

# 智能控制在汽车悬架的应用分析

吕志成

山东美晨工业集团有限公司 山东潍坊 262200

**摘要:** 本文阐述了汽车悬架系统的组成与分类,重点论述了悬架现代控制技术以及智能控制在汽车悬架的应用,希望为以后研究提供参考。

**关键词:** 智能控制; 汽车悬架; 控制技术; 应用分析

## Application analysis of intelligent control in automobile suspension

Zhicheng Lv

Shandong Meichen Industrial Group Co., Ltd. Shandong Weifang 262200

**Abstract:** This paper describes the composition and classification of automobile suspension system, and focuses on the application of modern suspension control technology and intelligent control technology in automobile suspension, hoping to provide reference for future research.

**Keywords:** Intelligent Control; automobile suspension; control technology; application analysis

### 引言:

自上世纪70年代末期以来世界一些工业经济发达的先进国家就开始大力研究改善汽车悬架系统中的振动控制。车辆本身是一个系统的、复杂的、非单一自由度的非线性的系统,而且其内部的子系统,也有着不同的固有频率,其在行进过程中,因车速、运动方向以及不同的道路条件等外部环境的改变,导致轮胎、底盘悬架、车身悬置、发动机悬置等各级减振装置内部的不均匀从而引起整车或部分车辆系统的抖动。这种振动容易导致驾乘人士出现疲倦、躯体不适感和危及生命安全的现象,同时整车的舒适性、平顺性、操纵稳定性也得不到保证,更甚者会造成车辆零件的早期损坏和报废,减少车辆寿命。因此,通过新技术和新方法对减少汽车在驾驶进程中所形成的振动,进一步提高其顺畅性、运行稳定性等性能有着十分关键的现实意义。

关于人工智能控制系统,近些年国内及国外有关的专家和学者们都进行过不少探讨与研究,根据对无人计算机的有关研究特点,人工智能控制系统的工作实质是由机器装置主动完成其任务的过程,也可以是由人工智能装置采用与人工控制相结合的手段来实现其管理的目

的,由于人工智能装置自身也具备了抽象、推理、判断等一系列的能力,因此可以实现并能够针对外部环境的不同情况进行相应的管理操作,达到对各级减振系统内部参数的适应性改变,使整车各系统之间到达最优的协调配合。

### 一、悬架的构成与分类

#### 1. 构成

悬架是汽车的车架(或承载式车身)与车桥(或车轮)之间的一切传力连接装置的总称。其作用是传递车轮和车架之间的力和力矩,并且缓冲由不平路面传给车架或车身的冲击力,并减少由此引起的振动,以保证汽车能平顺地行驶。当今汽车的悬架结构已经演变得更加复杂化和多元化,但是不管结构如何演变与发展,悬架系统从功能和结构组成形式上来看通常包含弹性元件、阻尼元件、导向结构以及抗侧倾稳定杆等相关部件。

#### 2. 类别

汽车行驶中要求具有平顺性以及稳定性等相关的要求,而绿色智能悬架未来要求可以推测在可靠性、智能化、新型材料和新能源已显得十分迫切和必要。依据汽车左右两侧悬架的运动是否独立,悬架系统可以分为两

类,非独立悬架和独立悬架;依据车辆承载元件不同,悬架系统可以分为四类,钢板弹簧悬架、橡胶弹簧悬架、螺旋弹簧悬架以及空气弹簧悬架;依据悬架系统中阻尼参数和刚度参数能否随着车辆行驶路面环境的变化而改变,悬架系统可以分为被动悬架和主动悬架两大类,区别在于能否根据反馈信号产生控制力,适应路况和车况的变化。而主动悬架又可分为全主动悬架和半主动悬架两类,区别是控制力产生的方式不同和适应性的强弱。全主动悬架能使行驶平顺性和操纵稳定性在绝大部分路况和车况下都能达到最优,而半主动悬架只能适应少部分的路况和车况。全主动悬架为有源控制,包括提供能量的设备和可控制作用力的附加装置;半主动悬架为无源控制,可以按照刚度、阻尼是否可调来进行划分,但从搜集的相关文献资料来分析,更多的是侧重于对阻尼控制方面的研究,被动悬架往往采用参数优化的设计方法,以求尽量兼顾各种性能要求,但在实际上由于最终设计的悬架系统参数刚度、阻尼是不可调节的,所以在使用中很难满足高的行驶要求。

## 二、悬架控制技术

目前,车辆悬架系统已迈入了借助微处理器等来控制的新技术时期。运用较优的控制方法,得到高性能的减振效果,且使能耗尽可能的低,是汽车悬架系统发展的主要方向。智能悬架系统由传感器、控制开关、电控单元(ECU)和执行装置组成。传感器和控制开关向处理器ECU输入信号,ECU接收传感器和控制开关输入的电信号,并向执行装置发出控制指令,执行装置产生一定的机械动作,从而改变车身高度、弹簧的刚度或减振器的阻尼。智能悬架系统中,输入信息主要有车身高度和车速,驾驶员是加速还是制动,或驾驶员在仪表板上选择并操作的某种悬架控制功能开关的位置等等。由于悬架系统是一个比较复杂的非线性的减振系统,可以说仅仅是模型的线性反馈控制是远远不够的,因此在利用现代控制理论知识,多角度进行研究是十分必要的和迫切的。

### 1. 悬架控制策略

#### (1) 最优化控制

在车辆悬架系统上应用的最优控制方法,一般可分为线性最优控制、最优预测控制和 $H^\infty$ 最优控制。线性最优控制是LQ(Linear—Quadratic)控制理论应用于车辆悬架系统中,其性能指标函数采用系统的状态响应与输入的加权二次型,在保证受控结构动态稳定性的条件下,把线性二次型调节控制器理论和线性二次高斯型控制理论用于车辆半主动悬架系统中实现最优控制;最优预见

控制方法是利用车辆前轮的扰动信息预估路面的干扰输入,将测量的状态变量反馈给前后控制器实施最优控制。由于这种控制技术可以通过某种方法提前检测到前方路面的状态和变化,将使控制系统有足够的时间采取措施。因此,可大大降低系统的能耗,且改善系统的控制性能; $H^\infty$ 最优控制方法是通过设计控制器,在确保闭环系统各回路稳定的条件下,使相对于干扰的输出取最小的一种最优控制方法。为了模拟由于车身质量、轮胎刚度以及减振器阻尼系数等变化不确定的误差,应用 $H^\infty$ 最优控制方法可使汽车悬架振动控制具有较强的适应不确定因素影响的能力。

#### (2) 自适性控制

应用于车辆悬架系统自适应控制方法主要有自校正控制和模型参考自适应控制两类。前者是一种将控制器参数整定与受控对象参数相结合的控制方法。后者的控制实质是在当外界环境以及自身性能参数状态发生变化或异常时,汽车仍能跟踪原有所选定的理想的、正常的参考模型。比如说德国大众的汽车就是自适应控制的汽车悬架减振器。

#### (3) 预见性控制

车辆悬架系统的预测控制是指通过传感器,获取车辆前方路面信息预先传给悬架装置,使参数的调节与实际需求同步。预见控制系统不仅需要顾及系统当时的相关情况,更应该对系统远期的目标等加以考虑分析,人们对于车辆主动悬架的预见控制进行了较多的研究和分析,也得出了许多重要的结论。按照预见信息的获取方式以及利用方法可划分为不同的预见控制系统。可分为完全预见控制和部分预见控制方法。前者对整车车轮预见的完全控制,后者以前轮信息反映后轮的预见控制方式。

#### (4) 神经网络控制

神经网络控制方法越来越多地应用在特定环境以及采用固定描述方式的多种目的的设计中。人工神经网络是生物学中脑神经网络的某种抽象、简化和模拟,它是由大量类似于人脑神经元的基本信息处理单元通过广泛连接而构成的高度非线性超大规模连续时间动力系统,反映了人脑功能的若干基本特性。作为一种并行分布式处理系统,它具有自动知识获得、联想记忆、自适应性、良好的容错性和推广能力。

#### (5) 模糊控制

模糊控制其最大特点是允许控制对象没有精确的数学模型,使用语言变量代替数字变量,在控制过程中包

含有大量人的控制经验和知识,与人的智能行为相似。由于车辆的部分参数经常变化以及在不同道路条件下行驶等特点,模糊控制尤为使用。

### 三、悬架智能化的应用分析

随着人们生活水平的断提高及改善,人们对汽车的顺畅性、操作稳定性和舒适性的要求也越来越高,传统的汽车被动悬架系统已远远不能满足人们的基本要求。人们希望汽车车身的高度、悬架系统的刚度、减振器的阻尼力大小能随汽车簧上载荷、行驶速度,以及路面特征等行驶条件的变化而自动调节,因此研究汽车振动,设计新型悬架智能控制系统,将振动控制到最低水平是提高现代汽车品质的重要措施,也是未来的必然趋势。

#### 1. 悬架智能化应用的主要研究方向

##### (1) 控制策略的综合运用

由于常规的控制策略应用于非线性系统具有一定局限性。为了更好地逼近实际系统,获得更佳的控制效果,需寻求一种更好的控制策略,根据车辆种类、悬架结构、减振器类型,对控制方法和控制理论进行研究,综合运用控制策略和控制方法是唯一的方法。

##### (2) 多系统集成联合控制研究

因车辆的车身总成运动不是一个系统单独决定的,是由多个系统之间的联合作用决定的。只研究主动悬架的控制问题,而不研究各个子系统之间的相互影响,已

经不能满足汽车发展的要求,今后更应注重主动悬架系统与转向系、制动系之间的集成控制研究。

#### (3) 节能智能悬架

研究开发高效率馈能型悬架和可以再生能量的悬架,最大的回收和转换振动能量,循环利用与耗能动力源,减少车辆对外界能源的依赖。

### 四、结语

文章阐述了汽车悬架系统的组成与分类,重点论述了悬架现代控制技术以及智能控制技术在汽车悬架的应用,希望为以后研究提供参考。汽车悬架振动控制系统的研究是当前比较热门的研究内容,尤其是科技的发展日新月异的情况下,相信未来智能控制技术在汽车悬架的应用也发展更加迅速,必将为汽车行业的发展奠定了一个良好基础。

#### 参考文献:

- [1]贾启芬,王影,刘习军.汽车悬架振动系统的若干控制技术和发展[J].机床与液压,2005(01):16-18+54.
- [2]钱瑜.汽车悬架分类及半主动悬架[J].江南学院学报,1999(12):73-76.
- [3]朱华.半主动悬架及其控制策略的研究[J].汽车零部件,2009(02):82-84.
- [4]朱华.半主动悬架的研究现状与发展趋势[J].城市车辆,2009(04):38-40.

