

基于MC9S12DP256的燃料电池电动汽车整车控制器硬件研制

郭孔辉, 靳鹏, 张建伟

吉林大学 汽车动态模拟国家重点实验室, 吉林 长春130022

2008-04-17

摘要: 应用Motorola公司16位单片机MC9S12DP256, 研制了某燃料电池电动汽车的整车控制器。鉴于燃料电池电动汽车的特殊工作环境, 重点介绍了整车控制器的可靠性设计。

关键词: 整车控制器 MC9S12DP256 可靠性

燃料电池电动汽车整车控制器VCU(Vehicle Control Unit)是整个汽车的核心控制部件, 它采集加速踏板信号、制动踏板信号及其他部件信号, 并做出相应判断后, 控制下层的各部件控制器的动作, 驱动汽车正常行驶。因此VCU的优劣直接影响着整车性能。

燃料电池电动汽车整车控制器的研制是“十五”期间国家电动汽车重大专项的关键单元技术之一。这些关键单元技术的基础研究, 对于抢占新一代电动汽车制高点、促进我国汽车工业实现跨越式发展具有重要意义。

1 燃料电池电动汽车结构

燃料电池电动汽车结构框图如图1所示, 它由整车控制器、燃料电池及其控制器、镍氢蓄电池组及其控制器、驱动系统、车轮等部件组成, 各部件通过CAN(Controller Area Network)总线组成一个分布式控制系统。燃料电池电动汽车采用主辅双动力源形式: 燃料电池作为主动动力源, 提供汽车行驶的主要动力; 镍氢蓄电池组是辅助动力源, 在汽车行驶中起到“削峰填谷”的作用。

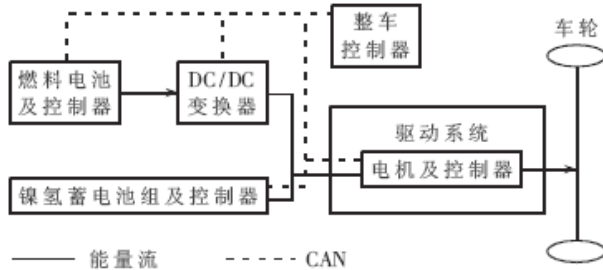


图1 燃料电池电动汽车结构框图

2 整车控制器硬件功能电路设计

2.1 整车控制器功能需求分析

整车控制器相当于汽车的大脑, 它在汽车行驶过程中执行多项任务, 具体功能包括: (1)接收、处理驾驶员的驾驶操作指令, 并向各个部件控制器发送控制指令, 使车辆按驾驶期望行驶。(2)与电机、DC/DC、镍氢蓄电池组等进行可靠通讯, 通过CAN总线(以及关键信息的模拟量)进行状态的采集输入及控制指令量的输出。(3)接收处理各个零部件信息, 结合能源管理单元提供当前的能源状况信息。(4)系统故障的判断和存储, 动态检测系统信息, 记录出现的故障。(5)对整车具有保护功能, 视故障的类别对整车进行分级保护, 紧急情况下可以关掉发电机及切断母线高压系统。(6)协调管理车上其他电器设备。

针对整车控制器的各项具体功能, 进行了如图2所示的硬件设计整体规划、MCU的选型以及各个功能电路的设计。

2.2 MCU的选择

MCU是整车控制器的核心, 它负责数据的采集和处理、逻辑运算以及控制的实现等, MCU的选取是整个硬件设计过程中最重要的任务。Motorola公司的HCS12系列16位单片机MC9S12DP256, 在运算能力、存储空间、数字量模拟量输入输出以及CAN通讯等方面均有上乘表现, 并具有较高的性价比, 使其非常适合用于一些中高档汽车电子控制系统。

这款单片机具有预算能力强、存储空间大、接口资源丰富等诸多特点^[1]:

(1)采用STAR12CPU, 核心运算能力可以达到50MHz, 总线速度可以达到25MHz, 采用优化的指令集, 使指令的运算速度得到很大提高。

(2)片内集成了256KB FLASH, 12KB RAM和4KB E²PROM, 完全可以满足程序对存储空间的要求。

(3)诸多对外接口, 包括五路兼容CAN2.0A/B协议的CAN接口、两路异步串行通讯接口、三路同步串行通讯接口、十六路10位A/D接口、一路I²C总线接口、49个独立数字I/O口(其中20个具有外部中断及唤醒功能)、8通道输入捕捉/输出比较等。

2.3 VCU硬件电路设计

整车控制器是一个多输入、多输出、数模电路共存的复杂系统, 其各个功能电路相对独立。因此, 按照模块化思想设计了硬件系统的各个模块, 主要包括: 最小应用系统模块, 电源模块, CAN通讯模块, 串口通讯模块, 数模输入输出模块。

Nios II 嵌入式处理器设计大赛2007

优秀作品 > 立即下载

- 德州仪器诚邀公众大胆畅想...
- Altera中国大学生电...

热点专题

- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家庭安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...

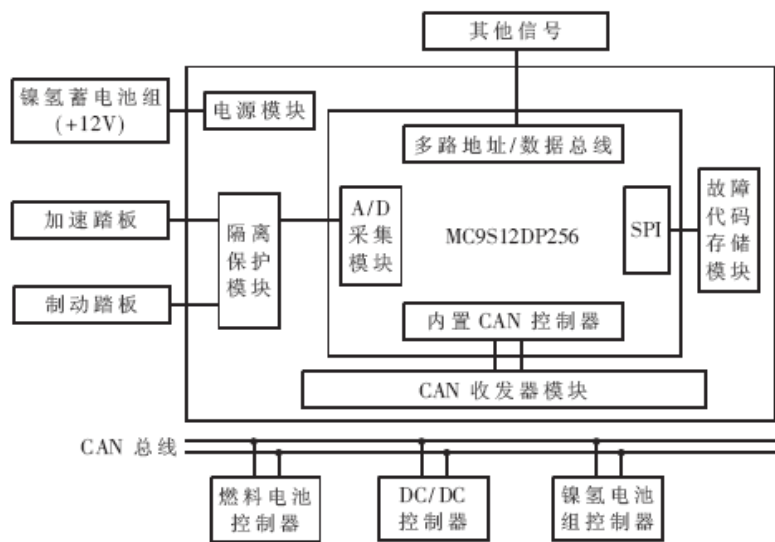


图2 硬件设计整体规划

2.3.1 电源模块

整车控制器的供电电源来自燃料电池电动汽车的镍氢蓄电池组，其标定电压+12V。汽车在运行过程中，镍氢蓄电池组的电压不稳定，波动非常大，高压时可达+17V，低压时只有+9V。电源电压的不稳定将直接导致整车控制器工作不正常。因此，在电源模块的设计过程中，采用了宽输入范围，高输出精度，大功率的DC/DC电源芯片。另外，由于整车控制器里所使用芯片的供电电压包括了+5V和+12V两种，所以设计时使用了两款DC/DC芯片：Infineon公司的TLE4270以及National Semiconductor公司的LM2940S-12，其分别具有12V-12V和12V-5V的变压稳压作用，并具有短路、过压、过流及温度过载保护等功能。通过使用这两款芯片及其外围的一些辅助电路（主要是滤波电路），使得电源模块供电稳定可靠。

2.3.2 CAN通讯模块

由于MC9S12DP256片内集成了五路兼容CAN2.0A/B协议的CAN模块，所以整车控制器的CAN通信模块不需要添加片外的CAN控制器，只需外加CAN收发器。所设计的CAN通讯模块采用了PHILIP公司的TJA1040收发器芯片。该芯片的波特率范围是60kbps~1Mbps，它具有一个温度保护电路，当与发送器连接点的温度超过大约165℃时，会断开与发送器的连接（当总线短路时，更需此温度保护电路）[2]。

为了增强CAN总线节点的抗干扰能力，主芯片的CANTXD和CANRXD引脚并不是直接与TJA1040的TXD和RXD两引脚相连，而是通过高速光耦HCPL-0630后，与TJA1040相连。这样，当总线上有多个CAN节点时，可实现各CAN节点间的电气隔离。TJA1040与CAN总线的接口部分也采取了一定的安全和抗干扰措施：

- (1) TJA1040的CANH和CANL引脚各自通过一个5Ω的电阻与CAN总线相连，电阻可起到一定的限流作用，保护TJA1040免受过流的冲击。
- (2) CANH和CANL与地之间并联了两个30pF的小电容，可以滤除总线上的高频干扰，并且有一定的防电磁辐射能力。
- (3) 在两根CAN总线接入端与地之间分别反接了一个保护二极管，当CAN总线有较高的负电压时，通过二极管的短路可起到一定的过压保护作用。

2.3.3 数模输入输出模块

在燃料电池电动汽车运行过程中，整车控制器经常要发出一些车辆的启动/停止、镍氢蓄电池组的闭合/断开等信号，即数字量的输出。为保证信号稳定可靠，整车控制器置有四路数字量输出，并且都大于50mA。设计时采用了继电器方式的开关量输出，该方式是目前最常用的一种输出方式。所采用的继电器芯片是Infineon公司的BTS824R，其特点如下[3]：

- (1) 宽电压范围输入，兼容CMOS和TTL电平。
- (2) 加强型电磁兼容设计。
- (3) 自带短路保护，过载保护，ESD保护。
- (4) 自带过温切断保护。

整车控制器在发出开和关信号的同时，也在接收相应的数字信号。在主芯片MC9S12DP256和外面信号之间采用高速光耦HCPL-0630连接的方式实现电平转换以及信号隔离。

3 整车控制器可靠性设计及测试

整车控制器在功能完善的基础上，可靠性是其质量好坏的主要技术指标。在燃料电池电动汽车整车控制器的工作环境中，电机、变频器和镍氢蓄电池组传输的母线电流变化较大（特别是当变频器进行高频调制时），产生的空间电磁干扰很强；另外，其工作空间的温度变化范围广、振动强度大。以上种种不利因素对整车控制器可能造成的干扰后果主要表现在下述几个方面：

- (1) 数据采集误差加大。
- (2) 控制状态失灵。
- (3) 数据受干扰发生变化。
- (4) 程序运行失常。

为保证整车控制器运行正常，此次的可靠性设计采用了元器件级可靠性设计和系统级可靠性设计相结合的方法，具体表现在：芯片的温度范围控制、部件的冗余设计、系统的电磁兼容性设计等。

3.1 芯片的温度范围

在整车控制器的设计中，绝大多数芯片温度范围是汽车级（-40℃~+125℃），其他极少数芯片因为价格原因选择工业级（-40℃~+85℃）。

3.2 冗余设计

冗余设计是指通过在系统结构上增加冗余资源来减小故障造成的影响,或将故障隔离并校正错误,使得系统即使发生了故障或差错,其功能仍不受影响的技术^[4]。本冗余设计采用增加功能电路的数量来实现,整体冗余量达50%以上,如表1所示。

表1 冗余设计统计

| 序号 | 端口作用 | 设计的数量 | 实际需要量 | 冗余量 |
|----|----------------|-------|-------|-----|
| 1 | 模拟量输入,即 A/D 采集 | 16 | 5 | 11 |
| 2 | 模拟量输出,即 D/A 输出 | 4 | 2 | 2 |
| 3 | 脉冲输入,即 CAPTURE | 3 | 1 | 2 |
| 4 | 串口通讯 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | CAN 通讯 | 2 | 1 | 1 |

3.3 电磁兼容性设计

由于整车控制器应用环境比较恶劣,干扰严重,存在多种噪声和耦合方式,所以电磁兼容性设计在所有可靠性设计中占有很重要的地位。设计中采取了滤波技术、去耦电路、屏蔽技术、隔离技术和接地技术等抗干扰技术^{[5][6]},具体如下:

(1)选用集成度高的元器件。可以降低电路板元器件的数目,使电路板布局简单,减少焊盘和连线,因而可以大大减少受干扰的概率,增加电路板的抗干扰能力。

(2)加粗电源线和地线,数据线、地址线及控制线尽量短,以减少对地电容。

(3)数字电路和模拟电路分区布置,并加入滤波和去耦电路。

(4)采用四层电路板的设计。相对于两层板而言,有独立的地平面和电源平面,并且信号线和地线间距可以很紧密,因此能有效减小共模阻抗和感性耦合。

(5)采用敷铜技术。既减小回路面积(因而减小了辐射),又可以减小导线之间的串扰。

3.4 可靠性测试

吉林大学汽车动态模拟国家重点实验室对所开发设计的整车控制器做了初步的可靠性测试。测试过程如下:

(1)高低温测试:在低温-25℃、高温125℃中分别保持6个小时。

(2)振动测试:扫描频率范围17~200Hz,最大振幅0.78mm,在60~200Hz时加速度50,一次扫描时间15min。

(3)电磁兼容性测试:利用实车简单模拟各种汽车电磁干扰工况,做初步测试。

在整个测试过程中,整车控制器工作正常,未出现复位现象,各功能模块发送、接收数据正常。在振动测试时,元器件无脱落及损坏现象。

4 整车台架试验

在进行了可靠性测试之后,将整车控制器与燃料电池及其控制器、电机及其控制器、镍氢蓄电池组及其控制器等部件连接在一起,实现了整个燃料电池电动汽车的动力总成试验台架。在台架上做了以下的试验:

(1)通信联调试验:控制系统CAN通讯试验;数据监控系统的信号采集。

(2)整车控制器控制逻辑试验:按照与实际车辆相同的驾驶模式,重点进行加速模式、启车模式、充电模式、再生制动模式、动力蓄电池充电模式、巡航行驶模式的控制逻辑单模式调试。

(3)整车控制器控制报警试验。

(4)整车控制器控制模式切换试验:重点考核各种控制模式间的切换。

在整个台架试验测试过程中,整车控制器运行稳定,各功能模块按照指定程序完成任务,未出现复位及数据丢失现象。图3是试验过程中采集的踏板开度信号,所采集的信号连续完整。整车控制器不仅在功能上实现了既定目标,而且在可靠性方面也达到了标准。

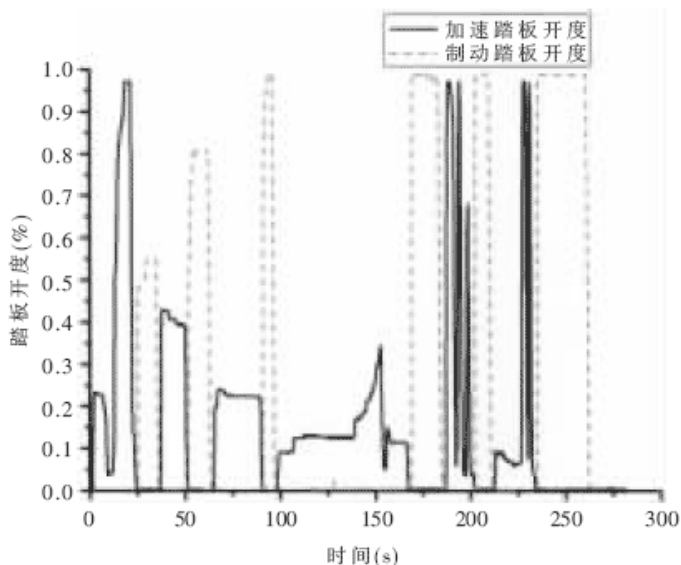


图3 台架试验的踏板开度数据

所研制的用于燃料电池电动汽车的整车控制器,不仅实现了所需功能,而且具有良好的可靠性和工程实用性。其中一些重要电路模块的设计以及系统可靠性设计所采用的方法,为今后各类电动汽车控制器的开发起到了奠基工作。

参考文献

[1] MC9S12DP256B Device User's Guide V02.11. Motorola Inc, USA, 2002

[2] TJA1040 DATA SHEET. Philips Semiconductors, 2003.

[3] BTS824R DATA SHEET. Infineon Technologies AG, 2003.

[4] 李海泉, 李刚. 系统可靠性分析与设计. 北京: 科学出版社, 2003.

[5] 王幸之. 单片机应用系统抗干扰技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.

[6] MONTROSE M I 著, 刘元安译. 电磁兼容和印制电路板理论、设计和布线. 北京: 人民邮电出版社, 2002.

在线联系

添加到收藏夹

关于“基于MC9S12DP256的燃料电池电动汽车整车控制器硬件研制”, 我有如下需求或意向:

用户名: 密码: 验证码: 5829 欢迎注册

相关应用

- 燃料电池汽车整车控制器硬件在环实时仿真测试平台设计
- 无线动态重构系统的可靠性设计

[版权声明](#) | [投稿须知](#) | [《电子技术应用》投稿](#) | [网站地图](#) | [帮助中心](#) | [广告中心](#) | [关于我们](#) | [管理员信箱](#)

[回到顶端](#)

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址: 北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话: 82306084 / 82306085 传真: 62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024*768 IE6.0版本

