对系统的要求和特点,主要对下位机硬件进行了模块选型和整体设计并对上下位机软件进行了设计编写。最后以多台电脑作为模拟车辆数据发射源进行了实验,实现了数据的无线传输,同时对多个数据源进行数据接收,以及对数据的分析处理、回放,并可自行设置数据协议的功能。尤其是数据无线传输和协议设置功能,提高了诊断系统的便利性和通用性。

**关键词:**混合动力电动汽车;GPRS;数据采集;数据协议;数据传输

**中图分类号:** U469.72

**文献标志码:** A

## Development of the remote data supervisory system of the hybrid-electric vehicle

YANG Ya-lian, CAO Zi-wei, QIN Da-tong

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

**Abstract:** Taking the hybrid electric vehicle as the investigation subject, this paper studies the remote data acquisition, supervisory control and redisplay system of the hybrid electric vehicle fault diagnosis. The system gathers the simulate CAN-BUS data through serial ports by the data acquisition device and send data to the remote web-servers by the GPRS wireless communication module. For the demands and features, the paper makes the module selection and design the hardware of lower computer, and the software on the host computer and lower computer. It takes several notebooks as the simulate vehicle-date emission source to make an experiment, achieving the function of wireless data transfer, data acquisition, supervisory, redisplay for multi hybrid electric vehicles at the same time, and protocol setting up. Especially the function of wireless data transfer and protocol setting up, make a big progress on the common use and convenience of fault diagnosis system.

**Key words:** hybrid-electric vehicle ; GPRS; data acquisition; data protocol; data transfer

随着环境污染问题的日益严峻,石油等不可再生能源的逐渐枯竭以及燃油价格的不断攀升,促进了混合动力电动汽车的快速发展<sup>[1]</sup>,由于混合动力

汽车有 2 个以上的动力源,包括电机、电池、发动机等多个控制器。为了获得良好的节能和减排性能,必须对各个系统的参数进行匹配和控制,需要在整

收稿日期:2010-04-21

基金项目:国家 863 电动汽车重大专项(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,主要从事机械传动方向研究,(Tel)13193145610;(E-mail) yyl@cqu.edu.cn。

车研发中对混合动力系统的参数进行监控和分析,需要对示范运营过程中运行参数和故障信息进行远程采集和监控,以便及时发现混合动力系统的开发匹配和示范运行问题。进一步提高产品的成熟度和可靠性。因此对混合动力汽车远程参数采集和监控提出了现实的要求。

目前,车载数据采集系统相对成熟,其中由德国 Bosch 公司在 1986 年发布的新型串行总线 CAN (control area network) 以其高灵活性,高资源利用率以及工具软件系统的高实用性使它在汽车领域被广泛使用<sup>[2-3]</sup>。德国 Vector 公司以 CAN 总线开发了 CAN-oe、CANalyzer 系统,是目前世界上 CAN/LIN 总线数据监控分析的权威工具。但是这些系统没有远程数据采集的功能,数据传输仍受到地域和距离的限制,所以利用 GPRS 无线网络技术来达到数据的远程传输将是一个很好的解决方案,墨西哥汽车机电一体化研究中心的 Gerardo Camacho 等人利用 GPRS 和 GPS 技术开发了车辆运行数据的远程传输系统,实现了数据的远程传输和车辆的远程定位跟踪<sup>[4]</sup>;美国通用汽车公司和生产汽车保修设备的美国 Snap-On 公司在这一领域也有成功的应用。而国内受观念、网络基础、经济技术等因素的限制,在这面起步比较晚,其中北京航空航天大学 and 山东大学开发的 GPRS/CSD 双模式车辆监控系统也很好的实现了数据的远程传输并已应用于交通管理等领域<sup>[5]</sup>。结合长安混合动力汽车远程数据采集及监控需求,基于 GPRS 和 Internet 开展了混合动力汽车运行参数远程采集监控系统的开发。对于采集混合动力汽车运行参数,分析匹配控制性能,运行远程监控诊断和保障具有重要意义。

## 1 开发方案设计

为推动新能源汽车产业化进程,解决高科技产品市场推广初期规模和成本之间的矛盾,在更大范围内推广应用新能源汽车,科技部和财政部共同启动“十城千辆”电动汽车示范运行计划,决定在 3 年 10 个城市的公交、出租、公务、市政、邮政等领域推出每个城市各 1 000 辆新能源汽车开展示范运行,并力争使全国新能源汽车运营规模到 2012 年占汽车市场份额 10%<sup>[6]</sup>。而车辆远程数据采集方案可以通过车载远程终端完成对移动中车辆重要信息的采集分析和监控,是新能源汽车研发过程中的重要一环。其系统结构如图 1 所示。

车载终端通过 CAN 总线采集车辆的核心数据并进行数据重组,最后通过 GPRS 无线模块将数据发出。数据首先经过基站收发信机 BTS 传入基站

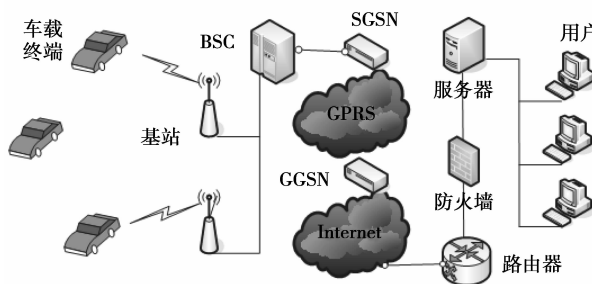


图 1 数据网络传输示意图

控制器 BSC,然后进入 GPRS 服务支持节点 SGSN,SGSN 通过 GPRS 骨干网连接到 GPRS 网关支持节点 GGSN,接着数据经过 GGSN 流入 Internet 网络,根据 IP 和端口号传送至远端的服务器,最后再由服务器端应用软件对数据进行处理分析<sup>[7-8]</sup>。并在车载终端增加 U 盘存储的方式来防止数据因网络状况导致数据发送延迟而造成的数据错误;当车辆进入网络信号较弱的地区或者网络通信较繁忙的时段时,车载终端先将采集到的数据存储到 U 盘中,等网络情况较好的时候再将数据发出,确保了数据发送的稳定性与准确性。

混合动力车采用双能源动力,蓄电池给电动机系统提供电能驱动电机,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。一般包括并联、串联和混联 3 种形式。其电控系统主要包括以下电控单元: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)<sup>[9]</sup>。系统在长安 ISG 混合动力汽车上进行开发实验,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%,这些单元信号采用 CAN 总线传输,它的 CAN 网络结构如图 2 所示。

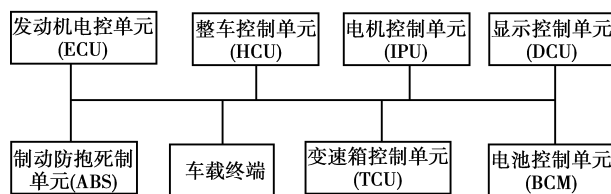


图 2 混合动力汽车通信网络结构

## 2 车载终端的硬件设计

为了实现以上的数据采集、发送和接收等功能,需要有以下模块支持:包括 CAN 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,无线接收发射模块。具体的结构框图如图 3 所示。

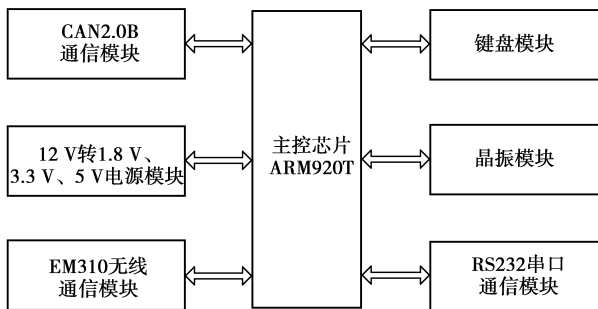


图 3 系统结构框图

运算处理部分包括 CPU、晶振、电源和键盘模块。CPU 采用三星公司的 S3C2440AL,工业级 ARM920T core with MMC 芯片,最高主频可达 533 MHz,主要实现与 CAN 通信模块、RS232 串口通信模块和无线通信模块的通讯。由于 ARM920T 的最大工作时钟频率为 533 MHz,而外面的晶振只有几十兆,因此,在 ARM 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。

无线通信采用华为 EM310-GPRS 通信模块(如图 4 所示)。它是目前量产的最小的工业模块:使用 POWER 管脚供电,此管脚输入的电压将通过核心板内部 DCDC 开关芯片转换为 5 V 直流输出,同时 5 V 直流通过一个 1N5408 二极管向 GPRS 模块供电;I/O 信号为 TTL 电平,最高输入电压小于等于 3.6 V,所以需要在串口输入信号上串接 3.6~4.7 K 的电阻;完善的 SIM 卡电路及 SIM 卡座,插入 SIM 卡即能工作,内嵌 TCP/IP 协议栈,与 Internet 的连接很方便,适合用于车载终端的开发使用。

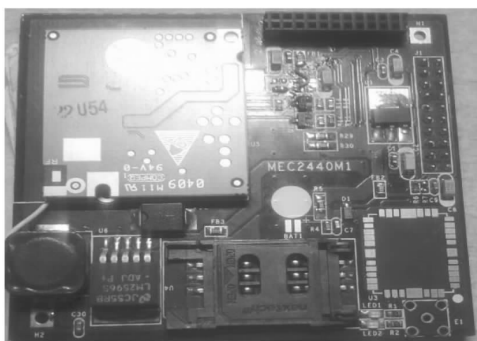


图 4 M310-GPRS 无线通信模块

### 3 上位机软件设计

作为远程监控中心服务器端的上位机软件主要

完成对车载终端发送过来的车辆的核心数据进行接收,并通过之前设置好的数据协议解码,并将数据存储在数据库内,以便进行数据管理和回放,还可以对下层多个远程车辆终端进行数据发送等管理。上位机软件可以分为以下几个功能模块:

1)用户权限管理模块。软件系统以确保分配了权限的用户在权限功能范围内使用该软件。系统运行时,用户需要在系统管理窗口中输入用户名和密码,不同的用户和权限则对应上位机软件功能的不同使用权限。

2)数据接收/发送模块。利用 Internet 编程技术进行编程,可同时接收多辆车发送过来的数据,也能同时向多台车发送参数和指令,控制车辆终端的数据交互。

3)数据处理模块。数据处理模块将系统接收到的原始数据按照已经设置好的数据协议进行解码并存储在数据库中,为数据管理和回放功能做准备。

4)数据回放模块。数据回放模块可以按照用户的要求将各类数据以图表等形式显示出来,供研究人员进行诊断分析。

5)协议设置模块。协议设置模块可以在厂商数据协议修改的情况下根据需要修改软件数据协议,以适应不同 CAN 协议下数据采集的需要。

#### 3.1 数据接收/发送模块

在远程监控系统中采用了基于 Internet 的 TCP/IP 协议组。TCP (transmission control protocol)协议是一个面向连接的协议,为确保数据在传输过程中的可靠性,除规定了数据包的格式之外,还具体规定了端对端链接管理的规则,传输数据策略的约定、拥挤与阻塞控制的规则和定时时间量管理办法等。

TCP 协议中,计算机在通信前先要建立 Socket (套接字,及通信断点)每个套接字由本机的 IP 地址和 16 位的端口号组成,它的唯一性确保了数据可以发向指定的计算机。

在实际操作过程中,将服务器的 IP 和端口号输入到远程终端的软件中,然后建立连接,这样当终端采集到车辆核心参数后就能将数据发送到指定的服务器上,远程终端软件的发送程序为

```
Void
CGPRS _ ZIGBEE _ TestDlg:: SendCommand
(CString str)
{
    DWORD dw =0;
    char * buffer;
    int iSize = WideCharToMultiByte (CP _ ACP, 0,
```

```

    str, - 1, NULL, 0, NULL,
    NULL);
buffer = new char[iSize];
WideCharToMultiByte (CP_OEMCP, NULL, str,
    - 1, buffer, iSize, NULL,
    FALSE);
WriteFile (m_hComm [0], buffer, iSize, &dw,
NULL);//
}

```

在编写服务器端发送接收程序过程中,使用 IndyTcpServer 组件,首先设置其 Port 属性和 IP 属性,及设置本地计算机的套接字,这样就能收到远程终端发来的指定数据,其次,将 Connected(侦听端口属性)设置为 Enabled,这样一旦收到接收数据信号,软件就能自动响应接收数据,最后在 Execute 事件下面编写接收程序

```

procedure TForm3. idtcpserver1Execute ( AThread:
TIdPeerThread);

```

```

var
    RevData:string[21];
begin
    AThread. Connection. ReadBuffer (RevData,
21);
end;

```

其中 RevData 为设置的数据接收缓冲区,并设置其属性为字符串,长度为 21 个字符元素。再利用读取数据函数 ReadBuffer 将数据放置在缓冲区内。ReadBuffer 的函数结构为 ReadBuffer(缓冲变量名,变量长度)。这样,数据接收完毕等待处理。

数据及指令发送到远程车载终端需要使用 IndyTCPClient 组件,并利用函数 WriteBuffer 将信号发送出去。WriteBuffer 的函数结构为 WriteBuffer(发送变量名,变量长度)。如 idtcpclient1. WriteBuffer(SndData[1],Len)。

### 3.2 协议设置模块

为了使混合动力汽车远程监控系统满足不同系统 CAN 协议的需求,在上位机程序中编制了专门的协议设置模块。

如果设计的数据监测回放软件只针对某一个车型或某一个项目来量身定做,把数据协议以常量的方式编写入源程序中,当变更了车型或换为另一个项目时,协议也已发生了变化,此时软件早已封装完毕,无法修改源程序,只能重新编写一个新的软件。本系统上位机程序在编写时将原来常量的地方改为由变量来代替,而变量又与用户界面关联,便可用界面赋值的方式来修改协议(如图 5 所示)。

Name	Start	Length	Resolution	Offset
Engine speed	0	16	0.1	0
Throttle posit	16	8	0.4	0
Vehicle speed	32	8	1	0
Engine coolant	40	8	1	50
Battery volta	48	16	0.1	0

图 5 部分协议设置表

界面每列分别填写数据的名称,起始位,字段长度,比例系数和偏移值,也同时赋给了对应的变量,这样即使协议发生改变,研究人员也可以自行修改协议,提高了系统的适应性。

### 3.3 数据处理模块

数据处理模块将接收到的原始数据解码并存放数据库内。其中由车载终端通过 CAN 总线采集到的原始数据具有特定的数据格式的,发过来的数据中主要有车架号, ID 场和数据场组成。

车架号相当于每辆车的身份证,是唯一的,通过车架号就可以识别当前收到的数据是从哪台汽车上采集发送过来的,车架号的长度由被测车辆的总数而定。ID 场及 ID 码,通常由十一位二进制数组成,它是每帧数据的识别码,数据场里包含了一帧 64 位的数据,不同帧的数据所代表的信息也都不同,只有通过设定的 CAN 协议确定了数据的 ID 码和数据信息后才能确定这一帧数据里包含了哪些数据信息。

```

begin
    stra[i]:= StrToInt('MYM'+strb[i]);
    strc[i]:= IntToBin(stra[i]);
end;
SetLength(strd,64);strd:= '';
for j:=0 to 7 do
begin
    strd:=strd+strc[j];
end; //stra,dtrb,strc,strd 为字符型临时中间变量

```

由于 64 位数据过长,所以现将其分成 8 部,分别存放在 8 个字符串变量中。因为 Delphi 中没有将 16 进制数直接转换成二进制的函数,所以用函数 StrToInt 先将其转换成十进制数,再用函数 IntToBin 转换成二进制数,最后将 8 个字符串有序的合并并存放在长度为 64 的变量中,为接下来对数据的位操作做准备。

因为每辆车数据的处理都是相同的,为避免代码的冗余繁复,需要自行设计数据处理函数,例如本

系统中的 Nuclear 函数

```

ProcedureNuclear (Str1, Str2, Str3: string; Iner1,
Iner2:Integer;q1:TADOQuery);
begin
    TimeStr:=TimeToStr(Now);
    if Str1=Form5.edt1.Text then
begin
    if(Form5.edt2.Text<>'')and(Form5.edt7.
Text<>'')and(Form5.edt12.Text<>'')and
(Form5.edt17.Text<>'')and(Form5.edt22.Text
<>'') then
begin
    Str3:=Copy(Str2,StrToInt(Form5.edt7.
Text),StrToInt(Form5.edt12.
Text));
    Iner1:=BinToInt(Str3);
    Iner2:=Iner1*(StrToInt(Form5.edt17.
Text)+(StrToInt(Form5.edt22.
Text));
    q1.Insert;
    q1.FieldByName(Form5.edt2.Text).
AsInteger:=Iner2;
    q1.Post;
end;

```

程序是与协议设置模块相结合,将之前存放在长度为 64 的字符串变量里的二进制原始数据根据事先设置好的数据协议分块处理,再利用函数 BinToInt 换算成有效的十进制数据,然后乘以比例系数再加上偏移量得到最终数据,最后放入数据库中。

### 3.4 数据回放模块

数据回放模块主要用于数据的追述图形处理和分析。

考虑到本系统并不需要太强大的数据库系统,所以采用 Access 数据库与 Delphi 进行连接,而数据引擎则使用了 ADO 数据库引擎。

在 Delphi 中,提供了丰富的数据库组件,通常在一个数据库应用系统中要包含 3 个基本的数据库组件:一个数据集组件(TADOQuery),负责与 ADO 数据库引擎的联系;一个数据源组件,用于连接数据集和用户界面,比如将一张数据表与用户界面中的一张图表链接起来,将表中的数据通过曲线图的方式显示出来;一个或多个数据控件组件,比如回放模块中经常用到的列表组件(TDBGGrid)以及各种图表组件(TDBChart)。

```

with dbcht1 do
begin

```

```

Series2:=TLineSeries.Create(Self);
Series2.ParentChart:=dbcht1;
Series2.DataSource:=ds1;
Series2.XValues.ValueSource:='A';
Series2.YValues.ValueSource:='G';
end;

```

以上为创建一张与数据表相连的曲线图的过程,其中“A”和“G”分别代表数据表中两种数据的字段名。可以对图中的 X 轴和 Y 轴进行设置,并可以以多项选择的方式自由搭配两种数据的对比曲线,比如可设置 X 轴被赋予数据表中的时间数值,Y 轴则被赋予发动机转速,就可分析一定时间内发动机转速随时间的推移而产生的变化情况等。

## 4 实验

在实验过程中,以一台笔记本电脑作为 CAN 通讯网络节点模拟发送数据,一台台式机作为远端服务器,通过真实采集的 CAN 总线 HCU、ECU、BCU、IPU 的数据存储在笔记本电脑中通过串口传输给下位机车载终端,并通过无线模块发送到服务器,服务器接收到数据后通过协议设置模块事先设置好的数据协议翻译原始数据并以图表等形式显示运行参数。图 6 为车辆在电机单独驱动到发动机单独驱动再到混合驱动工况下的电池电压和电流的时间曲线图。

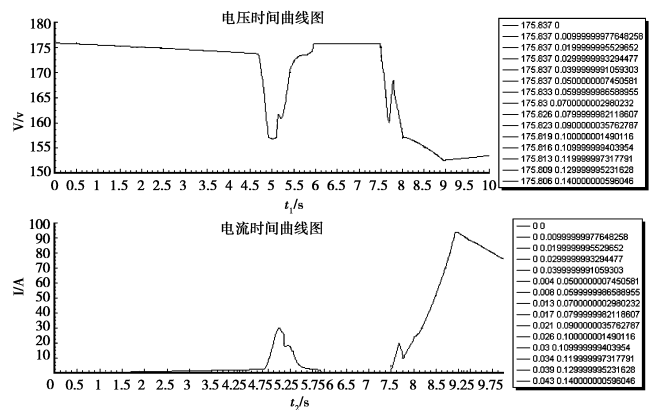


图 6 电池电压和电流时间曲线图

实验结果表明该系统能及时接收到移动终端发送过来的数据,并通过界面快速、直观的显示,具有监测、分析、回放等功能;同时,协议设置方便实用,操作简单,达到了预期的研究目的。

## 5 结语

车辆远程数据采集回放系统实现了在混合动力电动汽车研发和故障诊断过程中同时对多台车进行数据的采集,远程监控,存储回放以及协议设置的功

能,在一定程度上提高了诊断系统的方便性和通用性。但是仍需在很多地方进行改进,比如可以电路交换数据业务(circuit switch data,CSD)和 GPRS 2 种业务混合使用来提高数据传输的实时性和准确性,或利用 3G 网络的优势提高数据传输的速度和流量。此外,协议设置功能的通用性还有待进一步的提高。总之,本系统满足了混合动力汽车示范运营和参数匹配,故障诊断的远程控制要求,具有广阔的应用前景。

#### 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]// 2006 IEEE Conference on Electric and Hybrid Vehicle. Dec 18-20, 2006. Pune India; IEEE, 2006:1-8.
- [2] LI R J, LIU C, LUO F. A design for automotive CAN bus monitoring system [C]// Vehicle Power and Propulsion Conference 2008. Sept 3-5, 2008, Harbin China; IEEE, 2008:1-5.
- [3] OBERMAISSER R. Message recoding for the reuse of CAN-based legacy application in a time-triggered architecture [C]// 2006 Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, April 04-07, 2006. San Jose, America; IEEE, 2006:301-310.
- [4] CAMACHO G, ALDUCIN G, GUTIERREZ J, et al. Software development for local data transfer for mobile applications using GPS and GPRS technology electronics [C]// 16th International Conference on Electronics, Communications and Computers, Feb 27-01, 2006. Puebla, Mexico; IEEE, 2006:7-7.
- [5] 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; IEEE, 2006:8745-8749.
- [6] 吴憩棠. 我国十城千辆计划的进展[J]. 汽车与配件, 2009,13:15-19.  
WU QI-TANG. Progresses in "ten cities & thousand units" plan[J]. Automobile & Parts, 2009,13:15-19.
- [7] YONG X, YANG Q L, YOU Z H. Design of CAN/GPRS gateway for vehicle remote communications [C]// Measuring Technology and Mechatronics Automation, April 11-12, 2009. Zhangjiajie, China; ICMTMA, 2009:131-133.
- [8] YU H M, PANG Z F, RUAN D R. The design of the embedded wireless vehicles monitoring management system based on gprs: evidence from China [C]// Proceedings - 2nd 2008. International Symposium on Intelligent Information Technology Application Workshop, Dec 21-22, 2008. Shanghai, China; IITA 2008:677-680.
- [9] 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,2008,8:854-858.  
YANG Y L, QIAN SAN-PING, QIN DA-TONG, et al. A fault data recording system design for hybrid-electric vehicles[J]. Journal of Chongqing University. 2008,8:854-858.
- [10] 王婵娟. 基于 CAN 总线的汽车车载远程终端监控系统 [J]. 机械制造与自动化,2009,3:127-128.  
WANG CHAN-JUAN. Vehicle remote monitoring system based on CAN [J]. Machine Building & Automation, 2009,3:127-128.
- [11] 梁冰,李钟尉,吕双. Delphi 技术方案宝典[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [12] ZHUANG J H, XIE H, YAN Y. Research and development of electric vehicle data collection and calibration platform based on GPRS and INTERNET [C]// Vehicle Power and Propulsion Conference 2008, Sept 3-5, 2008. Harbin, China; IEEE, 2008:1-5.
- [13] FORMASA, M, ZINGIRIAN N, MARESCA M. Extensive GPRS latency characterization in uplink packet transmission from moving vehicles [C]// Vehicular Technology Conference, May 11-14, 2008. Marina Bay, Singapore; IEEE, 2008:2562-2566.
- [14] CHENG X R, SHI Z, GE Z H. Research on remote data acquisition system based on GPRS[C]// 2007 8th International Conference on Electronic Measurement and Instruments, Aug 16, 2007-July 18, 2007. [s.l.]: ICEMI, 2007:220-223.
- [15] GOMEZ T, M D, MIRANDA S J A, GUTIERREZ G 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 27-01, 2006. Puebla, Mexico; IEEE, 2006:5-5.
- [16] 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. USA; IET Conference Publications, 2006: 2338-2342.
- [17] 赵小林,李威,周磊,潘娜. 网络通信技术教程[M]. 北京:国防工业出版社,2003.

(编辑 侯 湘)