

基于 F28335 的混合动力车 ABS 控制系统设计*

王艺帆, 赵治国, 杨 杰

(同济大学 新能源汽车工程中心, 上海 201804)

摘要: 针对自主开发的四轮驱动混合动力轿车的串联式制动能量回收系统, 采用 DSP28335 设计了 ABS 液压控制系统。基于制动能量回收系统的液压控制方式, 介绍了该控制系统的设计原理、硬件构成, 并利用 Matlab 自动代码生成技术, 进行了软件设计。经过硬件在环实验, 证明了该 ABS 控制系统的可行性。

关键词: 防抱死系统; 再生制动; 电子控制器; 自动代码生成

中图分类号: U463.52+6

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)14-0090-03

Design of ABS control system for hybrid vehicle based on F25335

Wang Yifan, Zhao Zhiguo, Yang Jie

(School of Automotive Studies, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Based on a series regenerative braking system designed for self-development 4WD-hybrid electric car, an ABS hydraulic control system is designed with DSP28335 as the main controller. According to the hydraulic control principle of regenerative braking system, the design principle and hardware configuration of the control system are introduced. Software design is completed using automatic code generation technology of Matlab software. The feasibility of the system is validated on the hardware in-loop system.

Key words: anti-lock; regenerative braking; ECU; automatic code generation

车辆防抱死制动系统 ABS(Anti-lock Braking System) 可防止由于制动力过大所造成的车轮抱死现象, 其可通过实时调节制动轮缸压力使车轮滑移率保持在最佳滑移率附近, 以提高车辆的制动稳定性, 并缩短制动距离。

近年来, 混合动力汽车受到了各大汽车制造公司的广泛关注, 而制动能量回馈技术对其节能效果有重要影响。根据液压(或气压)制动系统轮缸压力是否可以准确控制, 可将制动能量回馈系统分为并联式和串联式两类。目前, 国内外所研发的制动能量回馈系统大多采用串联式方案^[1]。本文基于之前进行的四驱混合动力轿车串联式电液复合制动系统研究^[2], 采用配备轮缸压力传感器的串联式制动能量回馈系统, 自主设计了 ABS 控制器, 可采集轮缸压力, 实现 ABS 液压控制功能, 为电液复合制动系统的实施奠定基础。

1 混合动力车制动系统原理

混合动力车的电液复合制动系统在确保制动安全

性和舒适性的前提下, 要求最大程度地回收制动能量。典型的再生制动控制策略有理想制动力分配控制策略、最佳制动能量回收控制策略和并行制动能量回收控制策略^[3]。本文论述的串联式制动能量回馈系统利用改进的理想制动力分配控制策略, 能够有效地回收制动能量。该制动系统的结构简图如图 1 所示。

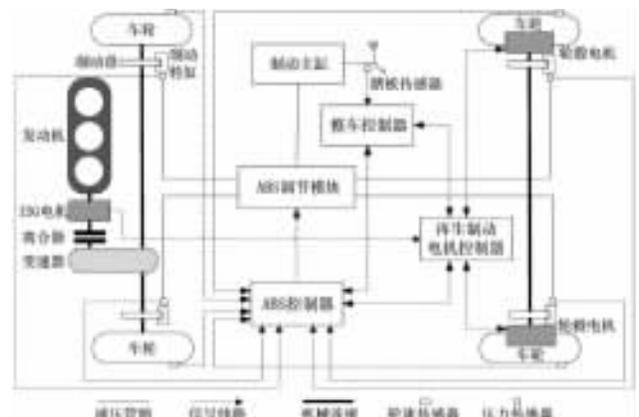


图 1 混合动力车制动系统结构简图

* 基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2011CB711200)

应用奇葩

Example of Application

整车控制器根据制动踏板信号、车速信号等确定驾驶员需求,根据制动力分配策略确定液制动动力矩与再生制动力矩,并将信号发送给 ABS 控制器与再生制动电机控制器。ABS 控制器根据制动力矩需求,控制 ABS 电磁阀和电机,通过传感器测量轮缸压力,精确调节制动轮缸压力。再生制动电机控制器根据整车控制器分配的制动力矩需求,控制 ISG 电机和轮毂电机,实现再生制动,最大程度地回收制动能量。当通过轮速传感器检测到车辆有抱死趋势时,只采用液压制动,执行 ABS 控制器的防抱死策略,保证车辆稳定性。

2 ABS 控制器硬件设计

车辆制动时的液制动动力由 ABS 控制器调节,该控制器硬件结构主要由微处理器、信号调理电路、ABS 电磁阀驱动电路、ABS 泵驱动电路、通讯电路等组成。图 2 为该控制器的硬件结构图。

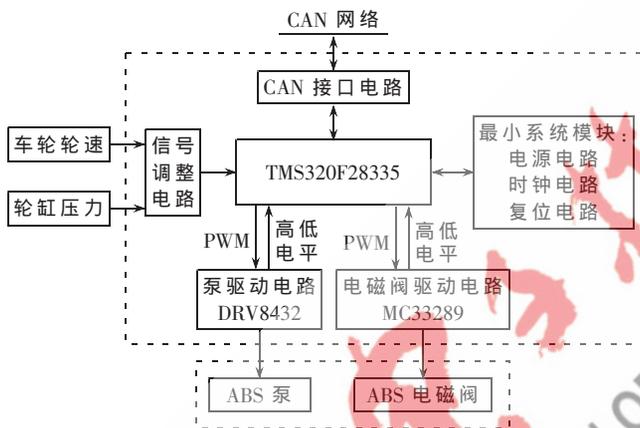


图 2 ABS 控制器硬件结构图

其中控制器选用 TI 公司 C2000 系列的 TMS320F28335 型数字信号处理器 (DSP)。它是一款 32 位浮点 DSP 控制器,主频可达 150 MHz,片内含 256 KB 的 Flash 存储器,16 个精度为 12 位的 A/D 转换通道,包含高分辨率脉宽调制模块和事件捕捉输入口,内核电压为 1.9 V,I/O 引脚电压为 3.3 V。它具有运算快、精度高、数据/程序存储量大、外设集成度高、功耗低等优点^[4]。它能够快速采集处理轮速信号和制动缸压力信号,与整车控制器和再生制动电机控制器实时通讯,根据液压控制策略调节 ABS 电磁阀及泵。

2.1 信号调理电路

ABS 控制器采集的外部信号主要包括轮速传感器信息和轮缸压力传感器信息。其信号调理电路包括车轮速度信号处理电路和轮缸压力 A/D 采样电路。

在车辆行驶过程中,随车轮一起旋转的齿轮使轮速传感器输出一系列频率与轮速成正比的正弦电压信号。该原始信号存在较多干扰成分,需经过低通滤波、比较、整形等组成的轮速信号处理电路后,变成 DSP 可以直接处理的方波信号。单路轮速信号处理电路如图 3 所示。轮速信号首先经过 RC 滤波和稳压管稳压,变为 0~

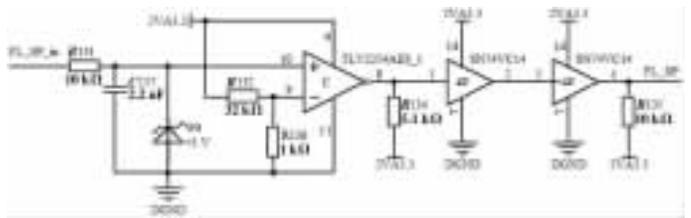


图 3 轮速信号处理电路

3 V 之间的周期信号;然后通过运放 TLV2254AID 得到 0~3.3 V 的方波信号,其中参考电压通过分压电阻得到;最后经过两个施密特触发器 SN74VC14 整形处理得到规则的 0~3.3 V 方波信号,输送到 DSP 的事件捕捉输入口,进行处理计算。

轮缸压力信号由压力传感器采集,经过低通无源滤波后通过运算放大器实现电压跟随、阻抗变换和高频噪声滤波,再经过 RC 低通滤波,最终输出到 DSP 的 A/D 转换模块输入口。

2.2 电磁阀及泵驱动电路

汽车 ABS 电磁阀的工作电压一般为 12 V 或 24 V,工作电流一般在 1.5 A~2.5 A 之间,而 TMS320F28335 控制芯片的输出电流远达不到这一要求。因此,本文的电磁阀驱动电路选用了 Motorola 公司推出的高端驱动器 MC33289,其工作电压范围为 6.0 V~27 V,输出电流范围为 0~4 A,工作温度范围为 -40 ℃~+125 ℃,同时还具有过热、短路、过压及欠压保护和故障诊断等功能,能够满足电磁阀驱动要求。

基于 MC33289 高端驱动芯片设计的电磁阀驱动电路如图 4 所示。其供电电压为 12 V,可以同时驱动两个电磁阀,电磁阀驱动接口分别为 SNV_OUT1 和 SNV_OUT2;电磁阀控制信号为 PWM 信号,由 TMS320F28335 的 ePWM 模块输出,其中 EPWM1A 控制 SNVOUT1 的输出,EPWM2A 控制 SNVOUT2 的输出;ST1 和 ST2 为错误检测,可以检测过温、过电流、过压、欠压等,TMS320F28335 根据其电平的高低状态来判断 MC33289 是否处于正常工作状态。

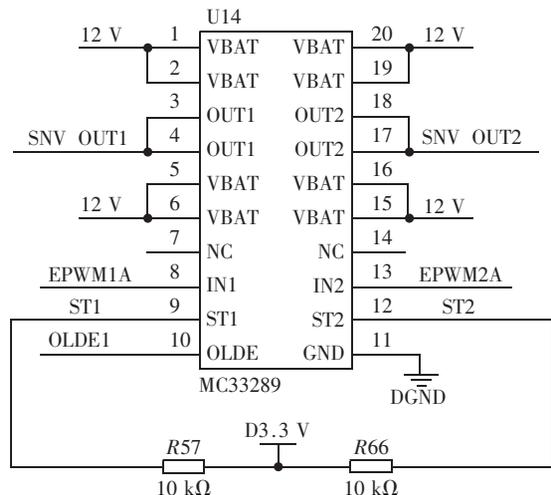


图 4 电磁阀驱动电路

在车速较低时,开始出现波动,说明该控制器可有效完成 ABS 防抱死工作。

本文应用 F28335 型 DSP 开发设计了基于混合动力车复合制动系统的 ABS 控制器。介绍了混合动力车制动系统原理,由此设计了 ABS 硬件电路。采用 V 模式的开发方式,基于自动代码生成技术,搭建嵌入式 Simulink 模型,并生成可执行代码。在已开发的硬件在环实验台上验证了控制器的可行性,为将来研究复合制动策略与进行实车试验奠定了基础。

参考文献

- [1] 张俊智,薛俊亮,陆欣,等.混合动力城市客车串联式制动能量回馈技术[J].机械工程学报,2009,45(6):102-106.
[2] 赵治国,彭玉钢.四驱混合动力轿车串联式电液复合制动仿真[J].系统仿真学报,2012,24(2):448-455.

[3] 张继红.纯电动汽车电液制动系统再生制动控制策略研究[D].吉林:吉林大学,2011.

[4] 刘陵顺.TMS320F28335 DSP 原理及开发编程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.

[5] 陈金干,魏学哲.基于 DSP 的自动代码生成及其在电池管理系统中的应用[J].电子技术应用,2008,34(6):43-46.

(收稿日期:2013-03-22)

作者简介:

王艺帆,男,1988年生,硕士生,主要研究方向:混合动力车复合制动。

赵治国,男,1971年生,副教授,主要研究方向:车辆动力学控制及混合动力汽车动力传动系统控制。

杨杰,男,1988年生,硕士生,主要研究方向:混合动力车动力传动控制。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.ChinaAET.com