面向纯电动汽车安全的车载信息远程采集系统设计

吴承希[1,2,3]　张朝杰[1,2,3]　邓雪[1,2,3]

（1.招商局检测车辆技术研究院有限公司 国家智能网联汽车质量检验检测中心（重庆），重庆 401329；2.汽车主动安全测试技术重庆市工业和信息化重点实验室，重庆 401329；3.自动驾驶系统及智能网联汽车技术研发与测试应用重庆市工程研究中心，重庆 401329）

【欢迎引用】吴承希，张朝杰，邓雪．面向纯电动汽车安全的车载信息远程采集系统设计与探究[J]．汽车文摘，2026(4)：23-31.

【Cite this paper】WU C X, ZHANG C J, DENG X. Design of a Remote Information Collection System for Pure Electric Vehicle Safety[J]. Automotive Digest (Chinese), 2026(4): 23-31.

【摘要】为优化纯电动汽车性能、保障运行安全，满足新能源汽车智能化发展需求，结合电动汽车性能评价指标确定电池电压、电流、荷电状态（SOC）、电机转速及温度等关键采集参数，综合车用CAN总线技术与GPRS无线通信技术，设计了以DSP2407为核心处理器的车载信息远程采集系统。该系统可实现对车辆电控单元运行数据的高效处理与实时监控，所采集数据能为电控单元考核评估提供量化依据，为完善整车控制策略提供精准数据支撑。车联网技术与大数据的融合应用，使系统具备远程数据传输与分析能力，填补了传统采集系统在实时性与远程化方面的不足，为新能源智能汽车的技术升级提供了可靠的硬件与数据支持。

关键词：纯电动汽车；车载信息采集；CAN总线技术；GRPS无线通信技术

中图分类号：U461.8　　**文献标志码：**A　　**DOI:** 10.19822/j.cnki.1671-6329.20240144

Design of a Remote Information Collection System for Pure Electric Vehicle Safety

Wu Chengxi[1,2,3], Zhang Chaojie[1,2,3], Deng Xue[1,2,3]

（1. National Intelligent Connected Vehicle Quality Inspection and Testing Center (Chongqing), China Merchants Inspection Vehicle Technology Research Institute Co., Ltd., Chongqing 401329; 2. Chongqing Key Laboratory of Industry and Information Technology for Automotive Active Safety Testing, Chongqing 401329; 3. Auto Drive System and Intelligent Connected Vehicle Technology R&D and Test Application Chongqing Engineering Research Center, Chongqing 401329）

【Abstract】 To optimize the performance of pure electric vehicles, ensure operational safety, and meet the intelligent development needs of new energy vehicles, this study combines electric vehicle performance evaluation indicators to determine key acquisition parameters such as battery voltage, current, State of Charge (SOC), motor speed, and temperature. By integrating vehicle CAN bus technology and GPRS wireless communication technology, a remote on-board information acquisition system with DSP2407 as the core processor is designed. This system can efficiently process and monitor the operational data of the vehicle's electronic control unit in real time. The acquired data can provide a quantitative basis for the assessment and evaluation of the electronic control unit, and offer precise data support for refining the overall vehicle control strategy. The integrated application of Internet of Vehicles technology and big data enables the system to have remote data transmission and analysis capabilities, filling the gaps in real-time performance and remote capabilities of traditional acquisition systems. This provides reliable hardware and data support for the technological upgrading of new energy smart vehicles.

Key words: Pure electric vehicle, On-board information collection, CAN bus technology, GPRS wireless communication technology

0 引言

随着深度学习、高效节能、数据交互和车联网等前沿技术迅速发展，智能新能源汽车不仅是高效节能的交通工具，还是一个智能移动平台。在汽车产业转型过程中，数据采集与监测系统能够在电动汽车的设计和开发阶段对各个电子控制单元进行全面评估，为整车控制策略的优化提供关键数据支撑，并推动智能化与无人驾驶技术发展，助力汽车产业向更智能、更环保的方向演进。

目前，新能源汽车的研发面临诸多技术挑战，包括电池与电机的优化设计，以及电池管理系统、发动机控制单元、车辆控制单元等电控系统之间的协同工作。为了降低研发成本、提升车辆动力性能并促进技术创新，本文提出一个综合性车载信息处理系统，实时采集影响电动汽车经济性与动力性的关键运行参数，通过远程传输技术将数据发送到本地监控中心进行实时监测和分析。系统将对采集数据进行分类和整理，并构建完整的参数数据库，在满足行驶功率需求的前提下，基于数据库中的参数进行实时调整，从而优化车辆的运行效率和经济效益，使车辆在保障性能的同时，持续处于高效、经济的运行状态。

1 系统总体设计方案与采集参数

1.1 系统总体设计方案

数据信息采集系统由远程端车载数据采集系统和无线数据传输系统2部分构成[1]。其中，远程端数据采集子系统负责实时采集车内各个电子控制单元和控制器的数据；数据传输子系统将远程端采集到的车载数据迅速、可靠地传送给本地监测中心，保证数据的时效性和完整性。

1.1.1 远程端车载数据采集系统

为精准获取车辆实时状态信息，本系统以控制器局域网（Controller Area Network, CAN）总线技术作为主要数据采集手段。CAN总线作为电动汽车内部控制系统间的主要通信方式，能够有效支持分布式系统及实时控制需求。相比其他现场总线技术，CAN总线具备传输速率高、可靠性强、连接简便等优势，在车辆测控领域应用广泛，因此选用CAN总线作为实现车辆信息高效、可靠采集的技术途径[2]。

车载数据采集系统的设计涵盖硬件系统设计与软件程序开发。硬件系统设计的关键在于核心处理器及其辅助设备的选型与集成。首先，需根据系统性能需求对核心处理器进行选型。然后，围绕选定的核心处理器，设计适配CAN通信的集成电路板电路。软件程序开发则主要依托核心处理器自带的集成开发环境，依次开展代码编写、测试、调试与优化，以确保系统能够稳定、高效运行。最后，将经过多次测试和优化的采集程序烧录至集成电路中。

1.1.2 无线数据传输系统的设计

综合考量试验样车与本地监控中心的传输距离以及实时监控需求，本文选用通用分组无线服务（General Packet Radio Service, GPRS）通信模块作为无线数据传输方式。通过该模块，车辆采集的数据能够高效、稳定地传输至监控中心服务器[3]，确保远程数据采集系统与本地监控中心网络无缝连接，为实时数据交换和处理提供了可靠的通信链路。

无线数据传输系统的设计涵盖硬件选型与软件开发。在硬件选型上，为与数据采集系统建立稳定连接并保障数据有效传输，需选取适配现有数据采集系统硬件的GPRS数据传输模块。软件开发需配置必要的通信参数，以保障数据在系统间精准、高效传输。具体而言，需设定正确的IP地址、端口号以及其他相关的网络参数，以确保无线通信的可靠性和稳定性。最后，通过系统调试，验证所选GPRS模块与数据采集系统的协同工作，从而实现车载数据稳定传输。

1.2 采集参数的确定

为了全面评价纯电动汽车的综合性能，需对影响动力性和经济性的各项参数进行深入分析与研究，确定所需采集的参数数据。这些数据不仅涵盖了车辆行驶性能，也包括电能消耗、充电效率、电池循环寿命等关键电气性能指标。因此，明确这些参数可为电动汽车控制策略制定、电控系统匹配优化及整车设计提供理论依据。

基于上述评价指标，综合考量通信方式、信号调理及核心硬件等因素，本文将需要采集的参数分为3类：（1）车辆模块：车辆的加速、制动状态，车辆行驶速度；（2）电机模块：电机转速、电机转矩；（3）电池模块：电池电压、电池电流、电池荷电状态（State of Charge，SOC），如图1所示。

在构建数据采集与监控系统时，保障数据记录的实时性与准确性至关重要。本文选用CAN总线作为通信基础平台。当采集节点接收到含有特定报文标识符（Message Identifier, MID）的数据报文时，会迅速将其传输至总线上其他节点。系统随即启动状态检

测流程，以验证发送数据的采集节点是否处于正常工作状态，这对维护整个数据采集与传输系统的稳定性具有重要意义。

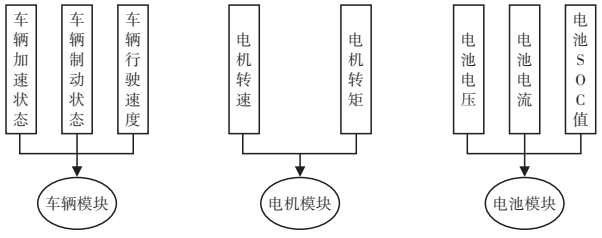


图1　采集参数结构示意

在CAN总线协议中，每个报文的长度最大为8字节（64位），为传输复杂数据奠定基础。同时，每个采集参数均与唯一的MID相关联，保证了数据的唯一性和可追踪性。MID与采集参数的对应关系，如表1所示。

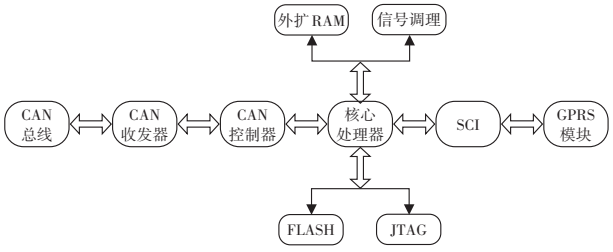
表1　MID与采集参数对应表

模块	MID	数据名	位置	长度/字节	比例因子	偏移量
车辆模块	0x06FF00F0	加速踏板	Byte1	8	0	0
		制动踏板	Byte2	8	0	0
		车速	Byte6	16	0.300 0	0
			Byte7			
电机模块	0x06FF30F0	电机转速	Byte1	16	0.250 0	−8 000
			Byte2			
		电机转矩	Byte3	16	0.100 0	−3 200
			Byte4			
电池模块	0x06FF10F3	电池电压	Byte7	16	0.020 0	0
			Byte8			
	0x06FF11F3	电池电流	Byte3	16	0.012 5	−400
			Byte4			
	0x06FF14F3	电池SOC值	Byte2	16	0.002 5	0
			Byte3			

2　远程端数据采集系统的设计

2.1　硬件系统的设计方案

在采集与传输系统硬件设计中，为了实现高精度的CAN信号采集，并使系统能够脱离个人计算机（Personal Computer, PC）独立运行，需构建一个独立、高效且可靠的CAN信号采集系统。该系统不仅能提高采样精度，还能确保数据的稳定传输和实时监控。因此，本文对硬件系统的选型采和总体设计方案如图2所示，主要包括以下步骤：（1）选用具备充足运算能力的高性能嵌入式核心处理器，以保证系统的采样精度与运行可靠性。（2）选用与核心处理器兼容的CAN控制器与收发器，确保数据在采集与传输过程中的准确性。（3）设计外围接口与硬件电路，将核心处理器、CAN控制器及收发器进行集成，形成协同工作的硬件平台。（4）利用GRPS模块，实现采集数据的远程传输，将信息发送至本地PC端进一步处理和分析。



注：SCI为串行通信接口（Serial Communication Interface）。

图2　硬件系统的总体设计方案

在软件设计方面，采用德州仪器（Texas Instruments, TI）数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）自带的集成开发环境代码编写器工作室（Code Composer Studio, CCS）及配套的配置与测试工具，对CAN通信程序进行编写与调试，确保数据通信的准确性与可靠性。同时，对GPRS模块的通信参数进行配置，以保障无线数据传输的稳定性与实时性。软件系统总体设计方案如图3所示。

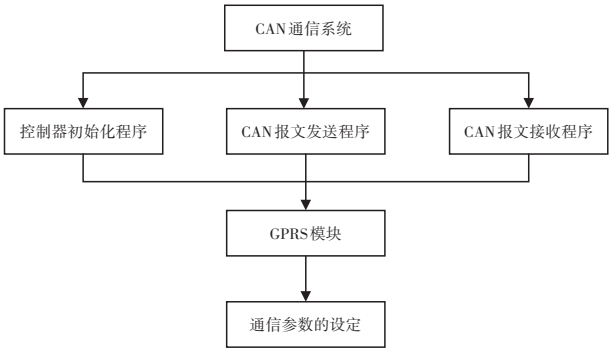


图3　软件系统的总体设计方案

2.2　数据采集系统的硬件选型

2.2.1　核心处理器的选型

传统的单片机难以满足高数据吞吐量和较大的存储需求，可编程自动化控制器（Programmable Automation Controller, PAC）虽然功能齐全，但受限于体积与应用场景，不适配车载数据采集。经综合考量，本文选用德州仪器公司生产的数字信号处理器TMS320LF2407作为系统核心处理器。

该处理器具备优异的运算性能、较高的时钟频率与指令执行速度，其尺寸与功耗均适用于嵌入式场景。该芯片集成了CAN控制器、串行通信接口SCI等丰富外设，并配备完善的开发工具链（如CCS），可高

效执行复杂数学运算、快速处理输入数据，有助于简化系统硬件结构，加速开发流程，符合本项目需求[4]。

2.2.2　CAN控制器的选型

TMS320LF2407 DSP芯片集成了一个16位的CAN控制器模块，该模块支持标准帧与扩展帧2种工作模式，并通过6个邮箱来处理报文的接收和发送，其内部结构如图4所示。

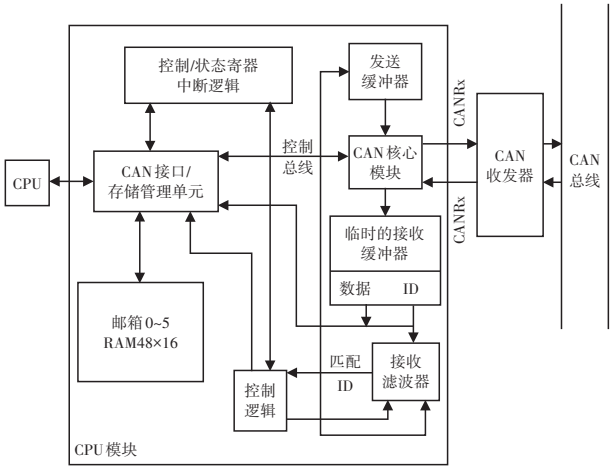


图4　CAN控制器内部结构

在默认配置下，邮箱0和邮箱1被设定为仅接收报文；邮箱2和邮箱3可以根据实际需要配置为接收或发送报文；邮箱4和邮箱5专门用于发送报文，确保数据传输的高效性。

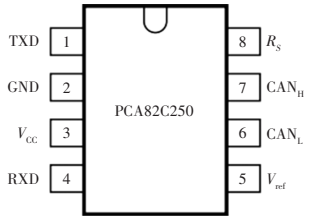
该控制器模块配备位于接收邮箱内的本地接收屏蔽寄存器（Local Accept Mask Register，LAMR）。可通过掩码机制对标识符进行选择性屏蔽，从而增强地址编码的灵活性与多样性[5]。

此外，该控制器还支持在线编程和故障诊断功能。其位定时器支持在线编程，便于优化通信时序。若总线节点因仲裁丢失或传输失败，控制器能够及时检测并自动重发异常报文，保障通信可靠性。

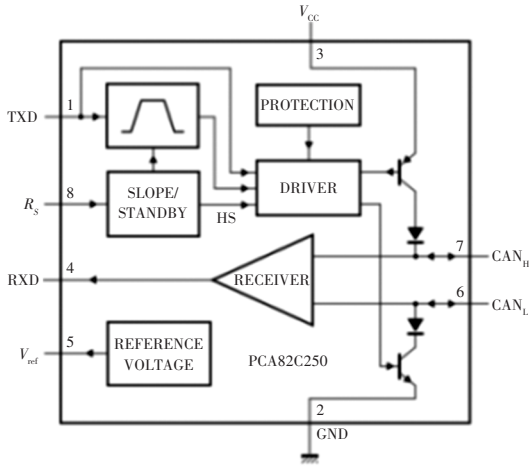
2.2.3　CAN收发器的选型

CAN收发器的核心功能是实现二进制信号与差分信号之间的双向转换，从而在CAN总线上保证数据传输的有效性与可靠性。具体而言，收发器负责将CAN控制器输出的二进制数据转换为差分信号发送至总线，并将从总线接收的差分信号还原为二进制数据供控制器处理[6]。

在CAN收发器选型过程中，需要综合考虑试验环境、硬件系统的兼容性以及工作的稳定性等多种因素。本文选择了PCA82C250型号的CAN收发器，能够适应高温工作环境（最高稳定125 ℃）；具备出色的瞬间抗干扰能力，保证通信的稳定性；同时配备了过热保护功能，以防止设备因温度过高而损坏，以及低电流电机模式，有助于降低功耗，延长系统的使用寿命。其外部引脚和功能框图如图5所示。



（a）PCA82C250收发器外部引脚



（b）PCA82C250收发器功能框图

图5　PCA82C250收发器外部引脚和功能框图

2.3　数据采集系统的硬件电路设计

2.3.1　电源模块的设计

2407DSP核心处理器的工作电压包括5 V的Flash编程电压和2.3 V的正常工作电压。为了确保电源输出电流不低于1 A，本文采用TPS7333高性能稳压芯片作为电源转换模块的核心，可将5 V输入电压直接转换为稳定的2.3 V工作电压。

在设计电路板时，需要将7333芯片上的RESET引脚与DSP芯片上的/RS_DSP引脚直接相连，以实现对核心处理器的上电复位。确保在上电时，核心处理器能够正确地进行初始化。为稳定输出电压，在电源模块输出端并联接入10 μF和0.1 μF的稳压电容，对电源模块的输出电压进行滤波，从而确保核心处理器能够在稳定的工作电压下运行，电源模块电路如图6所示。

2.3.2　外扩存储器模块的设计

为避免DSP芯片在运行时受内部存储器容量限制，本设计选用CY7C1021静态随机存取存储器（Static Random Access Memory，SRAM）作为外部存储模块，与DSP2407的外部存储器扩展接口完全兼容。该设计不仅能增强系统的灵活性，还为未来系统升级

和功能扩展提供了更大的空间。

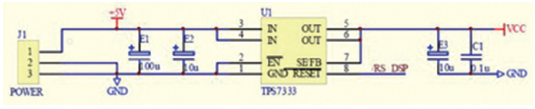


图6　电源模块电路

在设计电路板时，将外存储器的地址引脚A0–A15、数据引脚D0–D15、写使能信号WE、读使能信号RD、程序存储器访问信号PS以及数据存储器访问信号DS与DSP芯片上相应的引脚相连接。通过逻辑与门电路实现程序RAM与数据RAM在同一存储空间的共存与协同访问，确保控制信号正确协调，避免访问冲突。

其中，地址引脚A0–A15用于指定存储单元的地址，数据引脚D0–D15用于传输数据。写使能信号WE和读使能信号RD控制数据流向，即何时写入数据到存储器或从存储器读取数据。程序存储器访问信号PS和数据存储器访问信号DS用于区分是对程序存储器还是数据存储器进行操作。外扩存储器电路，如图7所示。

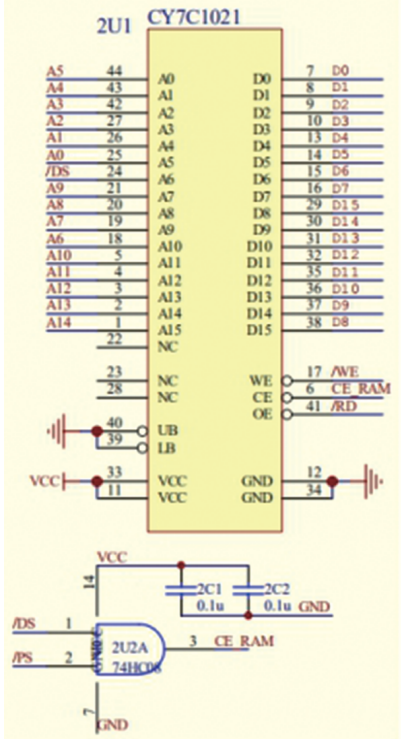


图7　外扩存储器电路

2.3.3　JTAG模块的设计

为实现在电路板上直接对DSP芯片进行编程与调试，本系统采用符合IEEE 1149.1标准的联合测试行动组（Joint Test Action Group, JTAG）接口。该接口支持在线编程、调试及闪存程序烧录，无需预先对芯片进行编程。

JTAG模块的电路设计如图8所示，采用了14针的JTAG接口，其各引脚与DSP芯片上相应的引脚相连接：TMS引脚是测试模式选择引脚，用于设定JTAG模块的工作模式；DI引脚和TDO引脚分别负责数据的输入和输出；TCK引脚作为时钟信号的输入引脚；TRST引脚是复位信号的输入引脚；EU0和EM1引脚用于选择芯片的工作模式，引脚上拉时，芯片进入仿真模式；引脚下拉时，芯片进入边界扫描模式。为了能够使用仿真器进行程序的烧写和调试，在EMU0和EMU1工作模式选择引上接入了一个4.7 kΩ的上拉电阻，确保芯片能够根据需要切换到仿真模式。

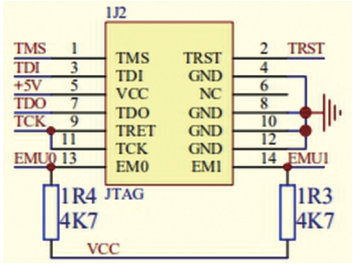


图8　JTAG模块电路

2.3.4　时钟振荡电路的设计

TMS320LF2407处理器的时钟源包括外部时钟输入源和内部使用时钟源。本文设计时钟振荡电路时采用了一种结合有源晶振和锁相环的方案，如图9所示。

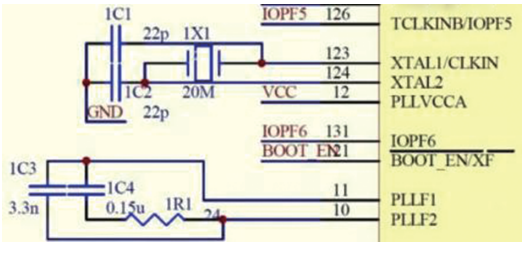


图9　时钟振荡电路

有源晶振是由晶体管和石英晶体组成的振荡器，能够独立产生稳定的时钟信号。它由4个引脚组成：悬空、接地、输出和供电。有源晶振的信号质量较高，连接方式简单，无需复杂的设置，具有连接简便、频率稳定性高的特点。

锁相环是一种反馈控制系统，利用外部输入的参考信号来控制环内振荡信号的频率和相位，使得受控振荡器的频率和相位与输入信号保持一致[7]。锁相环电路包括2个无极性电容C3、C4和一个电阻，通过PLLF和PLLF2引脚与TMS320LF2407A核心处理器相连。

2.3.5　信号调理电路的设计

为了提高采集信号精度并确保传输稳定，选用LM358双运算放大器作为信号调理核心器件。该芯

片内部集成两个独立的高增益、频率补偿运算放大器，适用于宽范围单电源或双电源工作模式[8]。

LM358采用8引线双列直插贴片式的封装，其具体布局如图10所示。在这种封装结构中，1号和7号引脚被指定为输出端，2号和6号引脚作为反向输入端，3号和5号引脚则作为同向输入端，8号引脚负责提供正电源。4号引脚的功能取决于电源的配置方式：在双电源模式下接负电源，单电源模式下接地。这种配置方式使得LM358能够根据输入端的信号差（即INA+与INA−之间的差值以及INB+与INB−之间的差值）来产生相应的输出。当INA+大于INA−且INB+大于INB−时，LM358将输出高电平；反之，如果这些条件不满足，那么将输出低电平。

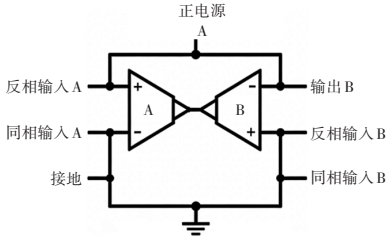


图10　LM358引脚

通过将LM358运算放大器1、7输出端分别与反向输入端2、6相连，形成了一个短接，并将其接地以形成负反馈电路。在这种情况下，R_f=0，而由于R_1接地，R_1的值接近于无穷大。因此，放大系数$A = 1 + R_f/R_1 \approx 1$，实现了输出与输入近乎相等的情况，同时在输入接口串联了2个10 kΩ和5.1 kΩ的电阻，一定程度上提高了输入阻抗，减少了输出阻抗。反馈电路如图11所示，信号调理模块电路如图12所示。

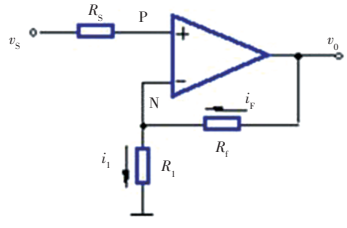


图11　反馈电路示意

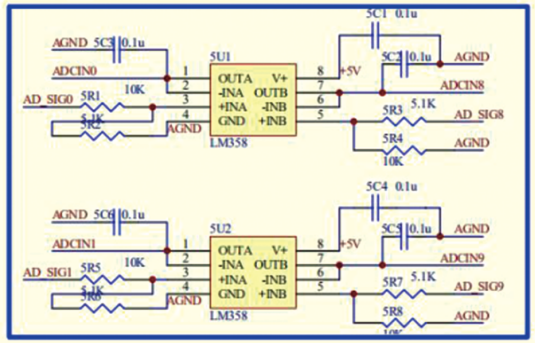


图12　信号调理模块的电路

2.3.6　串行通信接口的设计

串行通信接口模块实现DSP与GPRS模块之间的全双工异步通信。DSP内置的串行通信接口具有8位寄存器。其数据发送引脚TX−232和数据接收引脚RX−232分别与DSP内置的数据接收引脚SCIRXD和数据发送引脚SCITXD相连，通过串行接口进行通信。

本文采用RS−232串行通信标准，其最大传输速率为20 kb/s，最大传输距离为15 m。由于GPRS模块的通信接口为RS−232电平标准，而DSP为晶体管−晶体管逻辑（Transistor−Transistor Logic，TTL）电平，因此采用MAX232接口芯片完成5 V的TTL电平转换为2.3 V的RS−232电平[9]，其电路图如图13所示。

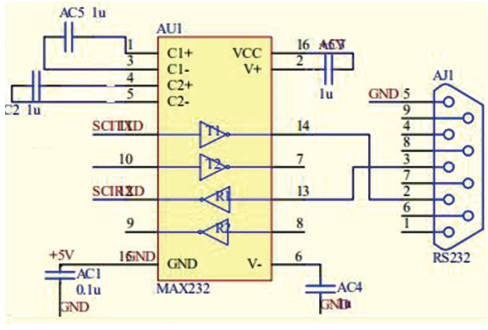


图13　串行通信模块的电路

2.3.7　CAN通信接口的设计

CAN总线通信接口由CAN收发器、显性电压约3.5 V的CAN_H线和隐形1.5 V的CAN_L线组成。为连接82C250收发器与DSP2407核心控制器，需将收发器的CAN_H和CAN_L引脚与核心控制器上的对应引脚相连，同时将TXD和RXD引脚也进行相应的连接。此外，在CAN_H线与CAN_L线之间跨接120 Ω电阻（终端电阻），以匹配总线特性阻抗，减少信号反射[10]。通过差分信号的方式，将总线上的CAN_H和CAN_L信号转换为CAN_TX和CAN_RX信号，从而完成信号在总线与核心处理器之间的传输。为提升系统的抗干扰能力，降低误码率和出错重发次数，在收发器与控制器之间增设高速光耦隔离器件，以抑制共模噪声及电磁干扰。CAN通信接口电路如图14所示。

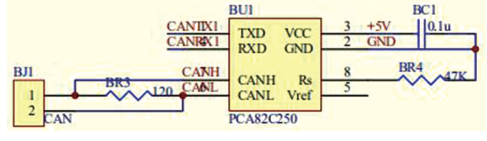


图14　CAN通信接口电路

2.3.8　核心处理器的设计

DSP2407处理器高度集成了144个引脚芯片，该处理器的引脚分布如下：

（1）地址总线引脚（A0~A15）：用于寻址，可以访问多达64 K的地址空间。

（2）数据总线引脚（D0~D15）：支持16位数据的并行传输，提供高效的数据处理能力。在读写操作期间，数据通过这些引脚传输。

（3）控制信号引脚：共12个，包括用于区分数据存储器、程序存储器和I/O空间的控制信号。

（4）A/D转换引脚：共20个，用于模拟信号到数字信号的转换，使处理器能够读取模拟信号并对其进行处理。

（5）事件管理器引脚：共25个，用于处理高速事件管理和中断控制。

（6）CAN、SCI和SPI引脚：共8个，用于支持CAN、SCI和串行外设接口（Serial Peripheral Interface, SPI）通信。

（7）电源信号引脚：共21个，提供5 V编程电压和2.3 V工作电压，确保芯片在不同状态下稳定运行。

（8）其他引脚：共25个，用于处理中断、时钟、振荡器等辅助功能。

2.3.9　硬件实物图与集成电路

基于数据采集硬件系统中核心处理器、控制器与收发器的选型，以及硬件电路设计图，制作出了集成电路板，总体硬件系统实物如图15所示。

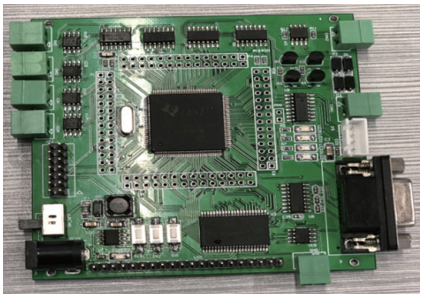


图15　硬件系统实物

该集成电路板以TMS320LF2407为核心处理器，对采集到的数据进行处理与分析。同时，借助CAN控制器与收发器PCA82C250，实现与其他设备的通信及数据传输功能。此外，外围电路的引入，进一步拓展了整个系统的功能，增强了其灵活性。

2.4　数据采集系统的软件设计

2.4.1　CAN控制器初始化程序

由于CAN控制器的CANTX与CANRX引脚与处理器的通用输入输出引脚复用，初始化前需将二者功能设为专用[11]。随后对CAN控制器进行初始化设置：（1）将控制寄存器中的配置请求位（Configuration Request, CCR）置1，进入配置模式；（2）检查状态寄存器的配置允许位（Configuration Enable, CCE），若为1则可设置波特率及位定时参数；（3）参数设置完成后，将CCR与CCE均置0，使控制器退出配置模式，进入正常工作状态。初始化流程如图16所示。

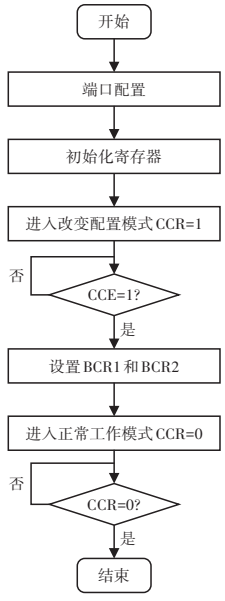


图16　CAN控制器初始化流程

2.4.2　CAN报文发送程序

报文发送前需对发送邮箱进行初始化：（1）向邮箱使能寄存器（Mailbox Direction Enable Register, MDER）写入0，禁用邮箱写入；（2）置控制寄存器中改变数据域请求位（Change Data Field Request, CDR）为1，以配置邮箱标识符及控制场参数；（3）将待发送数据写入邮箱数据寄存器（CANMBXnA-CANMBXnD）；（4）将CDR置0，恢复正常工作模式，并使能邮箱；（5）置发送请求位（Transmission Request, TRS）为1，启动发送；（6）等待发送确认位（Transmission Acknowledge, TA）置1，确认发送成功；（7）若发送失败，则返回重试。本文选用邮箱2作为发送邮箱，其发送流程如图17所示。

2.4.3　CAN报文接收程序

接收报文前需设置局部接收屏蔽寄存器，并初始化接收邮箱：（1）配置局部接收屏蔽寄存器以过滤报文标识符；（2）将MDER中对应邮箱写使能置0；（3）置CDR为1，配置接收邮箱标识符及控制场参数；（4）将CDR置0，使能邮箱并进入正常工作模式；（5）等待接收中断或查询接收报文挂起位（Receive Message Pending, RMP）；（6）若RMP置1，表示成功接收，读取邮箱数据寄存器；（7）读取完成后复位RMP，准备下一次接收。本文选用邮箱3作为接收邮箱，接收流程如图18所示。

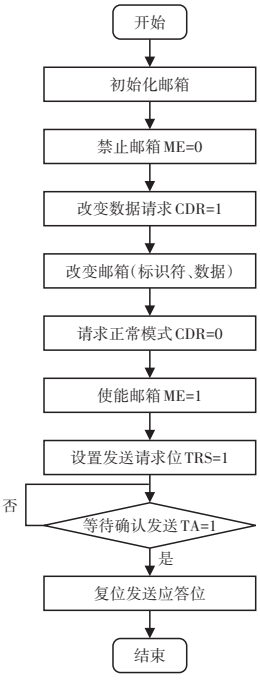


图 17　CAN 报文发送流程

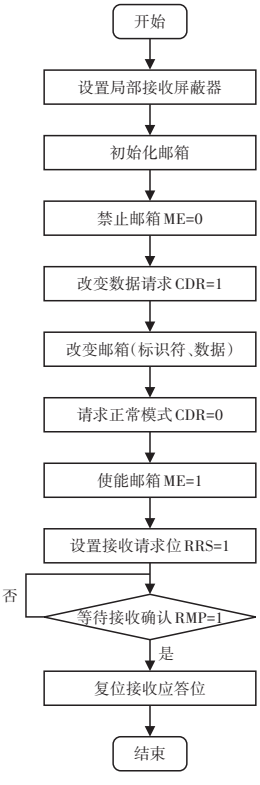


图 18　CAN 报文接收流程

3　数据传输系统的设计

3.1　GPRS 模块的硬件选型

综合考虑采集环境差异及潜在信号干扰，本文选用北京恒宇鼎力科技有限公司生产的 DL6500 GPRS 数据传输模块。该模块支持 850/900/1 800/1 900 MHz 频段，具有较强抗干扰能力，并提供 3 种电平接口（RS-232，RS-485，TTL），便于与上、下位机连接。用户可通过配置工具自由设置目标 IP 地址、域名、端口等网络参数，无需固定公网 IP[12]。模块内置完整射频电路与传输控制协议/网际协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，TCP/IP）协议栈，所有网络交互及 AT 指令响应均在内部自动完成，无需外部干预[13]，降低了开发复杂度与成本。

DL6500 模块的前面板布局清晰，各接口功能明确。其中，VCC 和 GND 分别代表直流电源输入端和接地端，为模块提供稳定的供电。UPI 接口是省电模式下的唤醒输入接口，仅在省电模式下起作用，用于唤醒上位机；当模块上电时，该接口需短接[14]。GND 作为信号接地端，确保信号传输的稳定性。TXD 和 RXD 分别为 TTL 接口的数据发送与接收端，实现数据的双向通信。而 485A 和 485B 则表示 RS485 通信中的 A+ 与 B-，用于实现远距离、高可靠性的串行通信。

DL6500 的后面板，配备了 5 个 LED 指示灯和一个 RS232 接口。当模块处于工作状态时，绿色指示灯数量会随着信号强度的增加而增加，信号越强，亮起的绿色指示灯就越多。而在模块重启的过程中，3 个绿色指示灯会同时闪烁。当 GPRS 网络与上位机成功连接后，红色的指示灯会持续亮起。在数据的接收和发送过程中，红色指示灯会以 3 次/s 的频率快速闪烁。

3.2　GPRS 模块通信参数的设定

在完成车载信息采集后，试验人员需要通过 GPRS 模块将实时数据发送到监控终端的数据服务器上，以便在监控界面进行实时查看与分析。GPRS 数据传输主要是通过 AT 指令和 TCP/IP 协议实现网络接入和数据传输[15]。

在 DL6500 系统中，所有与 AT 命令相关的操作以及网络信息交互均由模块内部自动完成，只需将 RS232 串口与监测终端连接，并设定基本参数，即可实现数据的实时传输。

首先，通过九针串口线连接 GPRS 模块与计算机，上电后即可在无需 SIM 卡的情况下，借助 DL6500-DL6700 配置与测试软件设定基本通信参数。当 GRPS 模块与 CAN 模块通信时，GRPS 模块的串口波特率、数据位、校验位和停止位必须与 CAN 模块的波特率一致，否则将无法完成通信。

然后，根据 CAN 通信模块的参数要求：波特率为 9 600 bit/s，8 位数据位，1 位停止位和不使用校验位[16]。将 DL6500 的串口参数设置为：波特率为 9 600 bit/s，8 位数据位、不使用校验位和 1 位停止位。

由于上位机（计算机）采用固定IP地址，DL6500设置为主通道单通道模式，并与PC终端进行通信。

最后，将主通道目标IP、端口号和域名设置为PC终端的对应参数，并将数据传输模式设置为不带任何数据格式的透明传输，即可完成参数配置。在选择端口号时，需避免与系统服务及其他应用端口冲突。经比对，最终选用5040端口作为通信主端口。

4 结束语

本文根据硬件系统的设计准则，制定了数据采集与传输系统的总体设计方案。首先，详细介绍了数据采集系统中所涉及的核心处理器、CAN控制器、CAN收发器和远程传输系统中GPRS模块的选型和硬件结构。其次，设计了电源模块、外扩RAM模块、JTAG模块和串行通信接口模块等外围硬件电路连接图。通过与TMS320LF2407DSP微处理器的集成，形成了以DPS2407内嵌控制器、PCA82C250收发器为核心的数据采集模块和以DL6500GPRS模块为核心的远程数据传输模块。在CCS集成环境下完成了对CAN控制器初始化程序、CAN报文发送程序和CAN报文接收程序的编写。同时，通过对DL6500GPRS模块的通信参数进行设置，建立了与本地端监测系统的网络连接。

通过以上设计，实现了数据采集与传输系统的高效运行。数据采集模块能够准确地采集数据，并将其传输到远程数据传输模块。远程数据传输模块通过GPRS模块与本地端监测系统建立网络连接，实现数据的实时传输和监控。整个系统的稳定性和可靠性得到了保证，为后续的数据分析和应用提供了可靠的基础。

参 考 文 献

[1] 李建坡, 谢岩, 时明. 电动汽车充电站车载定位系统的研究[J]. 广西师范大学学报（自然科学版）, 2013, 31(3): 11-16.

[2] 曹红, 尹伟, 刘云岗. 基于CAN总线的纯电动汽车数据监测系统的开发[J]. 内燃机与动力装置, 2013, 30(4): 28-31.

[3] 曹紫微. 基于GPRS的混合动力汽车参数远程监控系统的开发[D]. 重庆: 重庆大学, 2010.

[4] 于磊. 基于DSP和CAN总线的分布式电源监控系统的设计和实现[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2006.

[5] 彭显刚, 暨绵浩, 曾岳南. 基于TMS320LF2407和CAN总线的通信应用设计[J]. 汕头大学学报（自然科学版）, 2006, 21(1): 76-80.

[6] 曹建坤. 基于GPRS和CAN相结合的远程监控系统研究[D]. 保定: 河北大学, 2011.

[7] 衡飞. 基于石英晶体传感器的多通道温度测量系统[D]. 兰州: 兰州大学, 2016.

[8] 李建坡, 谢岩, 时明. 电动汽车充电站车载定位系统的研究[J]. 广西师范大学学报（自然科学版）, 2013, 31(3) :11-16.

[9] 陈硕. 基于嵌入式ARM的车载终端系统的设计与研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.

[10] 周鹏. 基于多路CAN总线的监控系统设计与开发[D]. 武汉: 华中科技大学, 2016.

[11] 牟文强. 基于CAN/LIN总线的汽车网络平台的研究与设计[D]. 苏州: 苏州大学, 2009.

[12] LEE S J, TEWOLDE G, KWON J. Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application[C]// 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT). Seoul, Korea: IEEE, 2014.

[13] LIU Y, BAI B. Research on GPRS Vehicle Location Network Service System[C]// 2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering. Changchun, China: IEEE, 2010.

[14] ZHANG P C, SHI Z K, XU M. Design and Implementation of Vehicle Monitoring System Based on GPRS[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2006, 6: 3574-3578.

[15] ZHUANG J H, HUI X, YING Y. Research and Development of Electric Vehicle Data Collection and Calibration Platform Based on GPRS and INTERNET[C]// 2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference. Harbin, China: IEEE, 2008.

[16] 罗蔚. 基于GPS/GPRS的智能测控器的设计与实现[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2009.

（责任编辑 **明慧**）