

基于 MSP430 汽车防抱死制动控制器的设计

朱西成, 潘海挺, 李玉忍

(西北工业大学 自动控制系, 陕西 西安 710072)



摘要:介绍了一种汽车防抱死制动系统控制器的设计。控制器以 MSP430F149 单片机为核心, 根据防抱死制动系统的工作原理, 利用轮速传感器, 对轮速进行滤波、放大、整形等实现车轮速度的采集。采用基于车轮滑移率的防抱控制理论, 根据车速、轮速来计算车轮滑移率。在硬件设计方面, 根据系统选择了 MSP430F149 单片机, 设计出信号输入回路、输出驱动回路、电源部分, 给出了系统结构原理图。

关键词:汽车; 防抱死制动系统; 轮速传感器; MSP430F149; 单片机

中图分类号: U463.526

文献标识码: A

文章编号: 1671-654X(2005)01-0093-03

引言

汽车防抱死制动系统 (ABS) 是在传统制动系统的基础上采用电子控制技术, 在制动时防止车轮抱死, 以获得有效的制动效率和制动操纵稳定性, 从而尽可能地避免交通事故发生的机电一体化系统。汽车车轮抱死后极易发生跑偏、侧滑并失去转向能力。ABS 按控制方式可分为机械式和电子式; 按制动介质可分为气动式和液压式; 按车轮的控制数量可分为两轮 ABS 系统和四轮 ABS 系统。ABS 系统可在汽车制动过程中自动控制和调节车轮制动力, 防止车轮抱死, 保持最大的车轮附着系数, 从而得到最佳制动效果。采用优化控制理论, 利用高性能 CPU 进一步提高系统对路面的识别能力及故障诊断能力, 实施高精度控制是当前 ABS 主要研究的问题。

1 防抱死制动系统工作原理

汽车防抱死制动系统控制的主要参数为车轮相对于地面的滑移率 S :

$$S = \frac{\text{车速} - \text{轮速}}{\text{车速}} \times 100\%$$

附着系数 μ 与滑移率 S 的关系见图 1。

汽车制动主要依靠轮胎和地面间产生的附着力。当汽车重量恒定时, 附着力仅受轮胎与地面之间的附着系数决定。而附着系数又受多种因素影响, 如滑移率、路面状况、轮胎型别、汽车速度及环境因素等。试验证明: 当滑移率为 8% ~ 25% 时轮胎与地面之间具有较大的纵向附着系数, 并且具有较大的侧向附着系

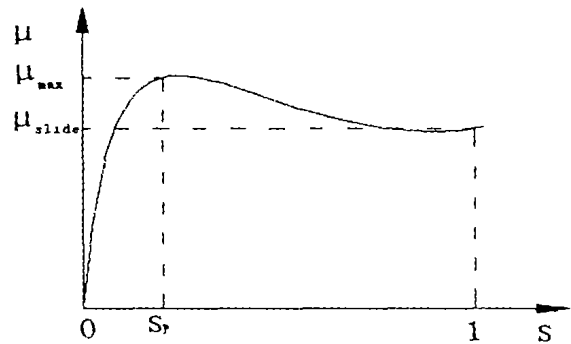


图 1 附着系数与滑移率的关系

数, 此时制动性能最佳。汽车防抱死控制器的目的是控制滑移率 S 保持在最佳滑移率 S_p 。

2 防抱死制动控制系统组成

汽车 ABS 系统由控制器、电磁阀、轮速传感器三部分组成, 其系统原理框图如图 2 所示。

2.1 控制器

ABS 控制器是整个防抱死刹车系统的核心控制部件, 它接受车轮速度传感器送来的速度信号, 通过计算与逻辑判断产生相应的控制电信号, 控制电磁阀去调节制动压力。当车轮滑移率不在控制范围之内时, 控制器就输出一个控制信号, 使电磁阀打开或闭合, 从而调节轮缸压力, 使轮速上升或下降, 将汽车车轮滑移率控制在一定范围内, 实现汽车的安全、可靠制动。

2.2 轮速传感器

汽车轮速传感器是汽车轮速的检测元件, 它能产

生频率与车轮速度成正比的近似正弦波信号,ABS 控制器根据处理后的信号计算车轮速度。

2.3 电磁阀

电磁阀是防抱死刹车系统的执行部件,当控制器输出控制信号时,电磁阀动作,对轮缸压力进行调节以使制动力在接近峰值制动力区域内波动,实现汽车制动效率最佳;当无控制信号输出时,电磁阀不动作,相当于常规制动系统,直接输出最大制动压力。

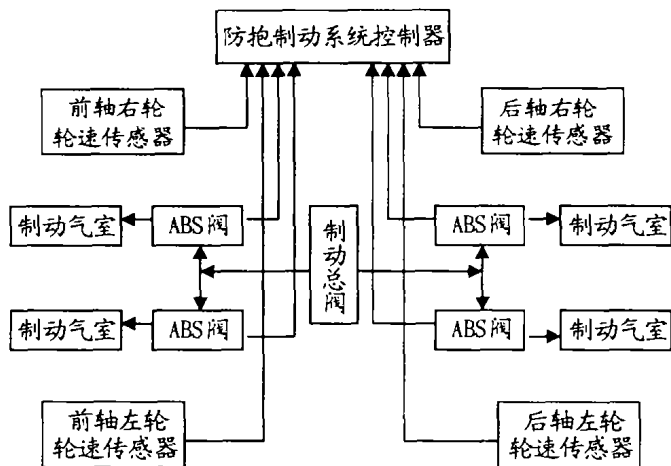


图 2 四轮车辆防抱死控制系统的原理结构框图

3 系统硬件设计

本系统的中央控制器采用 MSP430F149。该单片机功耗低,高抗干扰,高集成度以及多 I/O 口和多中断源的特性大大简化了外部电路,非常符合设计要求。在 MSP430 系列单片机中,系统各个模块完全是独立运行的,定时器(Timer)、输入/输出(I/O port)、A/D 转换、看门狗(watchdog)等都可以在主 CPU 休眠的状态下独立运行。当需要主 CPU 工作时任何一个模块都可以通过中断唤醒 CPU 从而使系统以最低功耗运行。MSP430 供电电压为 1.8V ~ 3.6V。78XX 系列集成三端稳压电源输出电流为 100mA ~ 3A,稳压系数为 0.005% ~ 0.02%,能够较好的满足单片机对电压的需求,所以选用电压可调的集成三端稳压器 LM317 将车载电源电压变换为 3.3V 来为 MSP430F149 供电。由于电磁式传感器工作稳定可靠,几乎不受温度、灰尘等环境因素影响,所以采用变磁阻式的电磁传感器。采用频率直接送计算机的计数电路测量轮速能够满足精度要求,且电路及编程处理比较方便。车轮速度传感器输出的信号经光电耦合器 TLP521-4 耦合,可以减小外部信号对单片机内部电路影响。

汽车正常运行时,电子控制单元(ECU)的输入、输出信号的电压值都有一定的变化范围。当某一信号电压值超出范围一段时间后,ECU 即判断该部分出

现故障。当某电路产生了故障后,ABS 就不会在制动时工作。由于传感器产生的是电信号,因此,对传感器齿圈的故障诊断不需专门线路,只需在软件中编制传感器输入信号故障识别程序,判断车轮脉冲个数是否基本相同,即可实现对齿圈故障的诊断。单片机输出信号经过滤波、光电隔离后,再驱动后继电路。输入信号主要是四路的轮速信号,轮速传感器的输出是脉冲可以直接输入到 MSP430F149,所以这四路轮速传感器经过整形滤波电路直接接到 MSP430F149 的通用 I/O 管脚。系统组成如图 3 所示。

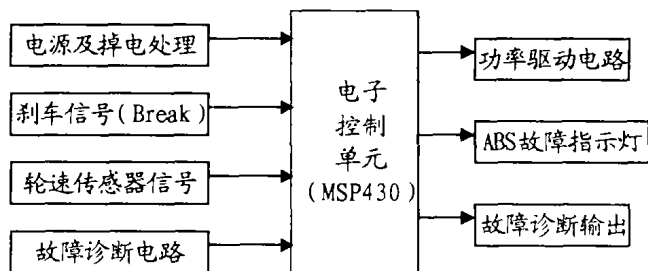


图 3 ABS 制动控制系统和基本输入输出信号

4 系统软件设计

防抱死系统软件设计应用基于 C430 的 C 语言,它包括防抱死控制单元和故障检测单元。系统软件主要包括:轮速数据采集、轮速处理、控制软件设计。轮速处理主要完成对采集的轮速信号进行滤波和整形,模拟实际的硬件电路功能。在该系统中采用门限控制方法。在门限控制方案中,门限值的选择极为重要。经大量实验表明:在制动过程中,车轮抱死总是出现在相当大的 $d\omega/dt$ 的时刻,因此预选一个角减速度门限值,当实测的角减速度超过此门限值时,控制器发出指令,开始释放制动轮缸压力,使车轮轮速上升。再预选一个角加速度门限值,当实测的角加速度超过此门限值时,控制器发出指令,开始增加制动轮缸压力,使车轮减速,以达到控制滑移率的目的。

由于 ABS 系统的高可靠性要求,当点火开关打开时,ABS 报警灯点亮 2 秒,检查 ABS 系统是否正常。当无异常时,ABS 报警灯 2 秒后熄灭。当有异常时,ABS 系统立即失效,转入故障状态,软件自动诊断故障原因,并以代码的形式写入 MSP430 内部 flash 存储器。flash 存储器能够在线编程与擦除,断电信息不会丢失,省去了通过外扩 EEPROM 存储故障代码的麻烦,并且可以节省单片机管脚。ABS 报警灯按照一定规则闪亮,显示故障代码,使司机了解系统状态,初步了解故障类型,方便排除故障。系统故障包括电磁阀短路、断路,传感器短路、断路及信号伏值过低,供电电源不正常,ECU 故障等。采用内部 WATCH DOG 对

程序进行监测,一旦程序跑飞,在 WATCH DOG 定时时间到后,单片机就会重新启动进行初始化。

5 结论

通过对汽车制动防抱死系统控制规律研究,采用基于逻辑门限值的控制方法简单,计算量小,便于实现,这对非线性系统是一种有效的控制方法。选择加、减速度作为主要门限,以滑移率作为辅助门限进行逻辑控制,根据不同路况选择相应的控制措施,从而达到较好的控制效果。试验和研究表明,装有 ABS 的车轮在制动过程中没有抱死,滑移率基本保持在最佳滑移率附近(20%左右),符合 ABS 控制理论,出现故障能自动报警并恢复为常规制动,在控制精度、实时性、可靠性、设计成本等方面完全可满足 ABS 系统要求。

参考文献:

- [1] 魏朗,王园. 现代汽车制动防抱死系统实用技术[M]. 北京:人民交通出版社,2001,6.
- [2] 胡大可. MSP430F149 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003,6.
- [3] Cho, J. M; Hwang, D. H. Design and implementation of HILS system for ECU of commercial vehicles. Industrial Electronics [J] 2001. Proceedings. ISIE 2001, IEEE International Symposium on , Volume 2001 June. 2, 12 - 116. .
- [4] 宋健,李永. 汽车防抱死制动系统控制方法的研究进展[J]. 公路交通科技,2002(12):140 - 145.
- [5] 刘训忠,王一玲,夏群生. 汽车防抱死制动系统(ABS)轮速算法研究[J]. 汽车电器,2000(1):7 - 10.
- [6] 马明星,毛务本,朱锦兴. 车辆防抱死制动系统(ABS)控制算法的研究[J]. 城市车辆,2002(2):21 - 23.

Design of Anti - lock Braking System(ABS) Controller of Automobile based on MSP430

ZHU Xi-cheng , PAN Hai-ting , LI Yu-ren

(Department of Automatic Control , Northwestern Polytechnical University , Xi'an 710072 , China)

Abstract: This paper presents a kind of Anti - lock Braking System (ABS) controller for Automobile using MSP430F149 microprocessor as control processor. This paper is based on the working theory of Anti - lock Braking system , by using of wheel speed sensor, the gather of wheel speed is practiced by filter , amplier, modifying of wheel speed. Based on the wheel slip ratio of ABS given vehicle speed and wheel speed , the wheel slip ratio is computed in hardware design, choicing MSP430F149 microprocessor , designing singal input circuit, output driving circuit, power source circuit and forming system structure principle drawing.

Key words: automobile; ABS; wheel speed sensor; MSP430F149; microprocessor

欢迎赐稿

欢迎阅订

欢迎刊登广告