

# 汽车电动助力转向系统助力特性和控制策略研究

姜文涛,程明江

(沈阳金杯恒隆汽车转向系统有限公司,辽宁 沈阳 110000)

**摘要:**汽车的电动转向系统在整个汽车当中占有十分重要的地位,属于新型的转向系统类型,能够有效处理在转向期间轻便和灵敏特征的矛盾问题,汽车电动助力转向系统可以提高驾驶员的控制感,减少驾驶员的体力消耗,在控制方面侧重分析助力、阻尼及回正三种控制模式,同时设计具有针对性的电流跟踪 EPS 策略,用计算机进行了仿真。

**关键词:**电动助力转向系统,助力特性,仿真

**[DOI]**10.12231/j.issn.1000-8772.2021.02.189

## 1 前言

汽车转向系统的发展经历了机械式转向系统、液动力转向系统、电子控制液动力转向系统、电动助力转向系统四个发展阶段,并且继续向电子化和智能化方向发展。电动助力转向系统是一种全电动的动力转向系统,由四个核心部分组成,分别是:来自车辆的车速信号,来自传感器的转角及转矩信号,控制器的处理单元,提供助力的电机。EPS 控制器的两大关键技术是助力特性和控制策略。

## 2 电动助力转向助力特性分析

### 2.1 电动助力转向控制模式

EPS 的控制策略主要通过助力控制方式发挥功能,其控制的过程主要为:依据车速传感设备发出的信号及方向盘力矩信号,结合助力特征曲线所形成的助力值。控制器输出对应的电流让电机提供对应的力矩。电动机的助力特征主要为依据汽车的运行情况变化所形成的变化规律。基于电动助力转向中力矩值与电流值呈线性关系,因此通常在分析不同车速时,可使用曲线表示方向盘力矩和电机目标电流的变化情况,这也被称为助力特性曲线。

### 2.2 电动助力阻尼控制和回正控制特性研究

阻尼控制便是 EPS 以提升汽车在直线运动状态下的稳定性和减少路面冲击对转向盘产生的影响,从而使用的一种控制手段。阻尼控制的理论原理为,在助力控制目标电流的基础上,对控制电流进行补充,通过引入电动机转速的方式实施。

回正控制是转向盘在回正期间对 EPS 形成的控制,主要能够对系统所具有的回正功能进行完善。汽车实施转向时,回正力矩能够促使转向轮恢复到直线行驶的状态。如果车辆的使用因素方面产生变化,则系统的回正特性也会降低。如果回正力矩过高,便会导致转向盘的位置超调,这样便可使用电机阻尼来对超调进行消减。如果回正力度无法导致转向盘回到中间,则需补偿助力电流,该操作的原理与阻尼控制类似。转向的回正控制策略为:判断转向盘是否在回正状态。如果助力电机的旋转方向与输入转向相反,则进行回正控制操作,否则便需对其进行助力控制。

## 3 电动助力转向系统电流的控制策略

在应用工程期间,调节器控制手段使用频率较高的方式主要为积分、微分等控制方式,也称 PID 控制。PID 控制设备的结构相对简单,在稳定性和调整方面的优势特征较为明显,因此也成为工业控制技术中的重要类型。

### 3.1 电动转向 PID 控制策略

如果无法完全掌握被控对象参与和结构信息时,且无法形成准确的数学模型,难以使用其他类型的控制理论技术,则需通过对控制器参数和结构的调试来确定。此时便可发挥出 PID 的优势特征。也就是说,如果无法全部了解系统和被控对象,且无法通过有效的测量技术获得相应的参数信息,则更适合使用 PID 技术手段。该种控制技术主要有 PI 和 PD 两种控制方式。PID 控制设备主要依据系统误差,通过比例、微分等形式计算出控制量,从而达到控制的目的。

### 3.2 电动转向模糊 PID 控制策略

通常使用的 PID 技术编程相对简单,算法较为成熟,应用渠道

也相对多元,但在工程应用期间,PID 更容易受到外部因素的影响,比如:噪声干扰、温度变化等,外部的干扰影响下,系统便会出现非线性的特征。此时如果只运用 PID 一种控制手段,则难以达到预期的调节效果。模糊控制的鲁棒特征更为明显,外在干扰或者参数变化等因素对其影响效果不大,也是可用于非线性系统的控制方式之一。因此模糊理论与 PID 结合可形成模糊 PID 控制设备,这种控制方法便是将模糊控制算法与 PID 算法结合,不但能够发挥出模糊控制的灵活性等优势,还可体现出 PID 控制的精度优势。

### 3.3 电动转向自适应控制策略

在工程的实际应用中,多数控制对象的数字模型会在时间和工作环境变化的条件下发生改变。技术人员需在某种环境中建立更为精准的模型,但该模型在其他环境中并不适用。如汽车的运行环境会受到车速和路面情况的变化影响,车速的快慢能够直接影响轮胎的侧向附着系数,此外路况发生变化也会对轮胎的输入信号产生一定的影响。在转向系统内,各摩擦参数会依据车辆的运行时间形成一定的变化,因此汽车转向系统的参数会形成大幅变化的趋势。在设计初期,依据转向系统的数学模型所形成的控制策略难以保证会持续有效。因此自适应的控制策略便应运而生。

该种控制策略属于反馈控制手段,与其他反馈控制相比复杂性更高。当前研究人员还未对该系统形成明确的定义,但一种定义方式为:自适应系统在运行期间,可持续对系统的参数和运行各项指标进行检测,依据上述参数和指标的变化情况对参数和作用进行科学控制,保证系统持续维持较为理想的运行状态。适应控制系统的特征主要可表现为下述方面:

第一,系统状态对信息能够在线累积。系统可在线对参数进行辨识,及衡量系统性能的各项指标,以此把握当前系统所处的状态水平,尽量降低系统运行的不确定性。第二,可变性的控制策略。依据控制对象受到时间和工作环境的影响所产生的参数变化情况,或者通过对系统性能指标进行测量,从而掌握系统性能和目标性能之间的差异,随时对控制参数进行修整,或者对系统的输入信号进行调节。

## 4 总结

本文主要阐述了助力特性的内涵,以及 EPS 的控制目标、助力控制、回正控制等内容。同时构建电力助力转向系统模型与仿真模型,重点分析转向系统的具体控制策略,最后阐释 EPS 控制手段的发展情况,分别对传统、模糊及自适应几种不同的控制策略进行分析,并进行了比较。

## 参考文献

- [1]陈奎元,马小平,季学武.电动助力转向系统控制技术研究[J].江苏大学学报(自然科学版),2004,25(1).
- [2]文艺.汽车电动助力转向系统的控制方法与仿真分析[D].华南理工大学,2010.
- [3]施国标,申荣卫,林逸.电动助力转向系统的建模与仿真技术[J].吉林大学学报,2007.