

汽车转向系统的发展及展望

左建令 (同济大学)

吴 浩 (长春汽车研究所)

1 液压助力转向系统

随着车辆载重的增加以及人们对车辆操纵性能的提高,简单的机械式转向系统已经无法满足需求,于是人们发明了一种能够减轻驾驶员操作负荷的液压助力转向系统,并于 20 世纪 30 年代应用在重型车辆上。

液压助力转向系统借助于汽车发动机的动力驱动油泵、空气压缩机和发电机等,以液力、气力或电力增大驾驶员操纵前轮转向的力量,使驾驶员可以轻便灵活地操纵汽车转向,减轻了劳动强度,提高了行驶安全性。

2 电控液压动力转向系统

由于液压动力转向系统的液压泵一直随发动机同时运转,增大了燃油消耗,为了克服液压动力转向系统在燃油经济性上的不足,在液压动力转向系统中增加电子控制和执行元件,将车速(也有采用车速和转向盘转速)引入到系统中,实现车速感应型助力特性液压动力转向。这类系统称为电控液压动力转向系统。

电控液压动力转向系统主要通过车速传感器将车速传递给电子元件或微型计算机系统,控制电液转换装置改变动力转向的助力特性,使驾驶员的转向手力根据车速和行驶条件变化而改变,即在低速行驶或急转弯时能以很小的转向手力进行操作,在高速行驶时能以稍重的转向手力进行稳定操作,使操纵性和稳定性达到最合适的平衡状态。

电控液压动力转向系统的种类很多,但其基本原理都是通过在油泵或转向器上加装电子执行机构或辅助装置,根据车速控制液压系统的流量

或压力。

目前使用较多的电控液压动力转向采用直流电动机代替发动机驱动油泵,电动机由蓄电池供电。控制器根据车速信号、转向盘转速信号控制电动机转速,从而控制油泵的流量,达到助力转向的目的。采用电动机驱动油泵后使油泵布置容易,不必布置在发动机附近。在没有转向操作时,电动机以较低转速运转甚至停止运转,因而可以降低能量消耗。

3 电动助力转向系统(EPS)

3.1 电动助力转向系统的分类

随着机电及控制技术的完善发展,人们又发明了一种以电机直接提供助力的助力转向系统,称为电动助力转向系统。

根据电动机位置不同,电动助力转向系统可分为三类:转向轴助力式、齿条助力式、小齿轮助力式。

3.2 电动助力转向系统的关键部件

3.2.1 转矩传感器和车速传感器

转矩传感器的功能是测量驾驶员作用在转向盘上的力矩大小与方向,车速传感器的功能是测量汽车行驶速度。转矩传感器有接触式和非接触式两种。图 1 所示为接触式转矩传感器。采用接触式转矩传感器的电动助力转向系统在转向轴位置加一扭杆,通过测量扭杆的变形得到扭矩。图 2 所示为非接触式扭矩传感器,其中有一对磁极环,其原理是:当输入轴与输出轴之间发生相对扭转位移时,磁极环之间的空气间隙发生变化,从而引起电磁感应系数变化。非接触式扭矩传感器的优点是体积小、精度高;缺点是成本较高。

3.2.2 电子控制单元

电子控制单元(ECU)的功能是根据扭矩传感

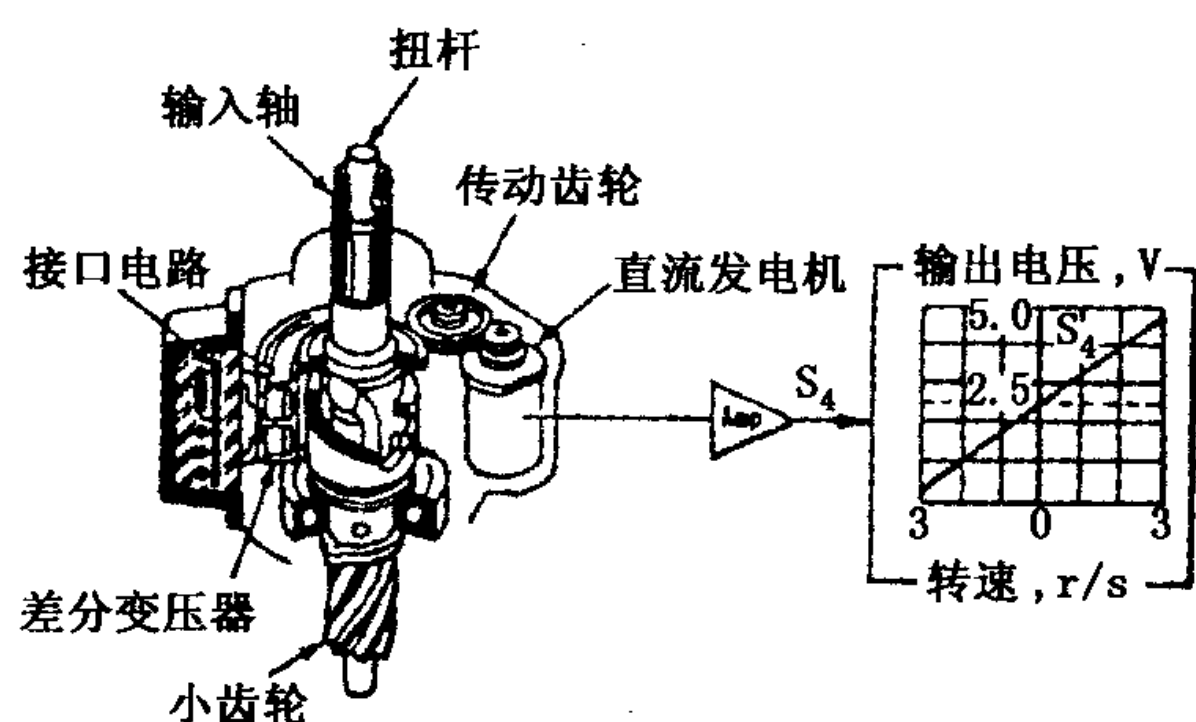


图1 接触式扭矩传感器

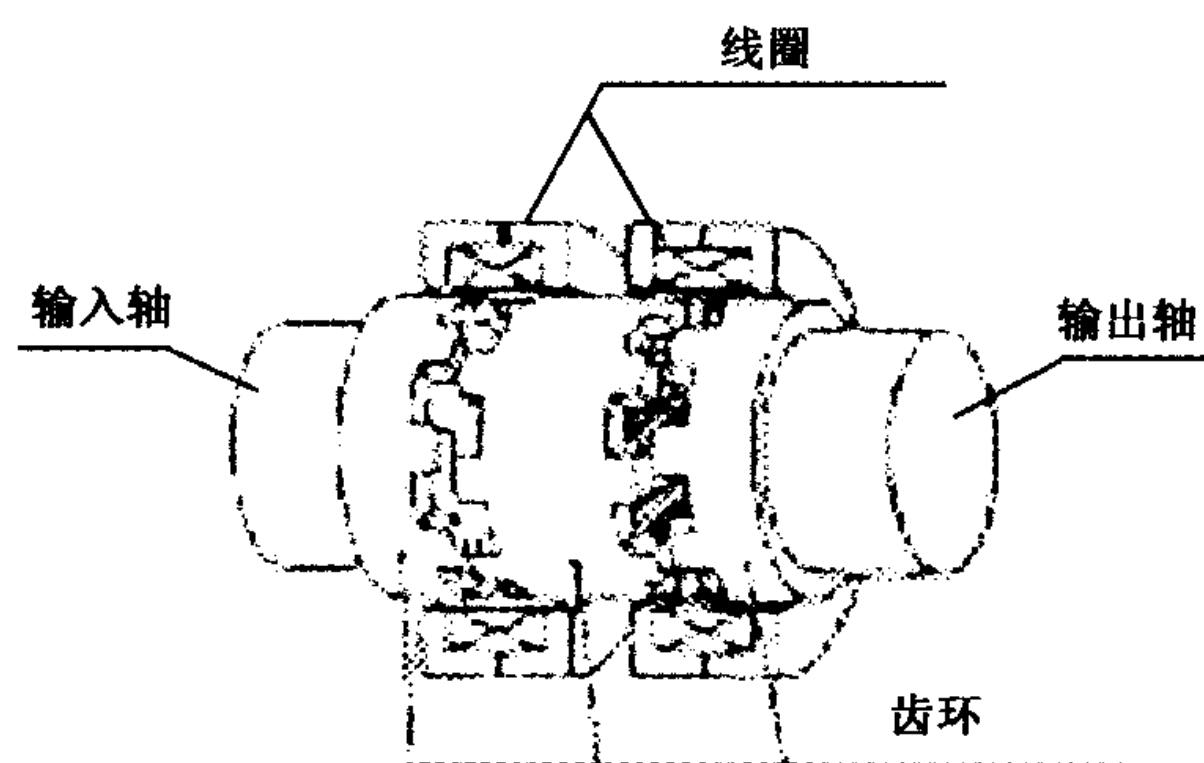


图2 非接触式扭矩传感器

器信号和车速传感器信号,进行逻辑分析与计算后,发出指令,控制电动机和离合器的动作。此外,它还有安全保护和自我诊断功能,ECU 通过采集电动机的电流、发电机电压、发动机工况等信号判断其系统工作状况是否正常,一旦系统工作异常,助力将自动取消,同时 ECU 进行故障诊断分析。控制系统与控制算法也是 EPS 的关键之一,控制系统应有强抗干扰能力,以适应汽车多变的行驶环境。控制算法应快速正确,满足实时控制的要求,并能有效地实现理想的助力规律与特性。

3.2.3 电动机

电动机的功能是根据电子控制单元的指令输出适宜的辅助扭矩,采用无刷永磁式直流电动机。EPS 对电动机有很高要求,不仅要求低转速大扭矩、波动小、转动惯量小、尺寸小、质量轻,而且要求可靠性高、易控制。

3.2.4 减速机构

EPS 的减速机构与电动机相连,起降速增扭作用。采用蜗轮蜗杆机构(图3),滚珠螺杆螺母(图4),也有采用行星齿轮机构。有的 EPS 还配有离合器,装在减速机构一侧,是为了保证 EPS 只

在预先设定的车速行驶范围内起作用。当车速达到某一值时,离合器分离,电动机停止工作,转向系统转为手动转向。另外,当电动机发生故障时,离合器将自动分离。

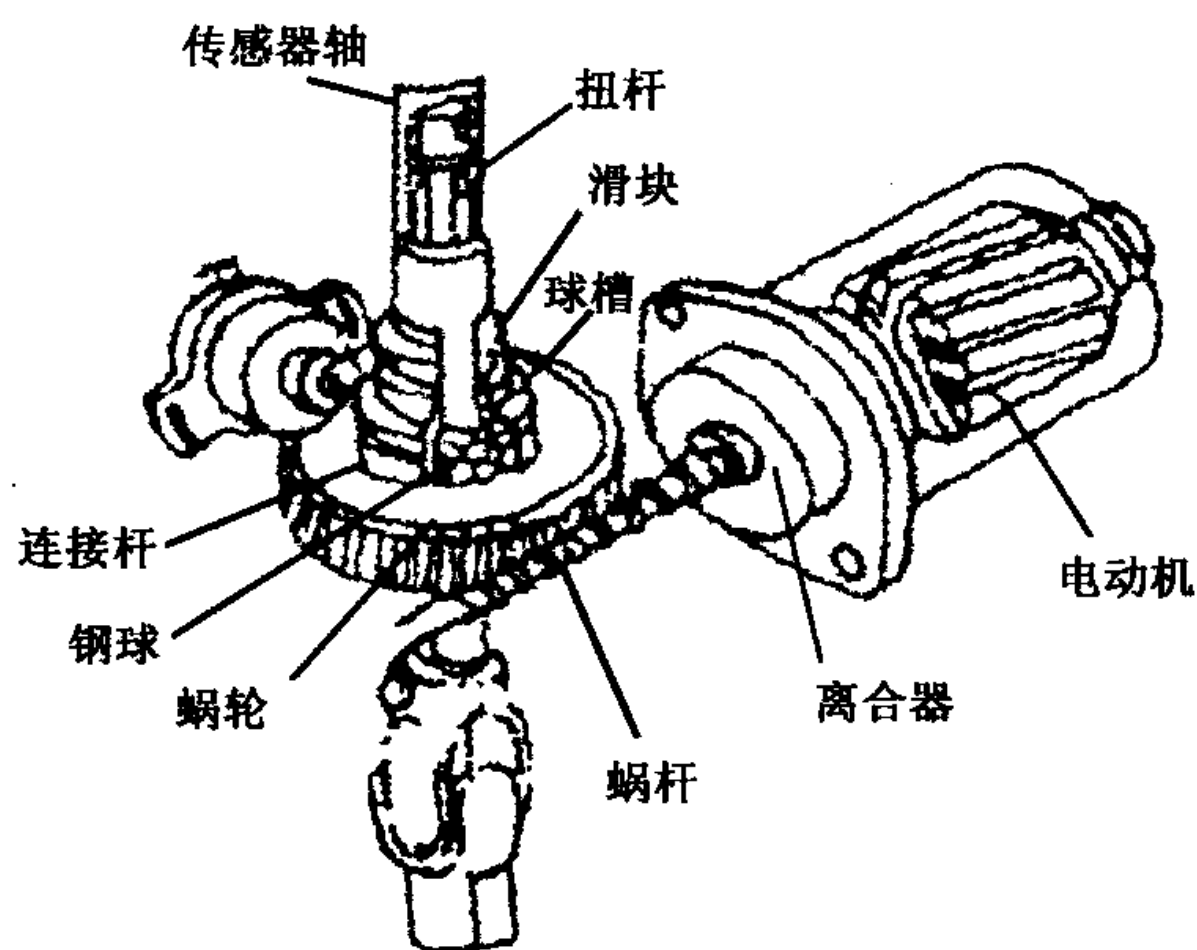


图3 蜗轮蜗杆减速器

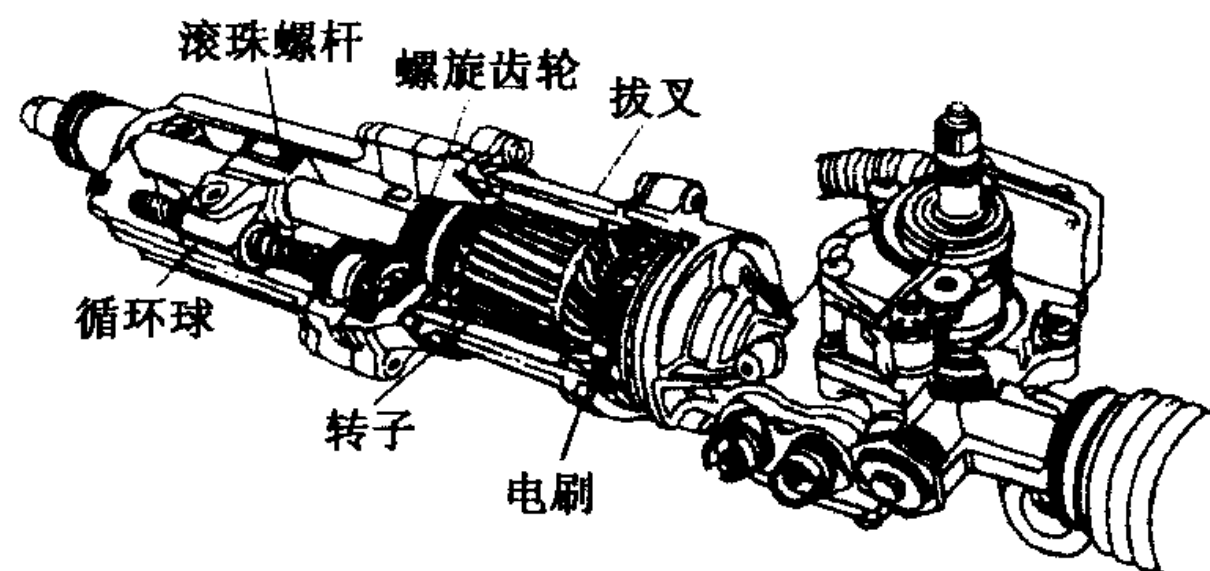


图4 滚珠螺杆螺母减速机构

3.3 电动助力转向系统的优点

- 提高了燃油经济性;
- 有利于环境;
- 易实现产品的模块化;
- 与发动机独立,在发动机熄火时也能提供助力;
- 电动助力转向系统相对于液压助力转向系统有更好的低温工作性能。

4 汽车线控转向系统

随着电子技术和控制理论的发展,一些研究人员做出大胆假设,将方向盘与转向车轮通过控制信号连接,就可以利用转向系统的变增益特性补偿整车转向特性的变化,从而降低驾驶员的操纵负担,改善人-车闭环系统性能。这种全新的转向控制系统就是线控转向系统。

4.1 汽车线控转向系统结构

线控转向系统由方向盘模块、转向执行模块和主控制器(ECU)3个主要部分以及自动防故障系统、电源等辅助模块组成,如图5所示。

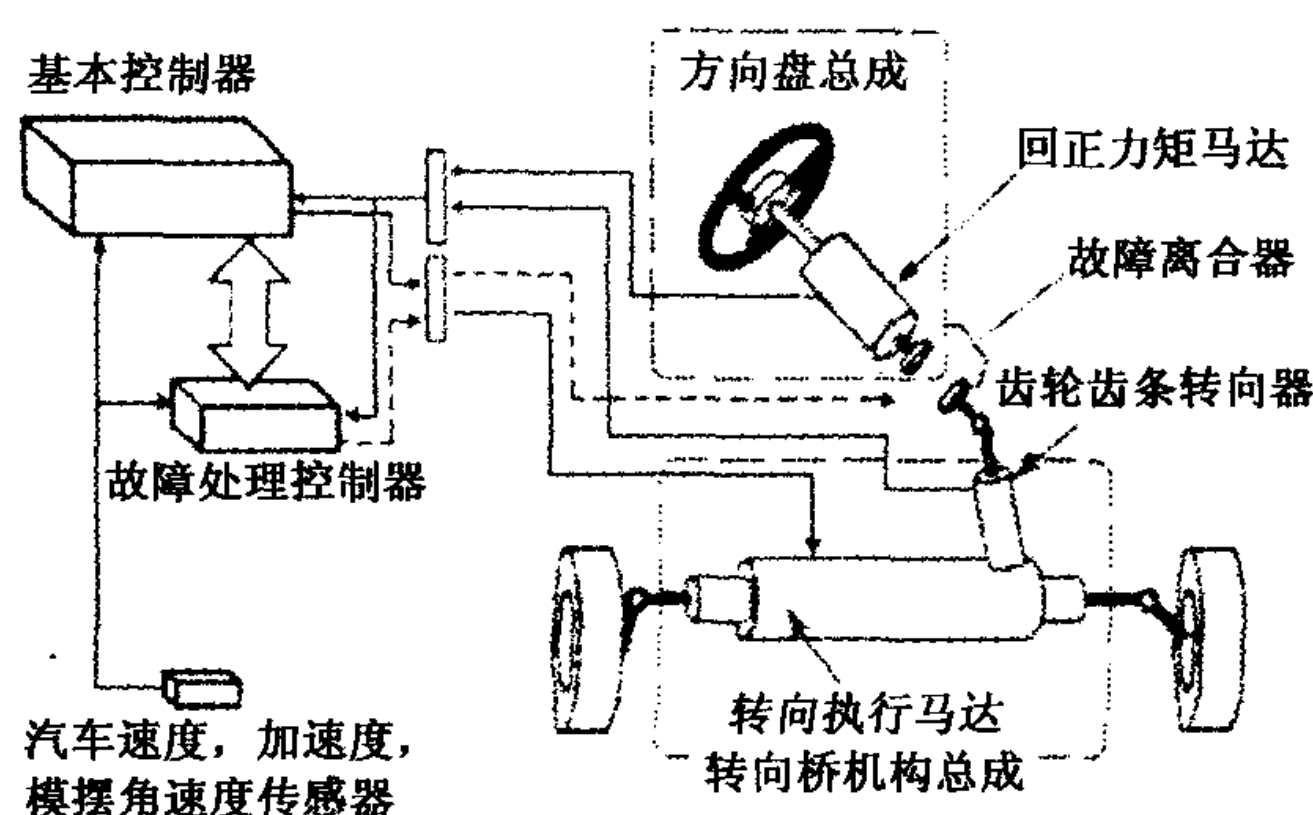


图5 线控转向系统结构示意图

方向盘模块包括方向盘、方向盘转角、力矩传感器、方向盘回正力矩电机。方向盘模块的主要功能是将驾驶员的转向意图(通过测量方向盘转角)转换成数字信号并传递给主控制器;同时接受主控制器送来的力矩信号,产生方向盘回正力矩,以提供给驾驶员相应的路感信息。

转向执行模块包括前轮转角传感器、转向执行电机、转向电机控制器和前轮转向组件等组成。转向执行模块的功能是接受主控制器的命令,控制转向电机实现要求的前轮转角,完成驾驶员的转向意图。

主控制器对采集的信号进行分析处理,判别汽车的运动状态,向方向盘回正力电机和转向电机发送命令,控制两个电机的工作。

自动防故障系统是线控转向系的重要模块,它包括一系列的监控和实施算法,针对不同的故障形式和故障等级做出相应的处理,以求最大限度地保持汽车的正常行驶。汽车的安全性是必须首先考虑的因素,是一切研究的基础,因而故障的自动检测和自动处理是线控转向系统最重要的组成系统之一。

4.2 汽车线控转向系统性能特点

汽车线控转向系统是一种全新概念的转向系统,由于其取消了方向盘和转向车轮之间的机械连接,通过软件协调它们之间的运动关系,可以实现一系列传统转向系统无法实现的特殊功能。

● 提高汽车的操纵性

在前轮转向控制方面可以实现传动比的任意设置,并对随车速变化的参数进行补偿,使汽车转向特性不随车速变化。从而减轻驾驶员负担,提高了汽车系统对驾驶员转向输入的响应和“人-车闭环系统”的主动安全性。

● 提高汽车的稳定性能

线控转向系统可以通过前轮转向的控制,实现DYC控制系统的功能,达到更为理想的效果。且可以与其它主动安全设备如ABS、汽车动力学控制、防碰撞、单个车轮转向、轨道跟踪、自动侧向导航以及自动驾驶等功能相结合,实现对汽车的整体控制,提高汽车整体稳定性。

● 改善驾驶员的路感

由于方向盘和转向车轮之间无机械连接,驾驶员“路感”通过模拟生成。在回正力矩控制方面可以从信号中提出最能够反应汽车实际行驶状态和路面状况的信息,作为方向盘回正力矩的控制变量,使方向盘仅仅向驾驶员提供有用信息,从而为驾驶员提供更为真实的“路感”。

4.3 汽车转向系统发展前景展望

汽车线控转向系统能够减轻驾驶员负担、提高整车主动安全性,使汽车性能适合更多非职业驾驶员的要求,对广大消费者有着巨大的吸引力。

目前阻挠线控转向系统普及的一个重要因素是其可靠性问题,现在还无法在可靠性与成本之间取得一个很好的平衡。世界各大研究机构正在就这一问题进行联合攻关,相信很快能够得到合理的解决。即使采用最笨拙的方法——用2套相互监控的线控转向系统也能够将这一问题很好地解决,当然这要以提高成本为代价。但是随着电子产品成本的降低,将成本降低到消费者接受的程度也是有可能的。

虽然线控转向系统本身的成本较高,但是采用线控转向系统后,汽车底盘设计就不必区分左右行驶交通系统的转向系统,使底盘开发,特别全球化跨国公司的底盘开发费用降低。

尽管目前在欧洲汽车法规要求驾驶员与转向车轮之间必须有机械连接,线控转向系统还不允许在欧洲上市。但只要生产商能够有足够的证据

走近汽车“三包”

李永钧

听到汽车“三包”政策在 2004 年 10 月初正式出台的消息,不由使人想起了才兴起的汽车“召回”话题。国家质检总局在 2004 年“3·15”宣布,我国将从 10 月 1 日起实行缺陷汽车产品召回制度。对于消费者来说,汽车“召回”政策的出台固然是好事,但汽车“三包”才是真正具有实际意义的,将在很大程度上解决汽车消费者投诉难的问题。

1 召回与三包

汽车“三包”规定指的是家用汽车产品的修理、更换和退货责任规定,实行谁销售谁负责“三包”的原则。草案中规定的“三包”有效期为:汽车使用 2 年时间或者行驶 4 万 km 以内。在这期间,汽车产品出现质量问题,消费者可以凭“三包”凭证办理修理、更换或退货。造成损失的,销售者、生产者、修理者应当根据规定负责赔偿相应的损失。修理 2 次后仍不能正常使用的,消费者可以向经销商提出退货要求。另外,修理者在有效期内应当按照规定为消费者提供不少于 1 次的免费维护。

“召回”只针对汽车的设计缺陷,而大部分情况下,消费者遇到的汽车质量问题都不包括在“召

回”之内。汽车“召回”不同于汽车“三包”。一是“召回”和“三包”要解决的问题不同。“召回”要面对的是由于非偶然性原因造成的质量缺陷;“三包”是针对个别消费者的个别问题。二是“召回”和“三包”适用法律的性质和法律责任不同。实施“召回”是政府按照被授予的权力依法行政,属于行政法律责任;“三包”规定中既有行政法规的规范性要求,也有《民法》中违约者要承担民事法律责任的内容。三是“召回”和“三包”的立法宗旨不同。“召回”是为了捍卫公共利益;“三包”是为了防止经营者损害个体消费者利益。

所以,虽然召回制度已经出台,近期也有多个厂家根据相关规定提前实行主动召回,但与召回制度相比,汽车“三包”规定的公布实施才是解决目前汽车消费投诉的当务之急,也是真正保护个别消费者利益的最有效手段。

2 强制“三包”大势所趋

汽车作为大件特殊商品,一直被排斥在商品“三包”规定之外。我们经常看到,当消费者提出退、换车要求时,厂家和经销商却明确告诉消费者,只保证“修”,而不包“换”,更不包“退”。任凭车主在修理厂、厂家、商家之间跑断了腿,说尽了

表明线控转向系统的安全可靠性,它得到上市许可还是完全可能的。目前线控转向系统由于自身成本等因素的制约,很难在价格低廉的家用轿车上得到普及。但是对于追求性能极限的高级轿车、高级跑车上应用是完全可能和必要的,它能够减轻驾驶员的负担,提高主动安全性能,因此有着很大的应用前景。辅助驾驶系统和无人驾驶汽车是现在新兴的热门研究领域,实现汽车智能转向

的最佳方案就是采用线控转向系统,因而线控转向系统的研制开发也为自动驾驶汽车的开发提供了良好的科研平台,其自身也具有良好的应用前景。可用于未来的智能交通系统中。

未来汽车的主体是低排放汽车(LEV)、混合动力汽车(HEV)、燃料电池汽车(FCEV)、电动汽车(EV)四大 EV 汽车,这给线控转向系统带来了更加广阔的应用前景。