

基于 AT89C51 控制的主动防翻装置设计

徐凤军¹, 刘荣华², 高跃飞¹

Design of an Active Anti-roll Device Based on AT89C51

XU Feng-jun¹, LIU Rong-hua², GAO Yue-fei¹

(1. 中北大学 机电工程学院, 山西 太原 030051; 2. 一重集团 大连设计研究院有限公司, 辽宁 大连 116600)

摘要:为提高半挂车在急速转弯时的侧翻稳定性, 该文设计了以 AT89C51 单片机为核心的液压主动防翻装置。首先分析整个装置的结构特点和液压系统组成, 然后进行控制系统的硬件电路设计, 并重点分析了主要接口电路, 最后对控制系统的软件进行设计。通过仿真实验发现控制系统的调节时间为 0.175 s、最大超调量为 16.7%, 满足主动防翻装置对控制部分的设计要求。

关键词:主动防翻装置; 控制系统; AT89C51

中图分类号: TH12 文献标志码: B 文章编号: 1000-4858(2012)08-0081-04

引言

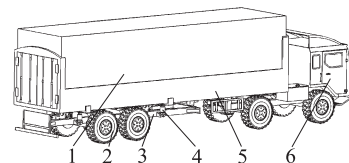
重型半挂车具有质心位置高、质量和体积大、轮距相对于车身高度过窄、后部运动放大等特点, 并且牵引车和挂车之间存在复杂的耦合关系, 导致行驶过程中极易发生摆振、侧翻和折叠等危险工况。其中半挂车侧翻事故是非常剧烈的, 与别的事事故比起来, 带来的损失和伤害也比较大。

由于半挂车的结构特点易导致发生侧翻, 目前国内主要采用以下系统来提高车辆的侧翻稳定性: 侧倾警告装置、电控制动系统、侧倾稳定控制系统、侧倾支持系统和车轴自转向控制系统等^[1-2]。这些系统主要是通过电子测试装置监测转弯时的车速或半挂车横向加速度阈值, 再通过控制系统控制发动机的输出扭矩和车轴转向, 从而达到提高车辆侧翻稳定性的目的。以上系统均属于被动防翻装置, 它们只能在半挂车固有的侧翻极限内对车辆的稳定性进行调节, 调节的范围有限。对于半挂车侧翻的控制也可以使用主动防翻系统, 本文从半挂车侧翻力矩的成因入手, 提出了采用液压传动的半挂车主动防翻装置。该系统首先通过加速度传感器检测车辆的横向加速度阈值, 然后由控制系统控制液压缸推动主要侧翻部分向反倾斜方向转动, 进而提高车辆本身的侧翻极限加速度。

1 主动防翻装置系统分析

以某型号半挂车为原型, 加装液压主动防翻装置, 如图 1 所示。其中液压缸的壳体和液压杆分别与货厢和防翻液压缸支臂通过铰链连接, 当加速度传感器检

测到车辆的横向加速度达到或超过设定值时, 液压缸开始动作, 推动主要翻转部分向反倾斜方向转动, 同时通过控制车身平面垂线与地面垂线间的夹角 ϕ_T (以后称可控角), 以达到控制侧翻极限横向加速度的目的, 并且当液压缸达到设定的伸出量时, 液压缸将停止运动。



1. 货物 2. 轮胎 3. 悬架总成 4. 主动防翻装置
5. 车身 6. 驾驶室

图 1 半挂车结构模型

主动防翻装置同步液压回路如图 2 所示。当半挂车的横向加速度未达到所设定值时, 液压泵通过卸荷阀进行卸荷; 当半挂车的横向加速度达到或超过设定值时, 卸荷阀关闭, 电磁换向阀得电, 三位四通换向阀 4 置于右位, 三位四通换向阀 5 置于左位, 液压缸 14、16 同步伸出, 液压缸 15、17 在货厢的作用下同步缩回。在整个系统中, 货厢质量非常大, 采用液控单向阀可以在液压系统故障时保证货厢不会突然失稳; 在不同的工况下, 液压缸需要通过控制系统产生不同的作

收稿日期: 2012-02-13

作者简介: 徐凤军(1987—), 男, 山东临沂人, 硕士, 主要从事武器系统动力学研究工作。

用速度,因此采用单向调速阀可以对液流速度进行调节。

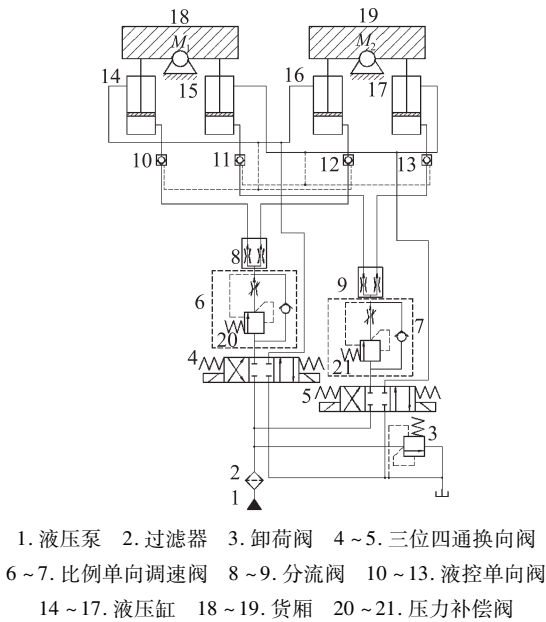


图2 主动防翻装置同步液压回路

由于重型半挂车在转弯的过程中所承受的横向加速度是由其行驶速度、转弯半径等因素决定的,而主动防翻装置不可能改变其大小,但可以通过防翻装置的作用改变车体的极限侧翻横向加速度,所以考虑在控制过程中将传感器实测的横向加速度与液压缸控制的实时极限侧翻横向加速度的差保持为定值,从而使半挂车始终处于安全状态。

具体的控制方法为:首先通过实测得到车体的横向加速度 a_y ,然后将实测值加上固定的阈值得到此时对应的侧翻极限加速度,再计算出簧载质量的可控角 ϕ_T ,并与测量得到的 ϕ_{Ts} 进行比较得到偏差 e ,最后通过控制器对液压缸进行控制。实测横向加速度 a_y 与可控角 φ_T 的关系为

$$a_y = \frac{T \cdot g}{2h_{cm}} + \phi_T g - a_{ys}$$

式中, T 为车轴长度; h_{cm} 为车体重心到地面的高度; a_{ys} 为预设固定阈值。

2 控制系统的硬件设计

此系统以 AT89C51 单片机为核心,通过控制比例单向调速阀的通流面积,实现对液压缸输出速度的控制。因此,主动防翻装置液压控制系统应具有加速度显示面板,横向加速度检测,可控角检测,危险报警和比例电磁铁驱动等功能,其硬件组成如图3所示,系统部分主要电路结构分析如下^[3-4]。

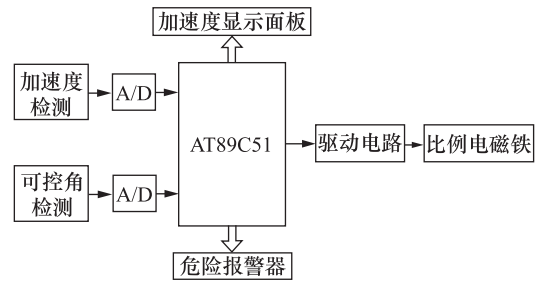


图3 系统控制框图

1) 传感器接口电路

由于系统中所选用的加速度传感器、角位移传感器都是以电压为输出量,而且电压的绝对值都是微小的,所以必须对其进行放大后才能输入单片机中,其接口电路如图4所示。在电路中,以采用三运放 MC33274 构成功率放大电路,其能将差动输入变为单端输出,以便同 A/D 转换器连接。当传感器输出电压为 0 时,一半电源的共模电压也能使直流电压移动 0.5 V,因此在 A/D 转换器的 5 V 范围内,放大器的输出摆动范围为 0.5 ~ 4.5 V。

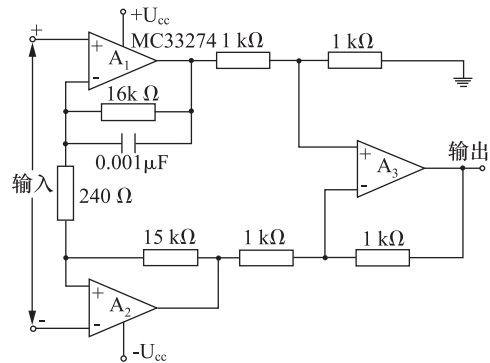


图4 传感器接口电路

2) 显示面板及接口电路

系统中采用4位七段数码管动态显示的方式来显示半挂车在行驶过程中车身所受的横向加速度。AT89C51单片机以解码器 SN74LS47N 芯片作为接口,与4位七段数码管的接口进行连接,如图5所示。由于动态显示中七段数码管处于被位选线扫描的操作中,位选线上的瞬间电流不足以充分点亮数码管,所以每一位的位选线使用三极管作为驱动来提高扫描电流。

3) 比例单向调速阀控制电路

对于比例调速阀的控制电路,主要由三角波颤振信号发生器、初始电流设定电路和功率放大电路组成^[5],其输入量是由 D/A 转换器处理过的模拟电压信

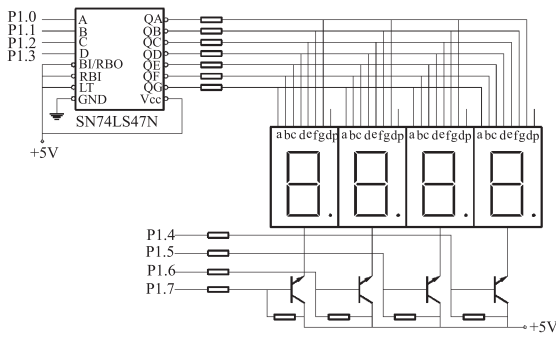


图5 显示面板及接口电路

号,构成了模拟式功率放大电路,如图6所示。电路中的三角波颤振信号发生器即可实现频率和幅值的分别调整,调节 RP_1 可改变颤振信号频率,调节 RP_2 可改变颤振信号的幅值;初始电流设定电路调整比例调速阀的零位死区大小或避开死区,使比例调速阀在设定值输入时,从起始位置迅速启动;功率放大级在保证稳定工作的前提下,应尽量提高前向通道的电压放大倍数,以提高输出电流抵抗电源电压波动和负载阻抗变化的能力。

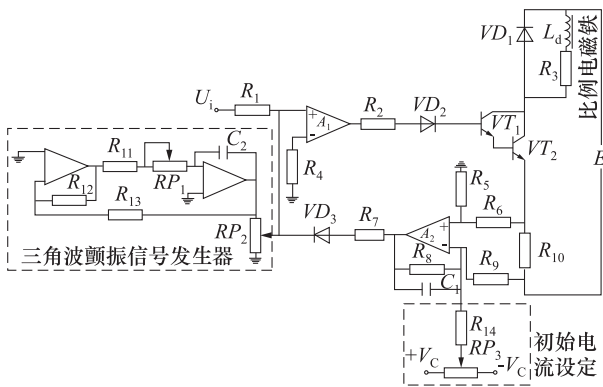


图6 比例调速阀控制电路

3 控制系统软件设计

1) 控制算法设计

由于半挂车侧翻过程时间极短,要求控制系统调节时间短、超调量小,而常规PID控制器参数无法改变,对于主动防翻装置控制系统适应能力差。因此,此控制系统中选用模糊PID作为控制算法,针对本液压系统所确定的控制系统结构原理图如图7所示^[6]。

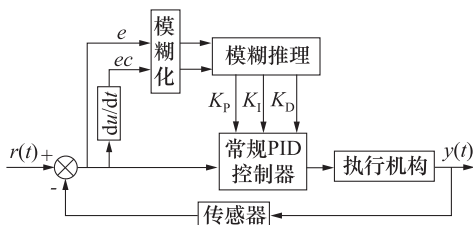


图7 模糊PID控制系统结构

在阀控主动防翻装置液压控制系统中,选取可控角位移偏差 e 、偏差变化率 ec 作为输入语言变量,常规PID控制器的比例系数 K_p 、积分系数 K_i 和微分系数 K_d 作为输出语言变量,根据上述专家经验知识可以总结出模糊PID控制中输出量 K_p 、 K_i 、 K_d 调整规则为:

(1) 当偏差 $|e|$ 较大时,应取较大的 K_p 和较小的 K_d 以提高系统的响应速度,为防止超调量过大,可去掉积分作用,使 $K_i = 0$;

(2) 当偏差 $|e|$ 中等时,应取较小的 K_p 和大小适中的 K_i 、 K_d ,以减小超调量,并保持较快的响应速度;

(3) 当偏差 $|e|$ 较小时,为保证系统的稳定性,应增大 K_p 、 K_i ,同时为避免系统出现振荡,增强系统的抗干扰能力,适当选取 K_d 。

2) 控制主程序设计

主动防翻装置的控制程序通过传感器检测车体横向加速度和可控角,然后由模糊PID控制器控制液压缸输出速度,其系统控制流程如图8所示。

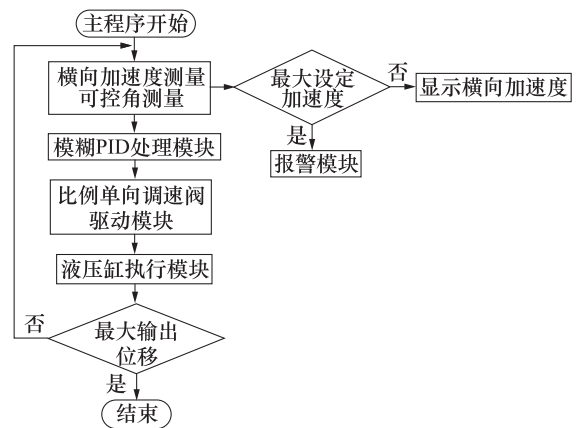


图8 系统控制流程图

4 结语

本文以AT89C51单片机为基础设计了半挂车主动防翻装置的控制程序,并配以模糊PID控制算法,经过仿真实验测得控制系统的调节时间为0.175s,最大超调量为16.7%,因此判定整个控制系统的相应时间和控制精度满足设计要求。

参考文献:

[1] W. B. Winkler. Rollover of Heavy Commercial Vehicles[D]. Michigan: The University of Michigan, 1999.
 [2] S. YIM, Y. PARK, K. YI. Design of Active Suspension and Electronic Stability Program for Rollover Prevention[J]. Automotive technology, 2010, 11(2): 147-153.

微喷孔电火花加工电极气动进给系统的设计

张筱云¹, 赵 淳²

Design of Pneumatic Feeding System of EDM Machining Electrode for Drilling Micro-Nozzles

ZHANG Xiao-yun¹, ZHAO Chun²

(1. 苏州工业园区职业技术学院, 江苏 苏州 215021; 2. 苏州技师学院, 江苏 苏州 215009)

摘 要:针对电火花微喷孔加工微细电极,人工送丝费时、费力、装夹不便等特性,利用气动原理设计开发了气吹电极垂直进给机构,基于FX1N系列PLC,设计开发了微喷孔电火花加工电极气动进给自动控制系统,解决了微喷孔在电火花机床加工电极无法自动进给的难点。加工试验表明,该系统进给速度快,电极夹持效果好,无弯曲可能,加工精度和一致性高。所加工的微喷孔直径小于 $\phi 0.2\text{ mm}$,单孔加工精度误差达到 $2\text{ }\mu\text{m}$,孔壁内表面粗糙度 Ra 小于 $0.6\text{ }\mu\text{m}$,可满足各种微喷孔加工。

关键词:微喷孔;电火花加工;电极进给;气动系统;PLC

中图分类号: TG661 文献标志码: B 文章编号: 1000-4858(2012)08-0084-05

引言

随着轻型汽车污染物排放国IV标准将在全国范围内的执行,市场上对符合国IV(欧IV)排放标准的柴油机喷油嘴加工设备的需求越来越迫切,而常规钻削加工喷孔的工艺已很难适应喷孔直径越来越小的要求。目前国外主要使用微细电火花加工技术,因此研究电火花微喷孔加工设备非常必要,具有重大的社会效益和经济效益^[1]。

电火花加工又称放电加工(Electrical Discharge Machining,简称EDM),是一种直接利用电极和工件(正、负电极)之间脉冲性火花放电时的电蚀现象,电蚀多余的金属。电火花微喷孔加工是利用电极丝旋转与向下垂直进给复合运动,通过脉冲放电达到加工的目的^[2]。

微喷孔加工电极通常使用直径小于 $\phi 0.2\text{ mm}$,长为 300 mm 的杆状实心钨钢也称为钨丝。此电极丝是通过无心磨床加工,电极丝要求圆度保证在 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以内。针对加工电极细而长,人工送丝费时、费力、装夹不便等特性,本项目利用气动原理设计开发了气吹电

极垂直进给机构,利用PLC控制微喷孔加工电极自动进给,解决了微喷孔电火花机床电极丝不易夹持的难点。本系统具有进给速度快,电极夹持效果好,无弯曲可能,从而保证微喷孔的加工精度和一致性,具有结构简单,无污染,维护方便和成本低廉等优点。

1 微喷孔电火花加工电极进给机构

微喷孔电火花加工电极进给机构的研究主要是解决微细电极夹持、高速旋转、自动进丝等技术,设计中如何解决细长电极不变形向下垂直运动是开发研究电极进给机构的关键技术^[3]。

高精度微喷孔电火花设备与常规电火花穿孔机加工方式最大的区别是放电加工过程中每加工完一个孔,电极损耗后,电极就要进给一次。微孔加工孔径非

收稿日期:2012-02-13

基金项目:2011年度江苏省科技型企业技术创新资金项目《高精度数控电火花喷孔加工设备的研究与制造》(BC2011109)

作者简介:张筱云(1957—),女,江苏苏州人,高级工程师,主要从事工业控制技术方面的科研和教学工作。

[3] 杨欣,王玉凤,刘湘黔,等. 51单片机应用实例详解[M]. 北京:清华大学出版社,2010.

[4] 李庆梅. 基于AT89C51的自动洗碗机的控制系统设计[J]. 机械制造与自动化,2010,39(1):169-171.

[5] 张利平. 液压控制系统及设计[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[6] 席爱民. 模糊控制技术[M]. 陕西:西安电子科技大学出版社,2008.